

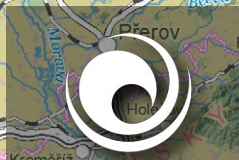
Jan MIKLÍN

Radek DUŠEK

Luděk KRTIČKA

Oto KALÁB

Tworba map



OSTRAVSKÁ
UNIVERZITA

Tvorba map

učební text Ostravské univerzity

Text: Jan Miklín, Radek Dušek, Luděk Krtička, Oto Kaláb

Mapy a obrázky: autoři (není-li uvedeno jinak)

Recenzoval: PhDr. RNDr. Jan D. Bláha, Ph.D.
(Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem)

Grafická úprava a sazba: Jan Miklín

vydání první, verze 1.0

vydala Ostravská univerzita v roce 2018

ISBN: 978-80-7599-017-4

<http://tvorbamap.osu.cz>

Vznik učebnice byl podpořen z prostředků Ostravské univerzity, projektu IRP201812 *Podpora kartografických a geoinformatických kompetencí studentů geografických programů tvorbou moderního komplexního výukového materiálu.*



Obsah

o autorech	7	2.4 Národní zdroje geodat	39
úvodem	9	2.4.1 Data poskytovaná Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním	39
I. Mapy jako reprezentace světa	11	2.4.2 ArcČR 500	41
1.1 Kartografie, mapa	12	2.4.3 Další tematická data	43
1.2 Od reality k mapě	12	2.5 Mezinárodní zdroje geodat	42
1.3 Kartografie jako způsob komunikace	13	2.5.1 OpenStreetMap	42
1.4 Matematické základy map	14	2.5.2 Natural Earth Data	43
1.4.1 Referenční plochy	14	2.5.3 U.S. Geological Survey (USGS)	43
1.4.2 Velikost země	16	2.5.4 ArcGIS Living Atlas	44
1.4.3 Souřadnice	16	2.5.5 Evropská environmentální agentura	44
1.4.4 Významné křivky na kulové ploše	18	2.5.6 Další geodata	44
1.4.5 Měřítko	19	III. Kartografická zobrazení	45
1.5 Původní a odvozené mapy	20	3.1 Kartografická zobrazení	46
1.6 Projektová příprava mapy	20	3.1.1 Kartografické zkreslení	46
1.7 Software v počítačové kartografii	21	3.1.2 Dělení zobrazení	48
Esri ArcGIS	23	3.1.3 Přehled vybraných zobrazení	52
QGIS	24	3.1.4 Zobrazení z elipsoidu	53
OCAD	25	3.1.5 Dvě hlavní zobrazení používaná v ČR	53
II. Data pro tvorbu map	27	3.2 Volba kartografického zobrazení	54
2.1 Datové modely v GIS a kartografii	28	3.2.1 Účel a měřítko mapy	54
2.1.1 Rastrová data	28	3.2.2 Tvar, velikost a poloha území	55
2.1.2 Vektorová data	32	3.2.3 Další faktory	56
2.1.3 Srovnání rastrových a vektorových geodat	33	3.2.4 Zobrazení pro Česko	57
2.1.4 Databáze	34	Kartografická zobrazení v ArcGIS	57
2.2 Metadata	35	Kartografická zobrazení v QGIS	61
2.2.1 Standardy metadat	36	Kartografická zobrazení v OCAD	62
2.3 Autorská práva v kartografii a geoinformatice	38	Databáze souřadnicových systémů	63
		Práce se zobrazeními v dalších programech	63

IV. Polohopis	65	5.3.8 Výběr a kombinace metod znázornění výškopisu	119	7.3.3 Hranice	171	Databáze geografických jmen	223
4.1 Figurální značky	66	Vizualizace výškopisu v ArcGIS	120	7.3.4 Silnice a železnice	171	9.3 Výběr písma	224
4.2 Liniové značky	69	Vizualizace výškopisu v QGIS	123	7.3.5 Zástavba a sídla	171	9.4 Umístování popisu	226
4.3 Areálové značky	71	Vizualizace výškopisu v OCAD	124	7.3.6 Generalizace výškopisu	172	9.4.1 Popis figurálních prvků	226
4.4 Tvorba značkového klíče	72	Další volně dostupné programy	125	7.3.7 Generalizace popisu	174	9.4.2 Popis liniových prvků	228
4.5 Značkový klíč vybraných prvků polohopisu	73	VI. Metody tematické kartografie	127	Generalizace v ArcGIS	174	9.4.3 Popis plošných prvků	229
4.5.1 Povrch	73	6.1 Přehled metod	128	Generalizace v QGIS	179	9.4.4 Zkracování popisků	230
4.5.2 Hydrografie	74	6.1.1 Kartodiagramy	128	Generalizace v OCAD	181	Písmo a popisky v ArcGIS	230
4.5.3 Dopravní infrastruktura	75	6.1.2 Intenzitní barvy	133	VIII. Barvy	185	Písmo a popisky v QGIS	235
4.5.4 Hranice	76	6.1.3 Metoda teček	139	8.1 Reprezentace barev v počítačové grafice	186	Písmo a popisky v OCAD	236
4.5.5 Zástavba a sídla	77	6.1.4 Povrchy	140	8.1.1 Barevný model RGB	186	9.5 Sazba delších textů	237
Tvorba značkového klíče v ArcGIS	78	6.1.5 Anamorfní mapy	142	8.1.2 Barevný model CMYK	186	9.5.1 Řádky, sloupce a odstavce	237
Tvorba vlastního písma jako základu značkového klíče	83	6.1.6 Kombinace metod	144	8.1.3 Barevné modely HSV a HSL	187	9.5.2 Hladká sazba	238
Tvorba značkového klíče v QGIS	86	Tematické mapy v ArcGIS	144	8.1.4 Aby bílá bílá byla: barevné prostory, převody barev, kolorimetrie a další	187	X. Design map	241
Tvorba značkového klíče v OCAD	90	Tematické mapy v QGIS	147	8.2 Vnímání a působení barev	189	10.1 Základní principy vizuálního designu	242
V. Výškopis	97	Tematické mapy v OCAD	154	8.3 Barvy na mapách	191	10.2 Prvky mapového listu	245
5.1 Nadmořská výška a výškové souřadnicové systémy	98	6.2 Volba metody	154	8.4 Barevná schémata a stupnice	192	10.2.1 Rozměr mapového listu	245
5.1.1 Nadmořská výška	98	6.3 Klasifikace dat	156	8.4.1 Barevná schémata	192	10.2.2 Název mapy	246
5.1.2 Důležitost výškového systému	98	6.3.1 Manuální klasifikace dat	157	Kde vybrat barvy	193	10.2.3 Hlavní a vedlejší mapové pole	246
5.1.3 Problém průběhu geoidu	99	6.3.2 Rovnoměrné intervaly	157	8.4.2 Barevné stupnice	194	10.2.4 Legenda	247
5.1.4 Problém jedné mořské hladiny	99	6.3.3 Definování šířky intervalu	157	Kde vzít barvy	198	10.2.5 Mapové sítě a rám mapy	248
5.1.5 Výškové systémy	99	6.3.4 Metoda kvantilů	157	Vlastní barvy v RGB, HSV a CMYK	198	10.2.6 Směrovka	250
5.1.6 Jednotky pro určování výšek	100	6.3.5 Metoda přirozených zlomů	159	Z barvy do černobílé	199	10.2.7 Měřítka	250
5.2 Zdroje a metody získání výškopisných dat	100	6.3.6 Geometrické intervaly	159	Není černá jako černá	200	10.2.8 Tiráž	251
Data pro reprezentaci a vizualizaci výškopisu	101	6.3.7 Metoda směrodatné odchylky	159	Barvy v ArcGIS	200	10.2.9 Další prvky mapového listu	251
Práce s výškopisnými daty v ArcGIS	102	VII. Kartografická generalizace	161	Barvy v QGIS	201	10.3 (Nejen) designové zásady obecně	251
Práce s výškopisnými daty v QGIS	103	7.1 Metody kartografické generalizace	164	Barvy v OCAD	202	10.4 Mapové styly	257
Práce s výškopisnými daty v OCAD	104	7.1.1 Abstrakce	164	IX. Písmo a popis	205	Mapový list a jeho prvky v ArcGIS	259
5.3 Metody znázornění výškopisu	105	7.1.2 Výběr	165	9.1 Písmo	206	Mapový list a jeho prvky v QGIS	263
5.3.1 Výškové body a kóty	105	7.1.3 Generalizace kvantitativních a kvalitativních charakteristik	166	9.1.1 Příklady písem ve světě	207	Mapový list a jeho prvky v OCAD	265
5.3.2 Orografické čáry	106	7.1.4 Geometrická generalizace	167	9.1.2 Anatomie a parametry písma	209	XI. Tisk map	269
5.3.3 Vrstevnice	106	7.1.5 Kresba přes míru	169	9.1.3 Písmo v počítači	214	11.1 Příprava mapových výstupů	270
5.3.4 Barevná hypsometrie	108	7.1.6 Posun	169	Kde vzít písma?	215	11.1.1 Pracovní postup tvorby mapy	270
5.3.5 Šrafy	114	7.2 Harmonizace	169	9.1.4 Charakteristiky vybraných druhů písma	216	11.1.2 Rozložení tiskového výstupu	272
5.3.6 Stínování	115	7.3 Generalizace jednotlivých prvků mapy	171	9.2 Popis mapy	220	11.1.3 Formáty mapových výstupů	272
5.3.7 Skalní kresba	118	7.3.1 Krajinný kryt – vegetace a vodní plochy	171	9.2.1 Psaní geografických názvů	220	11.1.4 Zpracování tiskových dat (RIP)	273
		7.3.2 Vodní toky	171	9.2.2 Standardizace geografických jmen na území Česka	223	11.1.5 Materiály pro tisk	274
						11.2 Techniky tisku map	274
						11.2.1 Ruční kresba	275

11.2.2	Dřevořez	275
10.2.3	Mědiryt	276
10.2.4	Litografie	276
10.2.5	Ofset	277
11.2.6	Digitální tisk	279
11.2.7	Sítotisk	280
11.2.8	Další tiskové techniky	281
11.3	Zpracovatelské práce	281
	Export mapových výstupů z ArcGIS	283
	Export mapových výstupů z QGIS	284
	Export mapových výstupů z OCAD	285
	Příprava tiskovin pro falcování a vazbu	285
XII.	Mapy na webu	289
12.1	Klasifikace elektronických map	290
12.2	Mapy na webu	291
12.3	Specifika kartografické tvorby pro elektronické mapy	293
	ArcGIS Online	294
	Webové mapy v QGIS	296
	OCAD Internet map	298

O autorech



RNDr. Jan Miklín, Ph.D. (* 1986) vystudoval fyzickou a environmentální geografii na Ostravské univerzitě. Pracuje jako geoinformatik v Agentuře ochraně přírody a krajiny na Správě chráněné krajinné oblasti Pálava. Na katedře fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity jako odborný asistent vyučuje kartografickou tvorbu. Je autorem koncepce a grafické úpravy učebnice, kapitol 1.7, 2.1, 2.3, 3.2, 4, 5.3, 6.1, 7, 8, 9.1, 9.3, 9.4, 9.5, 10, 11.1, 11.3, 12 a popisů praktických postupů v ArcGIS, spoluautorem kapitol 2.5 a 5.2.

Ing. Radek Dušek, Ph.D. (* 1962) vystudoval geodézii a kartografii na ČVUT. Pracoval jako geodet a vysokoškolský učitel. Na katedře fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity jako odborný asistent vyučuje předměty zaměřené na kartografii a geodézii. Je autorem kapitol 1.1–1.6, 2.2, 2.4, 3.1, 5.1, 6.2, 9.2 a spoluautorem kapitol 5.2, 11.2.



Mgr. Luděk Krtička (* 1978) vystudoval sociální geografii a regionální rozvoj na katedře sociální geografie a regionálního rozvoje Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity, kde pracuje jako odborný asistent se zaměřením na kartografii a geoinformatiku. Působí jako externí doktorand na Geografickém ústavu SAV a v Mapové komisi Mezinárodní federace orientačního běhu, kde se věnuje vývoji mapových specifikací. Je autorem kapitoly 6.3, popisů praktických postupů v OCAD a QGIS, spoluautorem kapitol 2.5 a 11.2.

Mgr. Oto Kaláb (* 1986) vystudoval ochranu a tvorbu krajiny na Přírodovědecké fakultě Ostravské univerzity, kde působí jako doktorand se zaměřením na ekologii rovnokřídlého hmyzu a zpracování prostorových dat v ekologii. Pracuje jako školitel QGIS v rámci GIS-Mentors (OpenGeoLabs). Zaměřuje se na open source nástroje a skriptování v Python a R. Je spoluautorem popisů praktických postupů v QGIS.



Úvodem

Vážení čtenáři,

tato kartografická učebnice vznikla s nemalou ambicí stát se **komplexním** (ale nikoliv vyčerpávajícím) **návodem pro tvorbu map**.

Moderní kartografie je disciplína, která kromě rozsáhlých znalostí, postupů a metod **vlastních** využívá poznatky mnoha **dalších oblastí**. Největší překryv má samozřejmě s oblastí geoinformatiky a geografických informačních systémů, kartograf se však neobejde bez částečných znalostí počítačové grafiky a databází, grafického designu, typografie, polygrafie či webových technologií.

Ačkoliv existuje poměrně dost českých i zahraničních učebnic kartografie, našli jsme dost důvodů, proč se pustit do přípravy další. Chtěli jsme totiž vytvořit učebnici:

- **moderní** (velká část – zejména těch českých – klasických, obsáhlých kartografických učebnic vyšla v minulém století a současné technologie příliš nereflktují);
- **názornou** (v tom nám byly vzorem

zejména cizojazyčné učebnice, které znalosti předkládají názorně, pochopitelně, na příkladech);

- **komplexní** (není samozřejmě možné do jedné knihy shrnout všechny znalosti kartografické, natož ještě dalších disciplín; na druhou stranu je v praxi často nemožné studovat sáhodlouhé odborné texty jiných oborů kvůli párdrobnostem, proto jsme to nejdůležitější shrnuli – byť s vědomím často velkého zjednodušení – do této knihy);
- **praktickou** (znalost teorie je samozřejmě důležitá a v době, kdy je díky snadné dostupnosti software i dat mapy velmi lehké tvořit dvojnásob, avšak zejména pro studenty jsou užitečné i praktické postupy, jak teorii aplikovat v běžných programech, používaných pro tvorbu map).

Podle této představy vznikl text, který ve dvanácti kapitolách **sleduje proces vzniku mapy** od plánování kartografického projektu přes práci s daty a jejich vizualizaci po pro-

dukci finálního díla, ať již tištěného nebo digitálního.

Kromě **teorie** (v rozsahu dle našeho názoru nutném pro pochopení základních principů) obsahuje učebnice i **praktické postupy** pro práci v programech **ArcGIS, QGIS a OCAD**, doplněné tipy na specifické programy či užitečné zdroje použitelné pro specifické úkoly. Jsme si vědomi, že právě v oblasti návodů pro praktickou práci bude učebnice nejrychleji zastarávat, ale snažili jsme se spíše než popis postupu „klik po kliku“ nebo opisování manuálů daných programů pospat obecně platné možnosti, postupy a tipy. V každé kapitole také uvádíme odkazy na zdroje, které jsme využívali, či které se dají použít pro rozšíření znalostí do větší hloubky.

Doufáme, že vám tato učebnice **pomůže k tvorbě lepších map**.

autoři

Našli jste chybu? Máte připomínku či názor? Napište nám: jan.miklin@osu.cz

Doporučené inspirativní kartografické učebnice a časopisy

BREWER, C. A. (2015). *Designing Better Maps: A Guide for GIS Users*. Redland: ESRI Press.

DENT, S. D., TORGUSON, J. S. & HODLER, T. W. (2008). *Cartography: Thematic Map Design*. Columbus: McGraw-Hill Education.

KRYGIER, J. & WOOD, D. (2005). *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS*. New York: The Guilford Press.

PETERSON, G. N. (2009). *GIS Cartography: A Guide to Effective Map Design*. Boca Raton: CRC Press.

SPIESS, E., BAUMGARTNER, U., ARN, S. & VEZ, C. (2005). *Topographic Maps: Map Graphics and Generalisation*. Wabern: Swiss Society of Cartography.

TYNER, J. A. (2010). *Principles of Map Design*. New York: The Guilford Press.

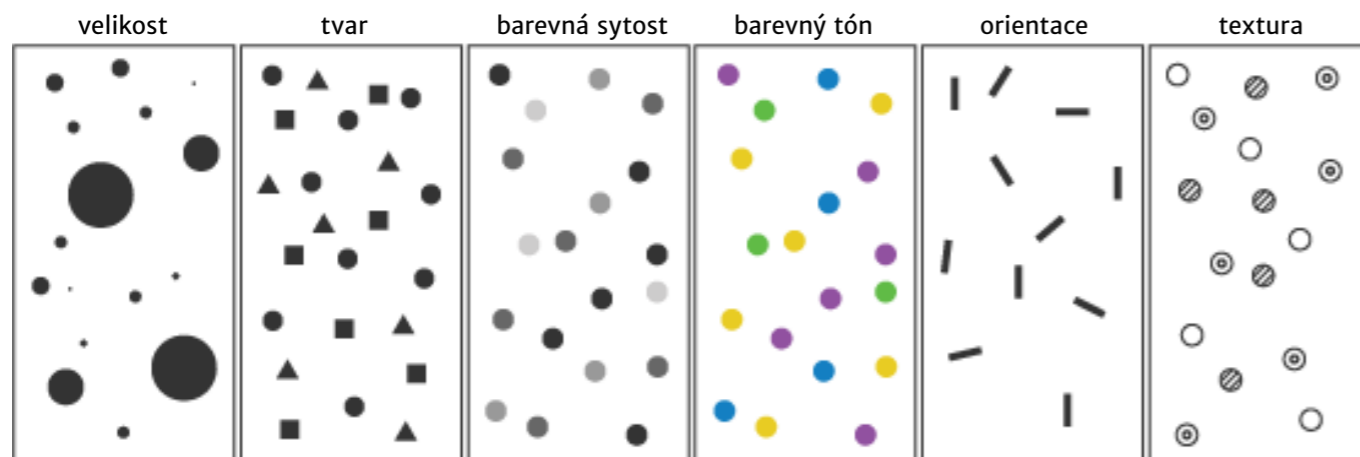
Cartographic Perspectives. Journal of the North American Cartographic Information Society. [\[www\]](#)

Journal of Maps. A forum for researchers to publish maps and spatial diagrams. [\[www\]](#)

Mapy

jako reprezentace světa





Obr. 1.2 – Bertinovy vizuální proměnné. [převzato z AXISMAPS]

např. větší kruh vyjadřuje větší počet, zelená asociuje vegetaci apod. Základní Bertinova koncepce byla dále rozvíjena a modifikována a je do dnešní doby základem pro tvorbu mapových značek (viz kap. 4).

Později vznikly další koncepce komunikace v kartografii, které byly přínosem pro teoretickou kartografii, ale jejich vliv již nedosáhl vlivu Bertinova grafického přístupu. Přehled a charakteristiky těchto koncepcí shrnuje PRAVDA 1995.

Na základě předchozího je možné konstatovat, že komunikace v kartografii je založena zejména na specifickém systému grafických znaků (tzv. kartografický jazyk), pomocí kterého v mapě zobrazujeme objekty a jejich vlastnosti. Významnou charakteristikou kartografického jazyka je skutečnost, že vedle informací o objektech a jejich vlastnostech poskytuje informaci i o jejich lokalizaci – význam má tedy i poloha znaku.

S rozvojem teorií mapové sémiotiky souvisí i používání pojmů „mapová značka“ a „mapový znak“. Pojem „mapová značka“ je běžně a dlouhodobě používán a jeho význam je jasný. S přihlédnutím k předcházející charakteristice sémiotického pojmu znak je zřejmé, že mapová značka je z hlediska sémiotiky znak. Někteří autoři proto přecházejí od tradičního pojmu „mapová značka“ k pojmu „mapový znak“. V kartografické literatuře je tedy možné se setkat s oběma pojmy, s tím, že většinou je možné je chápat jako synonymum, v některých případech je mapový znak používán jako obecnější pojem zahrnující v sobě mapové značky.

1.4 Matematické základy map

Se základními pojmy kartografie se setkávají žáci a studenti již od základní školy. Dále jsou tyto pojmy připomenuty a upřesněny.

1.4.1 Referenční plochy

Zemský povrch (georeliéf) je velmi složitá plocha, která je nevhodná pro matematické postupy používané v kartografii. Proto se nahrazuje plochami jednoduššími, které se označují jako referenční plochy. Ideu referenčních ploch přiblížíme na fyzikální podstatě vzniku planet a dalších vesmírných těles, které jsou tvořeny hmotou (je myšlena ideální, pružná homogenní hmota) a formovány příslušnými silami:

Hmota + gravitace → výsledkem je koule. Koule má jeden parametr, a sice poloměr R . Povrch koule je „jednoduchá“ plocha, na které je možné snadno provádět výpočty.

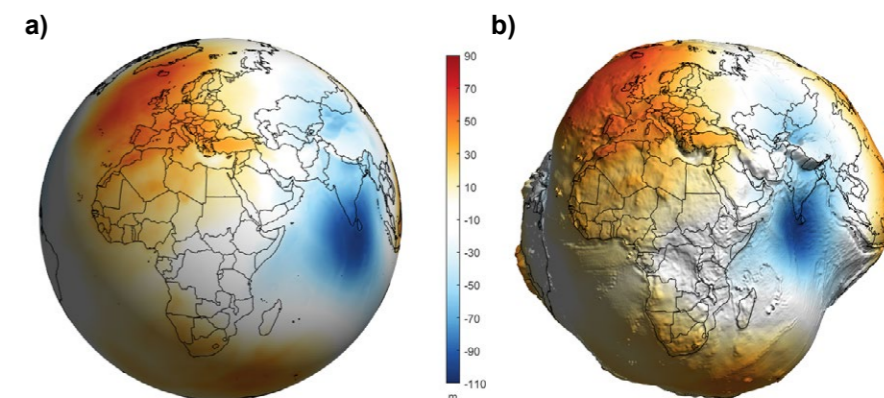
Hmota + gravitace + rotace → rotací se vlivem setrvačné odstředivé síly koule na pólech zploští a vznikne fyzikální těleso označované jako sféroid, které je prakticky totožné s rotačním (dvojosým), zploštělým elipsoidem (vzniká rotací elipsy

kolem kratší poloosy). Tento elipsoid má dva parametry – tzv. hlavní poloosu a , která je poloměrem rovníku, a vedlejší poloosu b , která je vzdáleností pólu od středu elipsoidu. Elipsoid je matematicky definovatelný, ale výpočty na něm jsou mnohem složitější než na kouli.

Nehomogenní hmota + gravitace + rotace → vlivem nerovnoměrného rozložení hmot uvnitř tělesa dochází k lokálnímu zvětšování nebo zmenšování tíhové síly a to vede k mírným nepravidlostem ve tvaru tělesa – vznikají místa mírně nad a mírně pod povrchem elipsoidu. Výsledná nepravidelná plocha se nazývá geoid. Geoid není exaktně matematicky definovatelný (matematicky se popisuje složitě pomocí rozvoju funkcí). Geoid je možné si představit jako klidnou mořskou hladinu (nepůsobí jiné síly než tíže) prodlouženou i pod pevninu.

Nehomogenní hmota + gravitace + rotace + geologické síly (vnější i vnitřní) → výsledkem je skutečný zemský povrch (georeliéf). Velmi nepravidelný a dynamický povrch Země bez vegetace a staveb.

Skutečný zemský povrch tedy nahrazujeme některou z uvedených jednodušších ploch, podle toho, jaké přesnosti při zpracování dat chceme dosáhnout, resp. jaké zjednodušení si „můžeme dovolit“. Geodetický (přesný) přístup vyžaduje počítat na elipsoidu. Geografický (všeobecný, méně přesný) přístup si převážně vystačí s koulí,



Obr. 1.3 – Dvě vizualizace geoidu: a) skutečný tvar geoidu – rozdíly mezi elipsoidem a geoidem odpovídají měřítku zmenšení, výsledkem je „hladká koule“; b) rozdíly mezi elipsoidem a geoidem zvětšeny 15 000x.

ale i v geografii se dnes běžně pracuje s daty určenými geodeticky, nebo jinými metodami s obdobnou přesností, a je tedy nezbytné se problematikou referenčních ploch zabývat podrobněji.

Vedle koule, elipsoidu a geoidu je možné jako nejjednodušší referenční plochu použít rovinu (zanedbáme zakřivení Země), ale samozřejmě pouze pro malé území.

Častou součástí textů o referenčních plochách jsou obrázky rotačních elipsoidů nebo geoidu. Tento přístup má významné úskalí, kterým je rozpor mezi názorností a výsledným dojmem obrázku. Aby byl rozdíl mezi elipsoidem a koulí na obrázku patrný, musí být zploštěn elipsoid velmi, velmi přehnaně oproti skutečnému zemskému elipsoidu (rozdíl hlavní a vedlejší poloosy elipsoidu je pouhých 21 km, tedy 0,3 procenta poloměru koule). Podobně rozdíly mezi elipsoidem

a geoidem, které jsou ve skutečnosti maximálně sto metrů, musí být mnohonásobně zvětšeny (obr. 1.3).

Skutečné rozdíly mezi reálnou Zemí a jejími jednoduššími náhradami je možné demonstrovat na příkladu glóbu o poloměru jeden metr – glóbus by byl tedy tak veliký jako dvoumetrový člověk, např. vyučující stojící před tabulí. V první fázi by se jednalo o dokonalou kouli, poté by se koule na pólech zploštila o 3 mm a vznikl by zmenšený zemský elipsoid – je pochopitelné, že tato změna tvaru koule by prakticky nebyla postřehnutelná. Model geoidu by se od elipsoidu lišil nerovnostmi o velikosti maximálně 0,02 mm (dvě setiny milimetru!), tedy nejen nepostřehnutelně, ale i prakticky neměřitelně. Je možné doplnit, že nejvyšší hora světa by na tomto modelu byla vysoká 1,4 mm. Vzhledem k výrobním nepřesnostem je tedy možné konstatovat,

že běžný stolní glóbus prezentuje Zemi nejen jako kouli, ale i jako elipsoid i jako geoid.

1.4.2 Velikost Země

Ať již nahradíme Zemi koulí nebo elipsoidem, je nutné **stanovit její velikost**, tedy poloměr koule nebo poloosy elipsoidu. Pro určení velikosti se prováděla měření na **zemském povrchu**, která se snažila tyto hodnoty určit. Protože není reálné změřit celý zemský povrch, prováděla se v historii geodetická a astronomická měření úseků poledníků a rovnoběžek na různých místech. Z těchto měření se potom počítaly parametry elipsoidu (a, b).

Měření probíhala **různými způsoby a na různých místech**, a proto vznikaly různé výsledky a tedy **různé elipsoidy** – ve světě se používá **několik desítek elipsoidů**. Příklady nejznámějších a nejpoužívanějších takto vzniklých historických elipsoidů jsou uvedeny v tab. 1.1. V posledním řádku je uveden v současnosti celosvětově **nejpoužívanější elipsoid**, který se používá i v rámci technologií satelitní navigace. Jeho parametry byly určeny (a jsou stále zpřesňovány) pomocí **moderních družicových metod**. V tabulce jsou uvedeny přibližné hodnoty poloos elipsoidů, a také tzv. **zploštění** $i = (a - b)/a$, které je často udáváno jako charakteristika tvaru elipsoidu.

V případě **určení velikosti referenční koule** je otázkou, jakou koulí elipsoid nahradit (uvažujeme pouze jeden z elipsoidů, např. WGS 84). Ve

Elipsoid	a [m]	b [m]	i	Použití
Airyho	6 377 563	6 356 257	1/299	Británie
Besselův	6 377 397	6 356 079	1/299	Česko Rakousko, Německo aj.
Krasovského	6 378 388	6 356 912	1/297	Rusko aj.
Hayfordův	6 378 245	6 356 863	1/298	USA aj.
WGS84	6 378 137	6 356 752	1/298	celosvětově pro GNSS

Tab. 1.1 – Příklady nejužívanějších elipsoidů a jejich parametry.

středoškolských učebnicích udávána **hodnota poloměru Země 6 378 km** je v podstatě **hodnotou hlavní poloosy elipsoidu (viz tab. 1.1)**. Taková koule se sice dotýká elipsoidu na rovníku, ale na pólech se od povrchu elipsoidu vzdaluje o 21 km. Možností **určit poloměr referenční koule je celá řada** a záleží na podmínkách, jaké pro výpočet klademe. Můžeme chtít např. shodu koule a elipsoidu v objemu, v povrchu, v délce poledníku a podobně. Mimo hodnotu velké poloosy elipsoidu je jako příklad možné uvést **6 371 km** – tato koule má s elipsoidem přibližně **stejný povrch i objem, 6 381 km** – tato koule se nejvíce **přimyká elipsoidu na území Česka** a je použita v **Křovákově zobrazení (viz kap. 3)**.

1.4.3 Zeměpisné souřadnice

V geografii se poloha bodů na zemském povrchu a v jeho blízkosti udává hodnotami **zeměpisných (geografických) souřadnic a nadmořské výšky**. Dále budeme uvažovat **referenční kouli** a na ní **zeměpisné souřadnice**, nadmořská výška bude detailně popsána v rámci **kapitoly 5**.

Zeměpisná šířka φ daného bodu je úhel mezi normálou („kolmicí“) k referenční ploše a rovinou rovníku. V případě koule prochází normála jejím středem a jedná se tedy o úhel mezi spojnicí bodu se středem koule a rovinou rovníku. Zeměpisná šířka nabývá hodnot 0° na rovníku až $\pm 90^\circ$ na pólech. Na severním pólu $+90^\circ$ nebo 90° severní zeměpisné šířky, případně 90° N, na jižním pólu -90° nebo 90° jižní šířky, také 90° S.

Zeměpisná délka λ daného bodu je úhel mezi nultým (základním) poledníkem a místním poledníkem, přičemž místní poledník prochází daným bodem. Zeměpisná délka nabývá hodnot 0° na základním poledníku až $\pm 180^\circ$ na protilehlém poledníku. Kladné hodnoty zeměpisné délky (do $+180^\circ$ nebo 180° E nebo 180° východní zeměpisné délky) jsou na východní polokouli, záporné hodnoty na západní (do -180° nebo 180° W nebo 180° západní zeměpisné délky). Na starých mapách je možné se setkat i s určováním zeměpisné délky v rozsahu 0° až 360° .

Na rozdíl od zeměpisné šířky, která je jednoznačně dána tvarem Země (rovník je na Zemi pouze je-



Obr. 1.4 – Výřez Komenského mapy Moravy [Amsterdam, N. I. Piscatore, 1630], Mollova mapová sbírka MZK. Na obrázku je patrné, že Opava leží cca na 40. poledníku, což odpovídá základnímu poledníku procházejícímu Kapverdským souostrovím, který byl používán nizozemskými kartografy v 16. a 17. století.

den), je **určování zeměpisné délky konvenční záležitostí**. Záleží na dohodě, který poledník bude považován za základní, protože poledníky jsou všechny stejné. V minulosti si jednotliví tvůrci map (později jednotlivé státy) stanovovali své **vlastní nulté poledníky** a od nich určovali zeměpisnou délku (obr. 1.4). Protože měření zeměpisných souřadnic se dříve provádělo **astronomicky**, volily se často **nulté poledníky procházející významnou astronomickou observatoří**. Povědomí o existenci různých základních poledníků je důležité zejména při zpracování historic-

kých dat, kdy je znalost základního poledníku nezbytná pro správnou lokalizaci zkoumaných objektů.

Příklady poledníků používaných v minulosti:

- **Ferrský** – dnešní **ostrov El Hierro** (nejzápadnější z Kanárských ostrovů), cca $-17^\circ 40'$. Zavedl ho již Ptolemaios, jako okraj tehdejšího známého světa. Po několik staletí používán mnoha evropskými státy. Do dnešní doby je „skryt“ v parametrech Křovákova zobrazení (viz kap. 3).
 - **Pařížský** – prochází pařížskou hvězdárnou, cca $+2^\circ 20'$. Největší rival Greenwichu při volbě mezinárodního poledníku, ve Francii byl používán více než 200 let, stálý zdroj francouzské národní hrdosti.
 - **Washington** – cca -77° . Celkem se ve městě vystřídaly **čtyři základní poledníky** vedoucí přes Kapitol, Bílý dům, starou a novou námořní observatoř. Od Washingtonského poledníku se vytyčovaly hranice států USA, které jsou často ve směru zeměpisné sítě (např. západní hranice Kansasu je 25° od Washingtonského poledníku).
- Z dalších historických např. poledník **Římský**, **Pulkovský** (hvězdárna u Petrohradu), **Antverpský**, **Krakovský** a další.

Greenwichský poledník používala Británie za svůj základní od založení **Královské observatoře** v roce 1675, ale není známa jeho tehdejší přesná poloha, která se několikrát změnila podle aktuální polohy astronomických přístrojů. Od me-

zinárodní konference z roku 1884 je používán **celosvětově jako základní poledník**. Průběh poledníku je vyznačen před observatoří a je známou turistickou atrakcí, ostatně **Královská observatoř** je společně s dalšími budovami a parkem památkou UNESCO **Maritime Greenwich**.

Hojně je diskutována skutečnost, že **přijímače satelitní navigace** na poledníku vyznačeném před observatoří **neukazují $0^\circ 00' 00''$** , ale cca $0^\circ 00' 05''$ z. z. d. Z toho vyplývá, že **nultý poledník se nachází asi 100 m východně od vyznačené atrakce**. Tento rozdíl je znám od r. 1969 a je důsledkem **zavedením geodetických souřadnic** místo souřadnic astronomických při používání družicových metod navigace. Detailní vysvětlení je poměrně komplikované (podrobnosti v MALYS ET AL. 2015), ale je možné uvést zjednodušené vysvětlení.

Astronomická měření, dříve používaná pro určování souřadnic, jsou vždy **vztažena k místní svislici**, kterou je možné snadno **realizovat olovnicí**. Pokud bychom směr olovnice prodloužili do nitra Země, tak by tato přímka **neprocházelá středem, těžištěm Země** – to je způsobeno nehomogenitami v rozložení hmoty, které jsou uvedeny výše u pojmu **geoid**. Při používání družicové navigace není určení souřadnic závislé na místním směru tíže, ale na **směru k těžišti, okolo kterého družice obíhají** – takto určené souřadnice se označují jako **geodetické**. Při zavádění světových geodetických systémů souřadnic

(předchůdci dnes používaného WGS 84) byla snaha, aby se **geodetické souřadnice co nejméně lišily od astronomických**, proto byl za základní poledník ponechán Greenwichský poledník pouze s tím, že **rovina tohoto poledníku se rovnoběžně posunula** (nikoli pootočila) tak, aby procházela zemskou osou. Jelikož je pro určování zeměpisných délek rozhodující čas (v souvislosti s rotací Země) a jelikož jsou obě roviny rovnoběžné a v jeden okamžik míří stejným směrem – nedošlo k žádné změně ostatních zeměpisných délek. Není tedy pravda, že by se celá síť poledníků pootočila o pět úhlových vteřin. I když dnes přijímače družicové navigace neukazují na vyznačeném poledníku přesnou nulu, je tento poledník stále principiálním základem pro měření zeměpisných délek na celém světě.

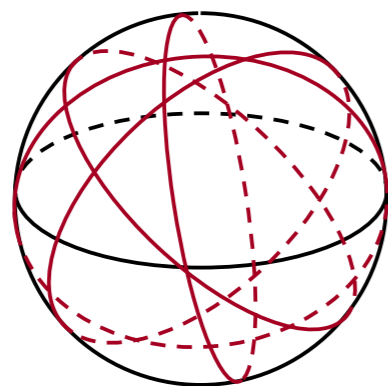
Zeměpisné souřadnice jsou úhly a zapisují se tedy v **úhlových jednotkách (stupně, minuty, vteřiny)**, přičemž se používají různé formáty zápisu. Bod o zajímavých souřadnicích, který se nachází v Ostravě nedaleko Slezskostravského hradu, lze zapsat:

$\varphi = 49^{\circ}49'49,4''$ s. z. š.
 $\lambda = 18^{\circ}18'18,1''$ v. z. d.
 nebo
 $\varphi = 49^{\circ}49,823'$ s. z. š.
 $\lambda = 18^{\circ}18,301'$ v. z. d.
 nebo
 $\varphi = 49,83039^{\circ}$ s. z. š.
 $\lambda = 18,30503^{\circ}$ v. z. d.

1.4.4 Významné křivky na kulové ploše

Pro geografické účely je možné si vystačit s **referenční kulovou plochou** a na ní provádět potřebné výpočty na základě postupů **sférické trigonometrie** – ty nejsou obsahem tohoto textu a pro informace je nutné nahlédnout do literatury z oblasti matematiky nebo matematické kartografie (např. ČAPEK ET AL. 1992). Dále budou charakterizovány pouze **dvě křivky na kulové ploše** (na sféře), které jsou klíčové pro praktické geografické úlohy.

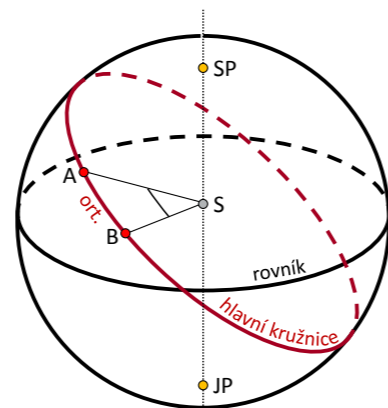
Ortodroma je nejkratší spojnice dvou míst na kulové ploše. Jedná se o **oblouk hlavní kružnice**, ta vzniká jako řez kulové plochy rovinou procházející středem koule. Je to **největší možná kružnice na kouli**, má střed ve středu koule. Nesprávné pojmy **velká kružnice**, nebo dokonce **velký kruh**, se kterými je možné se



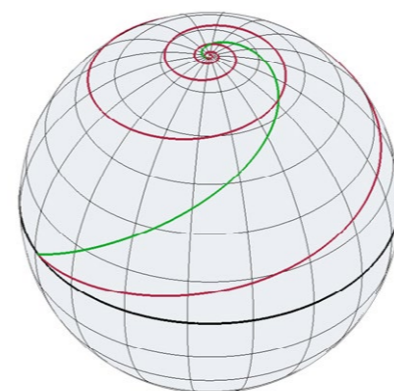
Obr. 1.5 – Hlavní kružnice – černě rovník, červeně příklady ostatních hlavních kružnic.

v literatuře setkat, vznikly chybným překladem anglického *great circle*. **Hlavní kružnicí** je např. **rovník** a každé dva protilehlé poledníky (poledníky jsou pochopitelně půlkružnice). Obecně je možné si hlavní kružnici představit jako „nakloněný rovník“, **obr. 1.5. Dvěma libovolnými body na kouli lze proložit hlavní kružnici.** Pokud body nejsou protilehlé (neleží na stejném průměru), lze jimi proložit **právě jednu hlavní kružnici a kratší oblouk této kružnice je nejkratší spojnici bodů** po povrchu koule a nazývá se **ortodroma** (obr. 1.6).

Je zřejmé, že **ortodroma** (ze starořeckého ὀρθός, *orthos* = správný, přímý; δρόμος, *dromos* = cesta, běh, tedy „přímoběžka“) je **základem pro námořní i leteckou navigaci**. Pro ortodromu platí **Clairautova rovnice**: pro jednotlivé body ortodromy je součin poloměru rovnoběžky (r) a cosinu azimutu (A) konstantní



Obr. 1.6 – Ortodroma (ort.) jako kratší oblouk hlavní kružnice mezi dvěma body.



Obr. 1.7 – Loxodroma – znázorněn průběh loxodrom pro azimuty 55° a 80° .

($r \cdot \cos A = \text{konst.}$). Z tohoto vztahu vyplývá, že **azimut ortodromy se v jejím průběhu mění**. Azimut byl základem pro navigaci podle kompasu. Při **plavbě po ortodromě** by bylo nutné **neustále azimut přepočítávat a měnit**. Tuto činnost dnes dělají autopiloty, ale v historických dobách tento postup nebyl možný. Výhodnější proto bylo plout po delší trase, která měla ve svém průběhu **konstantní azimut – po loxodromě**.

Loxodroma (z řeckého λoξός, *loxos* = šikmý; anglicky *loxodrome* nebo *rhumb line*) je **křivka konstantního azimutu**. Pro obecný azimut je to **spirála**, která se stáčí okolo pólů (obr. 1.7). Pro $A = 0^{\circ}$ nebo 180° je totožná s poledníkem, pro $A = 90^{\circ}$ nebo 270° je totožná s rovnoběžkou. Pro obecný azimut je **oblouk loxodromy delší než ortodroma**, ale pro vzdálenosti do 1000 km jsou rozdíly zanedbatelné. Loxodroma má řadu zajímavých vlastností, a i přes pokles jejího významu s nástupem



Obr. 1.8 – Schematické znázornění postupů vzniku mapy pro definici měřítka.

družicové navigace je stále obsahem všech námořních i leteckých navigačních příruček.

1.4.5 Měřítka

Měřítka mapy, dále pouze **měřítka**, je klíčovým pojmem v kartografii. Měřítka **charakterizuje zmenšení mapy**, ale známá definice, že je to „**poměr délky na mapě a ve skutečnosti**“ je značně **zjednodušená**. Tato definice je platná v případě mapy, nebo lépe plánu, bytu, zahrádky, náměstí nebo jiného malého území. V těchto případech vzniká kresba mapy jako skutečné geometrické zmenšení rozměrů zjištěných v realitě (u délek automaticky předpokládáme, že se jedná o délky vodorovné).

V případě **map větších území** již není možné postupovat takto jednoduše. Objasníme pojem měřítka na **příkladu tvorby mapy hranice ČR**. Jako referenční plochu uvažujeme kouli. Státní hranice je v terénu vytyčena a označena lomovými body o známých souřadnicích. Tyto body ze skutečnosti, z terénu **převéde na povrch koule** – postup je jednoduchý, promítneme je pomocí paprsků směřujících do středu koule. Dostaneme **obraz hranice na kouli**. Protože se promítací paprsky

sblíhají a protože celé území ČR leží nad referenční koulí (nad mořskou hladinou), **délky mezi body se tímto postupem zmenšily**, v závislosti na nadmořské výšce bodů. V dalším kroku obraz z koule **převéde do roviny**. V kapitole 3 je objasněno, že při převodu z kulové plochy do roviny, který se nazývá **kartografické zobrazení**, **nelze zachovat všechny délky**. Je možné zachovat jen některé, tzv. **nezkreslené délky**. Tímto krokem vznikla **mapa v měřítku 1 : 1**, kterou **geometrickým zmenšením** převéde do požadované velikosti, např. do měřítka 1 : 1 000 000. Uvedený postup je schematicky znázorněn v **horní polovině obr. 1.8**. Při tomto schématu je možné **definovat měřítka jako „poměr nezkreslené délky na mapě a odpovídající délky na referenční ploše“**. Tato definice je správná, protože uvažuje jen délky, které se zobrazením nezměnily.

Uvedená definice ale **není univerzální**, protože **existují zobrazení, která nezachovávají žádné délky**, tedy neexistují u nich nezkreslené délky. Na mapě tedy **není žádná délka**, kterou by bylo možné použít pro definici měřítka. V tomto případě je možné upravit představu postupu vzniku mapy do podoby zobrazené

v **dolní polovině obrázku (obr. 1.6)**. Referenční plochu nejprve zmenšíme v požadovaném měřítku – tím se zmenší všechny délky. Zmenšená referenční plocha je označena jako **glóbus**. A teprve z této zmenšené plochy zobrazujeme do roviny. Na mapě sice nejsou nezkreslené délky, ale měřítko můžeme definovat jako „**poměr zmenšení referenční plochy, ze které mapa vznikla**“. Tato definice je sice univerzální, ale pro běžný život příliš abstraktní, proto je dostačující užívat definici s nezkreslenými délkami.

Pro úplnost je možné uvést, že ojedinele se lze na mapách setkat také s **plošným měřítkem**, které vyjadřuje příslušný poměr ploch se všemi omezeními uvedenými u dělkového měřítka.

O způsobech, jak **měřítko uvádět v mapě**, pojednává kapitola 10.

S měřítkem se pojí dva **významné kartografické pojmy**, a sice **velké měřítko a malé měřítko** (případně **střední měřítko**), resp. **mapy velkého a malého měřítka**. Přesto, že vysvětlení těchto pojmů není nijak komplikované, je jejich záměna jednou z nejčastějších chyb při používání kartografické terminologie. Měřítka je číslo, které se **zapisuje jako poměr, tedy zlomek**, ve formě **1 : M**, např. **1 : 25 000**. Všechna měřítka (jako čísla) jsou **menší než 1** a to mnohokrát menší než jedna, protože měřítka např. **1 : 40 000 000** jsou v geografii běžná. I když jsou **čísla menší než jedna**, je možné standardním způsobem **porov-**

návat, které je větší a které menší. A stejným způsobem se porovnávají měřítka, tedy **1 : 50 000 je větší než 1 : 500 000; 1 : 250 000 je větší než 1 : 40 000 000**. Velikost měřítka se tedy hodnotí podle měřítka (toto je snad zcela pochopitelné) a **nikoliv podle hodnoty jmenovatele**.

Zbývá stanovit hranice mezi velkým, středním a malým měřítkem. Tyto hodnoty jsou konvenční, z pohledu geografického se odlišují:

- **mapy velkého měřítka** – měřítka do 1 : 200 000 (tedy např. 1 : 5 000, 1 : 75 000...),
- **mapy středního měřítka** – 1 : 200 000 až 1 : 1 000 000,
- **mapy malého měřítka** – měřítka od 1 : 1 000 000 (např. 1 : 20 000 000).

1.5 Původní a odvozené mapy

Mapy se dělí podle nejrůznějších kritérií, ale tato dělení nejsou pro kartografickou tvorbu podstatná s výjimkou kategorií **původní mapy a odvozené mapy**. Kategorie se vymezují na **základě způsobu vzniku map**, na základě jejich **původu**.

Původní mapy vznikají z **měření**, kdy na začátku procesu kartografické tvorby **není mapa, ale data**, která byla získána přímo mapováním daného území. Specifikem tohoto postupu je možnost **ovlivnit sběr dat tak**, aby data odpovídala požadovanému výsledku. Požadavky na mapu se promítají do mapování z hlediska použitých metod, obsahu, podrobnosti, přesnosti. Jestliže probíhá mapování

pro katastrální účely, není třeba se zabývat georeliéfem, naopak při geomorfologickém mapování je detailní mapování reliéfu nezbytné a nejsou podstatné hranice pozemků. Data, která vznikla takovým způsobem, ve velké míře **odpovídají požadovanému kartografickému modelu** a hlavní činností kartografa je jejich **vizualizace**.

Podkladem pro **odvozené mapy** jsou již **existující mapy**, případně **další geodata**. V tomto případě je nezbytné z **podkladů model vytvořit a následně vizualizovat**. Je zřejmé, že v tomto případě jsou činnosti kartografa značně rozsáhlejší a **model je omezen dostupnými daty (viz kap. 2)**.

1.6 Projektová příprava mapy

V době před digitálními technologiemi byly **jednotlivé kroky v procesu tvorby mapy jasně odděleny** a tyto kroky realizovali odborníci na danou problematiku. Součástí procesu byli např. odborníci na zřizování geodetických bodů, na podrobné mapování, na návrh obsahu mapy, na tvorbu vrstevnic, na kreslení mapového obsahu, na tisk map. Celý proces mapy byl tak **jasně strukturován**, skládal se z navazujících, ale relativně samostatných kroků. Tomu odpovídala i **struktura projektu mapy** nebo jiného kartografického díla.

V současnosti může **celý proces mapové tvorby menšího rozsahu zvládnout jednotlivec vybavený potřebnými technologiemi**

(družicová navigace, geografický informační systém, grafický program apod.), které jsou dnes snadno dostupné. Jednotlivé části procesu tvorby mapy již nejsou tak striktně odděleny, **prolínají se a překrývají**.

I přes tyto skutečnosti, které mapovou tvorbu **významně posunuly a zjednodušily**, je vhodné při tvorbě i jednoduchých map provést **projektovou přípravu**, která je samozřejmostí u velkých producentů. Ta může mít formu **utříděných a jasně formulovaných myšlenek**, např. pro jednoduchou seminární práci, nebo **několikastránkové textového materiálu** v případě „velkých zakázek“. Projekt mapy by měl předem **odpovědět na podstatné otázky**, které sebou její zpracování přináší. Zpracováním projektu se autor nebo vydavatel **vyhne problémům**, která mohou proces tvorby zdržet nebo prodražit. Detaily projektu se **odvíjejí od konkrétní situace**, kdy např. v jednom případě měřítko mapy a velikost zobrazovaného území rozhoduje o formátu mapy, jindy omezený formát, daný možnostmi tisku, rozhoduje o měřítku. Ve všeobecnosti je možné uvést následující položky, která je nutné stanovit nebo upřesnit:

- **účel mapy** – k jakému účelu má mapa sloužit, pro jaké uživatele je určena. Od tohoto bodu se odvozuje zejména název, obsah mapy a návrh značkového klíče;
- **název** – měl by výstižně charakterizovat obsah mapy, území, či uvést čas, ke kterému se obsah vztahuje;

- **způsob publikování** – technologie tisku, pokud má být výsledkem analogová mapa, případně formáty a další vlastnosti digitálních map, odvíjí se od účelu. Stanovený způsob publikování ovlivňuje přímo nebo nepřímo velkou část ostatních položek a je tedy nutné ho stanovit již na začátku tvorby;
- **měřítko** – definuje podrobnost, ale i přesnost obsahu, rozhoduje také o výsledné velikosti mapy;
- **vymezení zobrazovaného území** – nejde jen o vymezení území, např. ČR, ale i o způsob znázornění: bude vytvořena ostrovní mapa končící na hranicích, nebo bude v mapě i okolí ČR, jak velké okolí...;
- **kartografické zobrazení** – volba se odvíjí od účelu mapy a charakteristik území, může být ovlivněna použitými daty. Rozhoduje o výsledném tvaru i velikosti zobrazeného území;
- **klad mapových listů** – v případě nutnosti více mapových listů, se určuje jejich velikosti, způsob dělení území, případně další vlastnosti, např. překryty;
- **styl mapy** – jedná se o celkovou grafickou koncepci mapového díla, vychází z účelu, ale z velké části je individuálním „otiskem“ autora, promítá se do všech grafických prvků mapy;
- **kompozice mapy** – definuje umístění jednotlivých prvků díla na výsledném formátu (mapové pole, název, legenda...). Při jejím návrhu hraje roli účelnost i estetika;

- **obsah mapy** – je dán primárně účelem, ale ovlivňuje ho i podoba značkového klíče, použitá písma a další;
- **značkový klíč** – návrh značek, včetně použitých velikostí (stupnic) a barev. Vychází z účelu a je ovlivněn stylem i zvoleným způsobem publikování, měřítkem atd.;
- **písma** – jaká písma, jaké parametry, velikosti, barvy...;
- **podklady** – zdroje dat, způsoby předzpracování dat, rozhoduje i finanční hledisko;
- **technologie zpracování** – v současnosti převážně volba počítačového programu, případně programů;
- **časový harmonogram**;
- **způsob kontroly kvality** – vzhledem k „autorské slepotě“ nejvíce kvalitě prospívá nezávislá kontrola v různých fázích zpracování, minimálně před publikací díla.

Seznam není úplný, některé z uvedených položek nemusí být relevantní (např. klad mapových listů), některé mohou být jednoznačně dány zadáním a není třeba je promýšlet, některé mohou být rozšířeny nebo doplněny – např. při tvorbě internetové mapy může být řešen způsob změny měřítka (zda plynulá nebo skoková změna) apod.

Detailní popis uvedených činností je obsahem dalších kapitol textu.

1.7 Software v počítačové kartografii

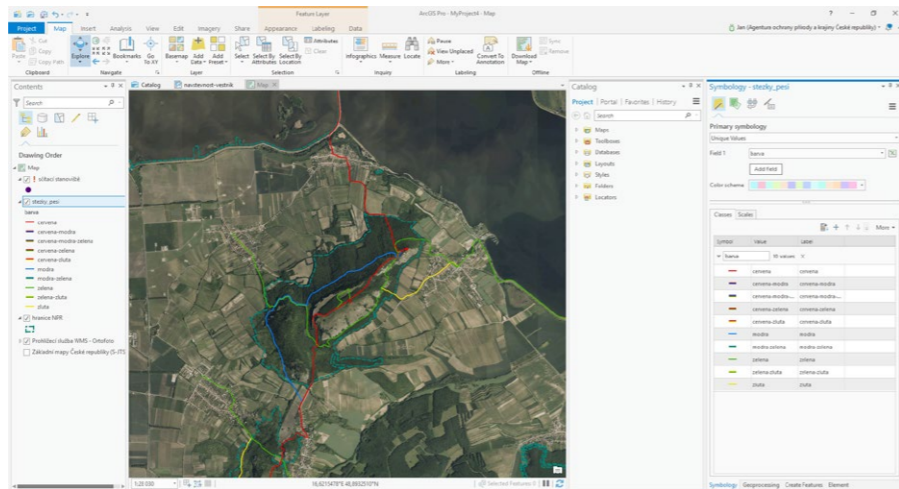
Programy pro tvorbu map lze dělit v zásadě do čtyř hlavních skupin:

- programy geografických informačních systémů (GIS);
- kartografické a CAD (Computer Aided Design) programy;
- grafické programy;
- specializované nástroje a programy.

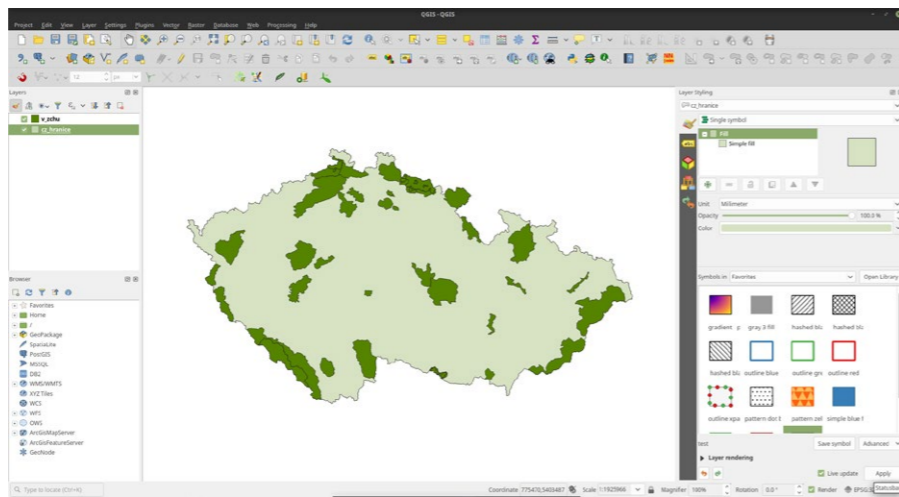
Geografické informační systémy (GIS) slouží pro správu, analýzu a vizualizaci geografických dat. Primární důraz bývá kladen právě na analýzu dat, a přestože prakticky všechny GIS programy umožňují vytvářet mapy, často jim chybí pokročilé funkce zaměřené na grafickou stránku mapy, ať již jde o práci se symboly, předtiskovou přípravu nebo správu barev. Příkladem je Esri ArcGIS (obr. 1.9), Intergraph Geomedia, MapInfo nebo QGIS (obr. 1.10).

Kartografické programy spadají do širší skupiny CAD programů, zaměřených primárně na vizualizaci dat a počítačové projektování. Na rozdíl od GIS software tedy umožňují pokročilejší práci s grafickou stránkou geodat, ale jen omezené možnosti analytických nástrojů či práci s atributovou složkou. Příkladem je OCAD (obr. 1.11), Bentley Map/Microstation, nebo AutoCAD Map 3D.

Grafické programy slouží obecně k práci s počítačovou grafikou, nabízejí tedy nejširší možnosti práce s grafickými efekty sazbou map, ale prakticky žádné nástroje pro správu geodat jako takových. Obvykle se liší software pro práci s rastry (Adobe Photoshop, Gimp), vektorovou grafikou (Adobe Illustrator, Inkscape) a sazbou (Adobe InDe-



Obr. 1.9 – Pracovní okno ArcGIS Pro.

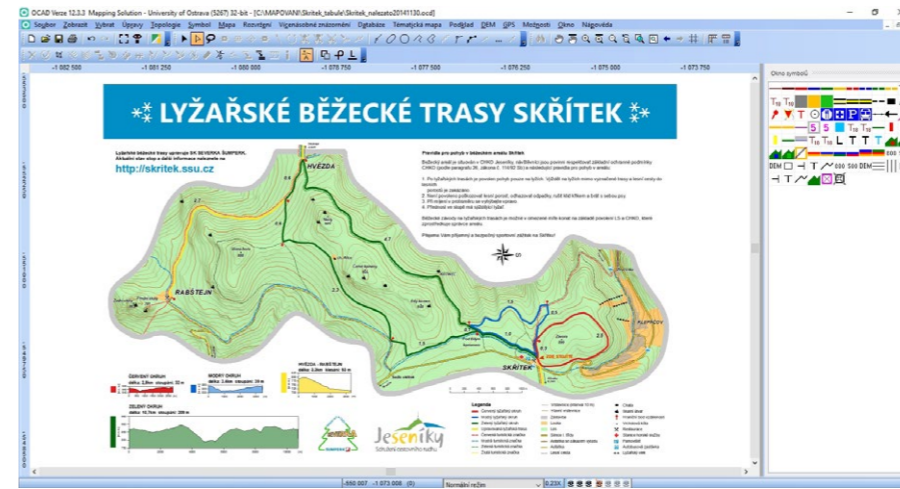


Obr. 1.10 – Pracovní okno QGIS.

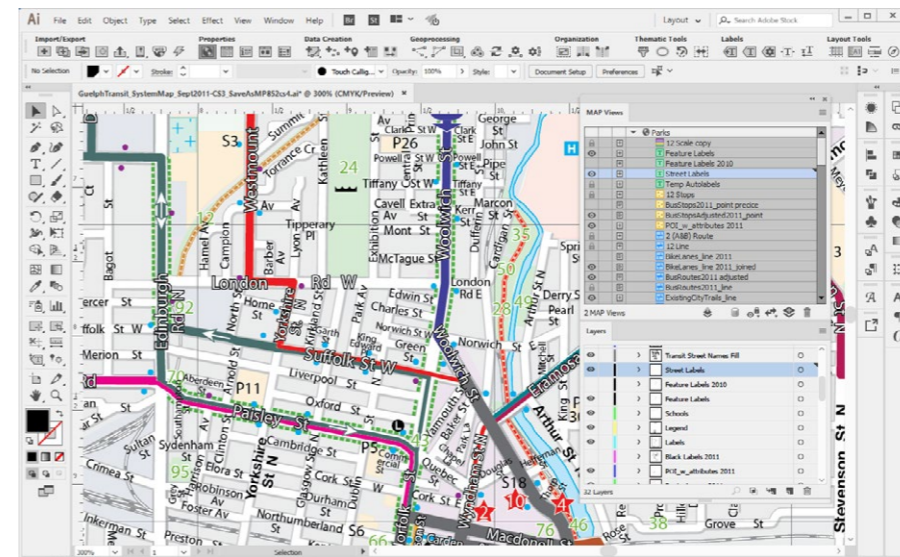
sign, Quark XPress). Pro Adobe Illustrator existuje specializovaný kartografický doplněk Avenza MAPublisher (obr. 1.12), který umožňuje přímou práci s geodaty v prostředí Illustrator.

Využití konkrétních programů a postupů záleží na konkrétní mapě

a jejích tvůrcích. Kartograf jako takový potřebuje GIS zejména pro automatizované generalizační funkce, pro samotnou tvorbu map jsou vhodnější programy zaměřené na digitální kartografii (i když i GIS software často obsahuje velmi pokročilé kartografické funkce a možnosti).



Obr. 1.11 – Pracovní okno OCAD.



Obr. 1.12 – Pracovní okno Adobe Illustrator s doplněkem MAPublisher [převzato z MACBED]

Trendem posledních let (nejen v GIS a kartografii) je posun z desktopových verzí a lokálních dat k cloudovým službám a sdílení dat, a nákupu software formou předplatného namísto „krabicových verzí“.

Esri ArcGIS

Systém ArcGIS, vyvíjený firmou Esri (ta byla založena v roce 1969) je světově nejrozšířenějším a nejrozsáhlejším GIS programem. První verze

s grafickým rozhraním (ArcView) byla uvedena v roce 1991, v roce 2000 ji nahradila produktová řada ArcGIS for Desktop (se třemi úrovněmi funkcionality). Poslední produktovou řadou je ArcGIS Pro odpovídající současným možnostem výpočetní techniky, sdílení a nárokům na ovládání a design.

V současné době jsou vydávány zároveň další verze ArcGIS for Desktop 10.x i ArcGIS Pro. Funkcionalita ArcGIS pro je (zejména v oblasti specializovaných analytických nástrojů) stále menší než ArcGIS 10.x, nicméně během několika následujících let bude pravděpodobně vývoj řady 10.x ukončen a plně nahrazen verzí Pro. Komplikací při vzniku této učebnice bylo právě toto přechodné období – ne všechny kartografické funkcionality z 10.x verzí jsou v ArcGIS Pro dostupné a ArcGIS Pro prochází přetokným vývojem a dostupné možnosti se neustále mění, na druhou stranu jde o perspektivní verzi a psát učebnici na verzi 10.x (která je vzhledově, organizačně pracovního prostředí a způsobem ovládání výrazně odlišná) by bylo zbytečné. V některých případech jsme ale zmínku o určité funkcionality ve starší verzi (pojmem „starší verze“ v této učebnici rozumíme verze ArcGIS 10.x) doplnili s tím, že pravděpodobně ji lze v některé z dalších verzí ArcGIS Pro očekávat. V případných dalších verzích učebnice tyto části doplníme/upravíme podle aktuálního stavu ArcGIS Pro.

Kromě samotného ArcGIS for Desktop jsou součástí celého GIS systému Esri např. ArcGIS for Server, ArcGIS Online, mobilní a vývojová prostředí a další.

Základním způsobem práce v ArcGIS Pro jsou projekty (Project). Jedná se o soubory map, uložených dat, stylů, geoprocessingových nástrojů, skriptů, připojení ke složkám, k serverům apod. Z hlediska digitální kartografie jsou důležité zejména mapy (map = prostředí obsahující mapové vrstvy s nastavením symbolů – de facto analogie Data frame), scény (scene = prostředí pro práci a vizualizaci trojrozměrných dat), mapové listy (layout, obsahující jedno nebo více mapových polí, legendu a další prvky mapového listu) a styly (*.stylx).

Vlastní styl lze založit v záložce Insert > Styles > New, existující styly pak prohlížet v Catalog (panel Details ukazuje, co je v daném stylu uloženo, v tomto rozhraní lze jednotlivé prvky mezi styly kopírovat nebo přímo zakládat nové – Home > New Item). Styl je soubor s koncovkou *.stylx, který může obsahovat nastavení nejrůznějších prvků, textů, barvy apod. Stylový soubor je možné sdílet s jinými uživateli, nebo si v něm přenášet vlastní nastavení mezi různými počítači apod. Stylové soubory ze starších (desktopových) verzí (*.style) je možno importovat a přeložit. Je potřeba dávat pozor na to, že *.style soubory nejsou zpětně kompatibilní (tzn. *.style soubor uložený ve verzi 10.3 nebude možné načíst v 10.2 apod.). Pokud chceme vytvořit *.style soubor pro veřejné použití, je nutné jej vytvářet v co nejstarší verzi, aby byla doazena maximální kompatibilita.

QGIS

QGIS, dříve Quantum GIS, je open source software publikovaný pod licencí GNU GPLv2. Projekt byl založen v roce 2002 s myšlenkou vytvoření prohlížečky dat pro databázi PostGIS pro Linux. První verze QGIS 1.0 byla ale vydána až v roce 2009, v té době již byl multiplatformním (MS Windows, OS X, GNU/Linux) GIS softwarem s možností prohlížení, editace a analýzy dat. V současnosti je QGIS vyvíjen širokou komunitou dobrovolníků i profesionálů a zaštiťuje jej celosvětová nezisková organizace QGIS.ORG. Je financován z darů jednotlivých osob, organizací i firem.

Současně jsou ve vývoji dvě verze: LR (regular release) – pravidelná verze, každé čtyři měsíce nová, a LTR (long term release) – vychází jednou za rok překlopením poslední LR verze. Každý měsíc vychází drobné úpravy a opravy v obou verzích (PR – point release). V učebnici se věnujeme práci v QGIS řady 3, kde došlo oproti QGIS 2 k velkým interním změnám (úprava kódu, přechod na Python 3 a Qt 5), byla přidána řada drobných vylepšení, ale i zcela nových funkcionalit (3D Map View, Map View).

Práci s celou škálou rastrových a vektorových formátů a souborových databází v QGIS zajišťuje knihovna GDAL. Kromě nativních nástrojů a nástrojů GDAL, je možné v rámci Processing toolboxu spouštět funkce GRASS GIS a SAGA GIS. Všechny tyto funkce lze řetězit v grafickém modelu, nebo lze psát vlastní Python skripty.

Základem práce v QGIS je projekt (*.qgs), což je XML soubor, ve kterém jsou uloženy cesty k jednotlivým zdrojům dat, stylování, mapové kompozice, nastavení a další informace. Projekt je možné uložit i do souboru *.qgz, zip kontejneru, ve kterém je uložený soubor *.qgs a případné doplňující soubory, např. databáze *.qgd.

Nastavení

V menu Settings > Options je možné nastavit např. chování při založení nového projektu, výchozí souřadnicový systém, chování výběru souřadnicového systému při přidání vrstvy s neznámým souřadnicovým systémem, možnosti vykreslování a další parametry. V rámci konkrétního projektu lze potom měnit nastavení v menu Project > Properties. Zde lze nastavit souřadnicový systém, elipsoid a jednotky pro měření, vypnutí projekce, výchozí styly pro jednotlivé datové typy, a další.

Styly vrstev lze ukládat do souborů *.sld nebo *.qml (QGIS Layer Style File), v rámci projektu je možné vytvořit pro jednotlivé vrstvy seznam stylů pro rychlé přepínání. Jednotlivé symboly můžeme ukládat do knihovny stylů.

Standardními součástmi okna QGIS jsou:

- lišty nástrojů – rozděleny dle funkcionality, do lišt lze také přidat jednotlivé funkce z processing toolboxu;
- panel seznamu vrstev (Layers) zobrazuje všechna data, která

v projektu máme. Jednotlivé vrstvy lze seskupovat do skupin a měnit jejich pořadí vykreslování. U jednotlivých vrstev lze zobrazit počet prvků a po najetí kurzorem na název vrstvy se zobrazí typ dat, souřadnicový systém ve formě EPSG kódu a zdroj dat;

- panel zpracování dat (Processing Toolbox), kde je přístup jednotlivým nástrojům podle poskytovatele a zaměření, součástí je jednoduchý filtr;
- panel stylování (Layer Styling), který slouží ke změně symbologie a popisků ve vrstvě. Tyto změny vidíme v reálném čase;
- panel prohlížení souborů (Browser), ve kterém lze procházet adresáře, připojení webových služeb a databází. Přetažením položky z prohlížeče do seznamu vrstev nebo mapového okna lze snadno přidávat data do projektu;
- atributová tabulka (Attribute Table), tu lze zobrazit buď v samostatném okně nebo jako panel.

Jednotlivé panely a lišty lze organizovat dle potřeby – přesouvat tažením, odebírat nebo přidávat pomocí menu View > Panels (resp. View > Toolbars). Pro skrytí všech panelů slouží klávesová zkratka Ctrl + Tab, pro zobrazení pouze hlavního mapového okna potom zkratka Ctrl + Shift + Tab. V rámci lišt lze přidávat a odebírat i jednotlivé nástroje. V menu View můžeme také přidat další mapové okna Map View, nebo 3D mapové okno (3D Map View).

OCAD

OCAD je komerční kartografický program vyvinutý pro tvorbu map všech druhů. Původně byl vyvíjen od roku 1989 Hansem Steineggerem jako software pro tvorbu digitálních map pro orientační běh, v průběhu času se vyvinul v univerzální kartografický program používaný v řadě oblastí. Od roku 2004 je program vyvíjen pod hlavičkou švýcarské firmy OCAD AG. Poslední vydanou verzí je OCAD2018, program je v současnosti distribuován v několika výkonnostních verzích, z nichž OCAD2018 Mapping Solution nabízí veškeré dostupné funkce. Prodej tohoto software je v současnosti řešen formou předplatného, zdarma k dispozici je pouze verze OCAD Viewer sloužící jako prohlížeč projektů.

Je vhodné zmínit některá specifika oproti GIS programům. Veškerá vektorová kresba je uložena v samostatném projektovém souboru s příponou *.ocd. Související atributová data jsou načítána ze samostatně uložených souborů na disku (dBase, Microsoft Access, Excel nebo lze využít připojení k dalším databázím přes ODBC). Rastry jsou standardně načítány z disku, digitální model reliéfu je ukládán do samostatného souboru s příponou *.ocdDem.

Již při založení nového projektu je nutné specifikovat měřítko mapy. To je na jednu stranu omezující (nedochází k přechodu do jiného měřítko, pracuje se pouze se zvětšením pohledu v daném měřítku), na

druhou stranu se jedná o výhodu, neboť uživatel může snadno vizuálně detekovat konflikty objektů v mapě a řešit je. Převody do jiného měřítko je nutné provést zabudovanou funkcí. Při založení projektu je také možné vybrat některý z předdefinovaných značkových klíčů, častěji si však jednotliví kartografové definují barvy a mapové značky sami.

Systém vrstev, tak jak je známý z GIS, zde najdeme v odlišné podobě. V OCADu je k dispozici Okno symbolů, které obsahuje nedefinované mapové značky. Každá značka de facto simuluje vrstvu v GIS, změnou definice značky měníme vzhled všech souvisejících prvků v mapě. Odlišný je také geoprocessing, ten v OCAD zcela chybí. Některé funkce jsou však zabudovány v rámci nástrojů dostupných v menu a často jsou orientovány na jednoduchost použití z hlediska uživatele. Například pro zpracování dat leteckého laserového skenování nebo tvorbu tematických map je k dispozici průvodce, který uživatele provede celým procesem tvorby požadovaného výstupu. Snadnost definování mapových značek a editace mapy spolu s průvodci specializovaných funkcí a jsou tak silnými stránkami OCAD, které vedly k jeho rozšíření při tvorbě map.

Literatura a použité zdroje

- ANDREWS J. H. (1998). Definitions of the word ‚map‘, 1649-1996. [WWW]
- BERTIN, J. (1999). *Sémiologie Graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris: Editions de l'École des Hautes Etudes en Sciences.
- ČAPEK, R. ET AL. (1992). *Geografická kartografie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- FUECHSEL, C. F. (2016). *Map*. In: *Encyclopædia Britannica* [WWW]
- MALYS, S. ET AL. (2015). Why the Greenwich meridian moved. *Journal of Geodesy*, 89: 1263–1272.
- PRAVDA, J. (1995). Mapová sémiotika. *Geografický časopis*, 47(2): 109–118.
- WOOD, D. (1992). *The Power of Maps*. New York: The Guilford Press.
- WOOD, D. (2010). *Rethinking the Power of Maps*. New York: The Guilford Press.



Data



```
id="Layers"> <g
id="orp"><clip
Path id="SVG_
CP_1"> <path d="M0.24001,
841.80472L0.24001,416.59534L595.1905
5,416.59534L595.1905 5,841.80472L0.24001
,841.80472z"/> </clipPath><path clip-path="url(#SVG
CP_1)" fill="none" stroke="#FFFFFF" stroke-
width="0.48001" stroke-miterlimit="10" stroke-
linecap="round" stroke-linejoin="round"
d=" M-29.52077,656.8096L-29.28077,657.04957L-
28.80075,658.24944L-29.52077,660.88916"/><path clip-
path="url(#SVG_CP_1)"fill="none" stroke="#FFFFFF"
stroke-width="0.48001" stroke-miterlimit="10" stroke-
linecap="round" stroke-linejoin="round"
d="M-29.52077,71 2.24365L 2 8.56075,712.00368L-2
8.08073,711.28376L -27.84073,7 11.7637 L-27.36072,7 11.7637 L-27.12071,711.04378
L-25.44067,709.84391L-25.44067,710.80381L-24.48064,710.32386L- 22.8006,710.32386L-2.08058,711.28376L-
21.36056,712.96358L-20.40053,713.20355L -17.28045,712.7236L-16.56043,711.04378L-16.80044,710.08388
L-16.32043,709.84391L-16.08042,710.32386L-15.60041,709.84391L-14.16037,709.60394L-14.16037,708.40406L-
13.20035,708.88401L-12.24032,708.40406L-11.04029,709.60394L-10.32027,709.36396L-9.84026,710.32386L-8.40022,709.60394L-
4.80013,709.84391L-4.32011,710.32386L-4.32011,711.7637L-3.8401,712.24365L-2.88008,712.7236L-1.92005,712.00368L-1.44004,711.7637L-
1.44004,711.04378L0.72002,710.32386L1.44004,709.84391L1.44004,708.16409L2.40006,707.68414L3.36009,708.40406L5.52014,709.36396L5.2
8014,709.84391L5.52014,711.04378L4.80013,710.80381L4.80013,711.28376L6.00016,711.7637L6.24016,712.24365L5.52014,713.44352L4.08011
,713.92347L3.8401,714.40342L4.32011,714.88337L6.24016,714.88337L5.52014,716.56319L5.76015,719.20291L4.56012,719.92283L4.32011,720.
40278L4.80013,720.88273L8.88023,721.60265L8.16021,722.32257L8.88023,724.24237L7.4402,725.68221L6.96018,725.44224L6.96018,726.4021
4L9.12024,727.12206L9.60025,727.60201L11.2803,727.60201L10.56028,728.5619L11.04029,728.80188L10.80028,729.04185L9.12024,729.52
18L10.08026,730.00175L10.08026,730.4817L10.56028,730.4817L10.32027,732.64147L10.08026,733.12141L11.2803,734.32129L12.00031,735.52116L1
4.16037,734.56126L14.64038,735.04121L14.40038,736.00111L13.20035,736.00111L12.96034,736.48105L13.68036,737.44095L13.92036,739.36075L1
5.3604,741.52051L15.3604,743.44031L14.16037,742.72039L13.92036,742.96036L12.96034,741.04057L11.76031,739.60072L10.08026,739.8406
9L7.92021,737.9209L8.64023,737.44095L8.64023,736.72103L7.6802,736015,739.12077L-6.96018,739.12077L-7.4402,740.08067L-7.92021,739.84069L
```

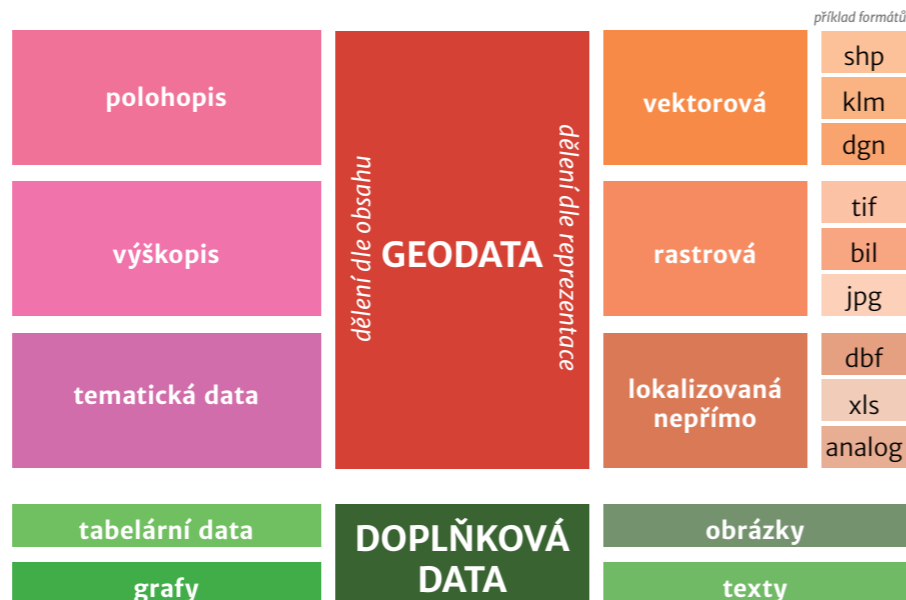
Data pro tvorbu map můžeme dělit do několika skupin podle nejrůznějších kritérií. Nejdůležitější jsou **geodata**, tedy data prostorově lokalizovaná, která popisují topografii (polohopis, výškopis) nebo geodata s tematickým obsahem. Ta můžeme – z hlediska podoby digitální reprezentace – dělit na **vektorová**, **rastrová** a **ostatní** – lokalizovaná nepřímo (tedy ne souřadnicemi, ale například příslušností k určitému celku apod.). Pro tvorbu map jako celku jsou důležitá i **doplňková data**, jako jsou schémata, fotografie, grafy, ilustrace, texty apod. (obr. 2.1).

2.1 Datové modely v GIS a kartografii

Datové modely v kartografii slouží k **digitální reprezentaci geodat**. Ať už jsou získávána nejrůznějšími metodami (viz kapitulu 1.2) a v digitální podobě od počátku nebo digitalizována, v naprosté většině případů s nimi pracujeme právě v digitální podobě. Geodata v sobě často propojují dvě složky: **geometrickou** (tedy informace o poloze, tvaru, topologii apod.) a **atributovou** (vlastnosti a atributy daného prvku). Jejich digitální podoba proto souvisí s oblastí počítačové grafiky a databází.

2.1.1 Rastrová data

Rastrová data jsou tvořena stejně velkými **buňkami** (cells, pixely) stejného tvaru (obvykle čtvercového, teoreticky možné jsou však i



Obr. 2.1 – Data používaná pro tvorbu map.

šestiúhelníky a další), které souvisle (bez mezer) vyplňují vymezený prostor. Ke každé buňce známe její **polohu** (tedy souřadnice jejího středu – X, Y) a **číselnou hodnotu**.

Rastrová grafika

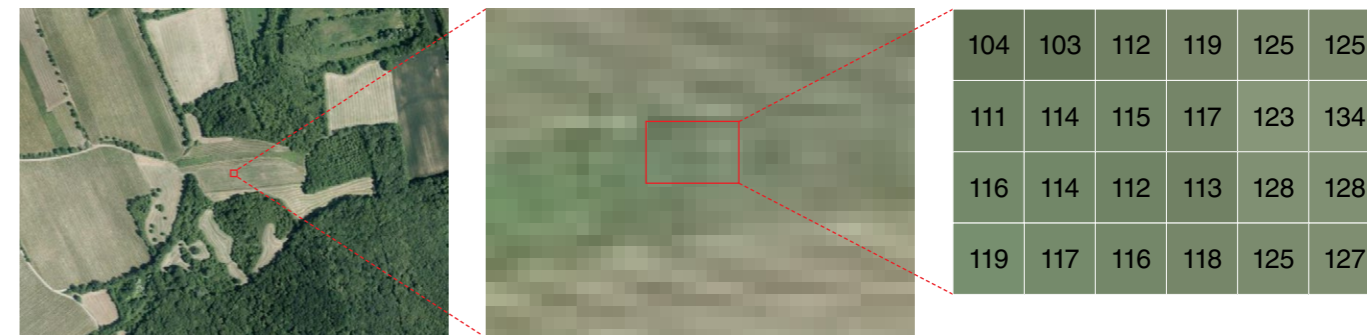
V počítačové grafice jako takové číselné hodnoty reprezentují (pomocí určitého barevného modelu – viz kapitulu 8.1) **barvy** (obr. 2.2). Typickým příkladem použití rastrového datového modelu jsou digitální fotografie, naskenované obrazy, zobrazení obrazu na monitoru, projektoru nebo displeji.

Rozlišení rastru

Důležitým parametrem rastrové grafiky je její **rozlišení**, které je dané počtem pixelů tvořících daný rastr (na-

příklad 1920 × 1080 pixelů – tzv. Full HD rozlišení – je tvořeno necelými 2,1 miliony buněk). Pokud rastr s daným rozlišením vytiskneme nebo zobrazíme například na monitoru, můžeme vyjádřit **hustotu bodů** (počet bodů na prostorovou jednotku) nebo popsat velikost jednoho pixelu.

Standardem používaným v počítačové grafice je **počet bodů na čtvereční palec** (dots per inch), označovaný zkratkou **DPI**. Čím je hustota bodů vyšší, tím je velikost každého pixelu menší a obraz se jeví jako jemnější, kvalitnější a naopak (obr. 2.3). V počítačové grafice se používají určité standardní hodnoty: **600 DPI** (velikost bodu 42 μm) pro tisk rastrových obrázků obsahujících ostré kontrastní hrany a linie, jako je třeba text; **300 DPI** (velikost



Obr. 2.1 – Rastrová reprezentace dat na příkladu leteckého snímku.

bodu 85 μm) jako tiskový standard pro obvyklou rastrovou grafiku (fotografie, ilustrace). Požadované DPI (respektive velikost bodu) závisí na obvyklé (předpokládané) pozorovací vzdálenosti – u billboardů apod. může být samozřejmě výraz-

ně menší (okolo 70–100 DPI). Husota bodů na průměrném monitoru odpovídá zhruba 100–150 DPI.

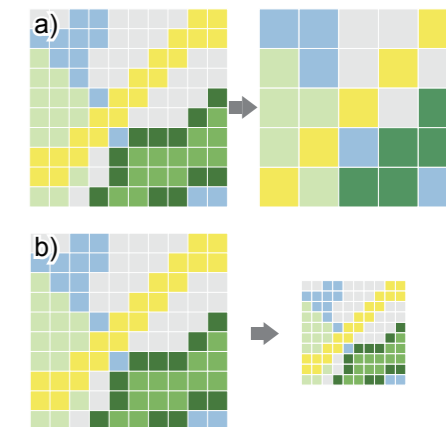
Absolutní a relativní změna velikosti rastru

Velikost rastru můžeme měnit dvě-

ma způsoby: absolutně a relativně. Při **absolutní** změně velikosti dochází ke změně počtu pixelů, které daný obraz tvoří (obr. 2.4a). Rastrový obraz můžeme zmenšit (např. ze 3000 × 2000 px na 1500 × 1000 px), čímž dojde ke zmenšení jeho veli-



Obr. 2.3 – Rastrová mapa s rozlišením 300 DPI (a, c) a 72 DPI (b, d). [mapy.cz]



Obr. 2.4 – Absolutní (a) a relativní (b) změna velikosti rastru.

kosti (jak co do počtu detailů, tak datové velikosti), nebo zvětšit. Proces absolutní změny velikostí se nazývá **převzorkování** (resampling, resample image). Z praktického hlediska má v podstatě smysl jen zmenšování

– zvětšení počtu pixelů žádné nové detaily nedodá, bude jich tam vždy stejně jako v původním obrazu, jen se zvětší datová velikost.

Při absolutní změně velikosti (ale třeba i pootočení rastru) hraje důležitou roli způsob, jakým dochází k **určení hodnoty nových pixelů** (obr. 2.5). V případě zmenšení totiž nový (větší) pixel zabírá místo několika (ať už celých, nebo části) původních pixelů, často s různými hodnotami. Nová hodnota může být určena několika statistickými hodnotami (jako průměr, medián, modulus původních hodnot), nebo přiřazena jiným způsobem (například hodnotou původního pixelu ležícího ve středu pixelu nového). Způsob, jakým k určení nové hodnoty dojde, je velmi důležitý vzhledem k charakteru dat (viz dále).



Obr. 2.5 – Možnosti přiřazení nové hodnoty pixelu při zmenšení rastru.

Při **relativní** změně velikosti rastru zůstává počet pixelů obrazu stejný, mění se jen hustota bodů (DPI), tedy velikost daného obrazu v centimetrech (obr. 2.4b). Pokud máme obraz o velikosti 1500 × 1000 pixelů a nastavíme mu hustotu bodů 300 DPI, bude jeho velikost 12,7 × 8,5 cm; při 100 DPI pak 38 × 25 cm. V obou případech jde ale pouze o pomyslné

roztahování nebo zhušťování stejného počtu pixelů.

S informací o velikosti rastru, respektive hustotě pixelů (DPI) prakticky pracujeme ze dvou pohledů. V případě, že máme k dispozici rastrový obraz (např. letecký snímek), jeho **velikost v pixelech** určuje, v jaké fyzické velikosti jej můžeme vytisknout. Potřebujeme velký plakát na zeď, který budou uživatelé pozorovat řádově z metrové vzdálenosti? V tomto případě musí být hustota bodů okolo 100 DPI, aby snímek při pozorování z této vzdálenosti nevypadal rozrastrovaný (kostrbatý).

Pokud naopak potřebujeme snímek do knihy, musí být hustota bodů okolo 300 DPI. Pokud má snímek malé rozlišení a při roztažení na celou stranu vychází DPI výrazně menší, víme, že nebude působit kvalitně a je třeba najít kvalitnější snímek, nebo jej zmenšit. Druhým případem je určování velikosti výstupního rastrového souboru (viz [kapitolu 11.1](#)).

Barevná hloubka rastru

Dalším parametrem rastrového souboru je rozsah hodnot, kterých může každý pixel nabývat. Označuje se také jako **barevná hloubka** a je určena počtem bitů, určených pro popis každého pixelu. Obraz označujeme jako n-bitový, celkový maximální počet hodnot je dán jako 2^n . Jednabitový obraz tedy obsahuje $2^1 =$ dvě barvy (ty mohou být zobrazeny například jako černá a bílá); osmibitový obraz obsahuje $2^8 = 256$ barev, 24bitový obraz

$2^{24} = 16,78$ mil. barev). Čím vyšší je barevná hloubka, tím větší je datová velikost rastrového souboru.

Formáty rastrových souborů

BMP (*Microsoft Windows Bitmap*) je nejjednodušším formátem rastrové grafiky. Obrázky jsou ukládány po jednotlivých pixelech. Hlavička souboru určuje jeho velikost, dále následují číselné hodnoty (v rozmezí daném bitovou hloubkou) pro každý jednotlivý pixel. Výhodou tohoto formátu je jeho jednoduchost, nevýhodou velikost – v základní podobě je velikost souboru naprosto nezávislá na jeho obsahu, pouze na velikosti: obrázek o velikosti 1000 × 1000 px bude mít stejnou velikost, ať už bude mít všechny pixely stejnou hodnotu (tedy např. jednolitá šedá plocha) nebo každý úplně jinou.

GIF (*Graphic Interchange Format*) využívá bezeztrátovou kompresi*, pracuje s omezenou (max. osmibitovou, tedy 256 barev) barevnou hloubkou. Může obsahovat animace a průhlednost.

PNG (*Portable Network Graphics*) také využívá bezeztrátovou kompresi (efektivní algoritmus LZW), ovšem může mít až 24bitovou barevnou hloubku a podporuje alfa kanál pro práci s průhledností. Nepodporuje barevný model CMYK.

* *Kompresi slouží ke zmenšení datové náročnosti. Rozlišujeme kompresi bezeztrátovou (nedochází ke ztrátě kvality) a ztrátovou (kompresi dochází ke snížení kvality).*

TIFF (*Tag Image File Format*) je složitější rastrový formát, standardní tiskový soubor profesionální počítačové grafiky. Podporuje např. vícevrstevné soubory, vrstvy, může obsahovat i vektorová data, může využívat různé typy komprese, až 48bitovou hloubku, pracovat s barevným modelem RGB i CMYK.

JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) je metoda ztrátové komprese rastrových souborů, vyvinutá speciálně pro ukládání fotografií – tedy souborů s velkým množstvím barev, často mezi sebou plynule přecházejících. Ačkoliv jej využívá několik formátů souborů, v praxi je obvykle zaměňován se soubory skoncovkou *.jpg. **Princip komprese** (velmi zjednodušeně řečeno) spočívá v nahrazování velmi podobných barev u sousedících pixelů jedním odstínem, který následně zabírá větší plochu a lze jej zapsat s využitím výrazně méně místa. Obrazy lze ukládat s různou mírou komprese – čím více je JPEG komprimovaný, tím méně kvalitní je výsledek (odlišnější barvy se slévají do jednoho odstínu, namísto plynulých přechodů vznikají barevné pruhy), ale datová náročnost souboru je menší. JPG může mít maximálně 24bitovou barevnou hloubku, podporuje i barevný model CMYK (viz [kap. 8.1.2](#)).

RAW (surová data fotoaparátu) jsou specifickým výstupem digitálních fotoaparátů. Jedná se o surová data v podobě, jak je fotoaparát zachytil, u nichž lze ve specializovaném editoru (např. Adobe

Camera Raw) pracovat s nastaveními dalšího zpracování těchto dat (dostření, vyvážení bílé apod.), které jinak probíhá přímo ve fotoaparátu. Výhodou je přístup právě k surovým datům, které lze na počítači zpracovat lépe, než to dělá procesor fotoaparátu, jedná se navíc o nekomprimovaná data s větší barevnou hloubkou. Po nastavení úprav v RAW editoru dochází k „vyvolání“ RAW souboru do některého z běžných rastrových formátů pro další práci s obrazem. Dle výrobce fotoaparátu mají RAW soubory různé formáty (*.nef, *.orf a další), existuje také univerzální standard od Adobe (*.dng).

Jaký formát zvolit?

Volba formátu záleží na účelu, ale také obsahu obrazu. Formát **GIF** je vhodný pro spíše menší obrazy, s omezeným množstvím barev a ostrými, kontrastními přechody (typicky třeba loga, rastrové soubory obsahující text apod.). **JPG** je vhodný na fotografie, případně další grafiku s jemnými přechody, zejména při větší kompresi vznikají viditelné artefakty na hranách s ostrým kontrastem. **PNG** díky své efektivní bezeztrátové kompresi dokáže obraz datově poměrně dost zmenšit (ne však tolik jako JPG), ale nemá problém s artefakty na kontrastních hranách a na rozdíl od GIF obsáhne celou standardní (24bitovou) barevnou hloubku. Formáty **TIF** a **PSD** se hodí pro profesionální použití, tiskové soubory apod.

Rastrová geodata

U rastrových geodat vyjadřuje číselná hodnota každé buňky buď **barvu** (např. u skenování digitalizované mapy), **přímo hodnotu určitého jevu** v daném místě (např. nadmořskou výšku, teplotu) nebo slouží jako **kód reprezentující určitou kategorii** (např. krajinného pokryvu). (I v posledních dvou případech můžeme samozřejmě tato data vizualizovat s určitou barevnou škálou). Rozsah hodnot je dán bitovou hloubkou (tab. 2.1).

Právě v případech, kdy číselná hodnota pixelu je **kódem**, je třeba dávat pozor na způsob přiřazení nových hodnot pixelům po převzorkování (ať už se jedná o absolutní změnu velikosti rastru nebo jinou geometrickou transformaci, k jaké dochází obvykle při změnách kartografického zobrazení). Zatímco například u teploty či nadmořské výšky průměr dává smysl, u kódovaných hodnot ne (pokud 1 značí les, 2 vodní plochu a 3 travní porost, číselným průměrem 1 a 3 bude 2, což neodpovídá realitě). V těchto případech je tedy nutno volit takovou metodu převzorkování, která přiřadí odpovídající hodnotu, např. medián, modulus apod.

Při vizualizaci či tisku rastrových geodat samozřejmě hraje roli velikost rastru a DPI, ale můžeme v tomto případě posuzovat ještě z jednoho hlediska, a to je **reálná velikost oblasti** reprezentované jedním pixelem. Pokud například číselná hodnota vyjadřuje nadmořskou výšku, 30metrové rozlišení znamená, že každých

Bitová hloubka	Rozsah
1 bit	0-1
2 bit	0-3
4 bit	0-15
Unsigned 8 bit	0-255
Signed 8 bit	-128 až 127
Unsigned 16 bit	0 to 65 535
Signed 16 bit	-32 768 až 32 767
Unsigned 32 bit	0 až 4 294 967 295
Signed 32 bit	-2 147 483 648 až 2 147 483 647
Floating-point 32 bit	-3,402823466.10 ³⁸ až 3,402823466.10 ³⁸
Unsigned 64 bit	0 až 18 446 744 073 709 551 616

Tab. 2.1 – Bitová hloubka rastrových geodat a možný rozsah hodnot buněk.

30 × 30 metrů povrchu reprezentuje právě jedna hodnota, tj. jeden pixel.

Rastrová geodata a souřadnice

Principem rastru je určení polohy každého pixelu v místních souřadnicích od počátku. Pokud chceme s těmito daty pracovat v kartografickém souřadnicovém systému, musíme je do něj umístit, respektive tuto informaci dodat. Ta může být obsažena buď v souboru samotném (specifické rastrové formáty pro geodata, např. ESRI Grid) nebo v pomocném („polohovacím“) souboru k rastrovému obrázku (*.tfw atd.) Samotný princip uvedení polohové informace je jednoduchý, jedná se o převod místních souřadnic rastru do souřadnic kartografických.

K umístění rastrového obrázu do souřadnic (georeferencování) může dojít buď přímo (na obraze jsou body, jejichž skutečné souřadnice známe; takovými body může být re-

álně existující bod, třeba geodetický, nebo například rohy mapového listu), anebo nepřímo – pomocí identických bodů (na obraze hledáme body, které máme zároveň i na již georeferencovaných datech). Tento postup je obvyklý například u leteckých snímků. Jako identické body je nutno volit přesně a jednoznačně identifikovatelné body, u nichž zároveň nepředpokládáme posun v čase (například rohy budov). Identické body by měly být rozmístěny na ploše obrazu rovnoměrně a v dostatečném počtu (ten záleží na zvoleném způsobu transformace). Užitečným vodítkem pro práci s identickými body je polohová chyba – odchylka každého bodu.

2.1.2 Vektorová data

Vektorová grafika

Principem vektorové grafiky jsou základní geometrické elementy (body, linie, polygony) popsané ma-



Obr. 2.6 – Základní prvky vektorové grafiky: bod, linie, plocha.

tematicky, například souřadnicemi, matematickou funkcí určující tvar křivky, středem a poloměrem apod., v kombinaci s informací o grafické podobě (tloušťka čáry, barva a další) (obr. 2.6). Křivky jsou popsány souřadnicemi počátečního a koncového bodu v kombinaci s body řídicími, jimiž křivka prochází (interpolací křivky), respektive se jim přibližuje (aproximační křivky).

Univerzálním formátem pro dvourozměrnou vektorovou grafiku je SVG (Scalable Vector Graphics), který ji popisuje pomocí XML (díky tomu je snadno zobrazitelný mj. i na webových stránkách). Častější je používání proprietárních formátů (obvykle do určité míry kompatibilních) konkrétních programů, jako je Adobe Illustrator (*.ai), CorelDraw (*.cdr), AutoCAD (*.dxf) a dalších.

Vektorová geodata

Vektorová geodata bývají reprezentována jako body, linie nebo polygony v případě dvourozměrných dat, povrchy může popsat síť na sebe navazujících ploch (v praxi se použí-

vá zejména trojúhelníková síť TIN), trojrozměrná data vyžadují složitější formáty. Jelikož body (ať už bodové vrstvy nebo lomové body linií a polygonů) jsou popsány souřadnicemi, informace o geografických či kartografických souřadnicích je obsažena přímo v geometrii dat.

Poněkud odlišná je práce s atributovou složkou prvků. Jednotlivé prvky (body, linie, polygony) mohou být přes jednoznačný identifikátor propojeny s databázovou tabulkou, která může obsahovat prakticky nekonečné množství atributů nejrozličnějších typů (viz kapitolu 2.1.4).

Formáty vektorových geodat

Standardem vektorových geodat je formát shapefile, vyvinutý firmou Esri, avšak otevřený a tedy kompatibilní s naprostou většinou GIS aplikací. Formát shapefile má vždy definovanou geometrii (bodová, liniiová nebo polygonová – v jednom shapefile tedy nelze kombinovat různé geometrie) a skládá se minimálně ze tří povinných souborů (*.shp, *.shx a *.dbf) a případně několika dalších (nepovinných) souborů. Každá z komponent (*.shp, *.dbf) může zabírat nanejvýš 2 GB.

- SHP je hlavní soubor, který obsahuje geometrii vrstvy (seznam lomových bodů a jejich souřadnic); jednotlivé prvky mohou být jednoduché (singlepart – jeden prvek se skládá z právě jednoho bodu/linie/polygonu) nebo složené (multipart – jeden prvek se skládá z více bodů/linií/polygonů);

- SHX je indexový soubor, který propojuje jednotlivé prvky z hlavního souboru s jím odpovídajícím záznamem v databázové tabulce;
- DBF je databázový soubor, který obsahuje atributy jednotlivých prvků, každý prvek musí mít jednoznačný identifikátor;
- PRJ obsahuje informace o souřadnicovém systému, respektive kartografickém zobrazení;
- QIX, SBN a SBX jsou různé typy souborů osahující prostorové indexy prvků;
- SHP.XML je soubor s metadaty;
- CPG obsahuje informaci o jazykovém kódování použitém v DBF souboru;
- ATX obsahuje atributové indexy DBF souboru.

Při přejmenovávání či přesouvání shapefile je vždy nutné pracovat identicky se všemi soubory dané vrstvy. Zatímco při práci v ArcCatalogu se celý shapefile zobrazuje jako jeden soubor, v běžném organizátoru souborů jako několik nezávislých souborů.

Formát KML (resp. jeho komprimovaná varianta *.kmz) je založen na jazyku XML a je používán především v GoogleEarth. Využívá souřadnicový systém WGS-84.

Formát OSM (také založený na XML) je nativním formátem OpenStreetMap. Ta používá i úspornější variantu PBF.

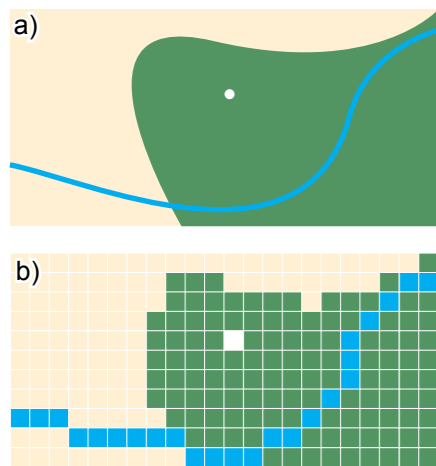
Specifickým formátem firmy Esri, který může obsahovat rastrová i vektorová data, databázové tabulky a další specifický obsah, je geoda-

tabase. ArcGIS používá formáty GDB (File geodatabase) a starší MDB (Personal geodatabase). File geodatabase umožňuje ukládat data až do 1 TB (na rozdíl od 2GB limitu Personal geodatabase) a má i jiné výhody (možnost komprese, ukládání prostorových indexů apod.). Některé funkcionality ArcGIS přímo ukládání do geodatabase vyžadují (např. kartografické reprezentace a mnohé kartografické a generalizační funkce), nevýhodou je, že se jedná o formát v jiných aplikacích nečitelný.

2.1.3 Srovnání rastrových a vektorových geodat

Každá z forem reprezentace reálného světa, používaná v prostředí geografických informačních systémů a digitální kartografie, má své výhody a nevýhody. Ty je třeba uvažovat v případě, že máme na výběr mezi různými typy dat (kartografové ale často pracují s již hotovými datovými sadami, čili možnost výběru může být omezená).

Z hlediska způsobu reprezentace skutečného světa je mezi oběma základními typy geodat principiální rozdíl (obr. 2.7). Vektorová reprezentace se skládá z jednotlivých prvků (body, linie, polygony), které obvykle odpovídají reálným objektům (nebo jejich částem). Přiřazení konkrétní geometrie záleží na měřítku, respektive úrovni detailu (řeka jako linie nebo polygon?), stejně jako vztah mezi skutečnými objekty a jejich vektorovou repre-



Obr. 2.7 – Srovnání vektorové (a) a rastrové (b) reprezentace bodového, liniového a plošných prvků.

zentací ve smyslu rozdělení na jednotlivé části (řeka jako jedna linie, nebo několik na sebe navazujících dílčích linií mezi přítoky?). Obecně ale platí **relativně přímý vztah mezi reálnými a digitálními objekty**, s nimiž také jako s objekty můžeme pracovat a v **navázané databázi** k nim uchovávat (prakticky neomezené množství informací o vlastnostech – atributů).

U **rastrových geodat** je vztah mezi počítačovou reprezentací a reálným objektem méně zřejmý. Jednotlivé **objekty odvozujeme od hodnot sousedících buněk rasteru**. Liniový prvek (jako třeba řeka) je reprezentován za sebou uspořádanými sousedícími buňkami se stejnou hodnotou (v případě kódovaných hodnot), nebo podobnou barvou (například v případě leteckého snímku). Vymezení jednotli-

vých objektů tedy vyžaduje určitou míru **interpretace**, a tedy i práce s jednotlivými objekty reprezentovanými rastrovými daty je složitější. Uchovávání **vlastností – atributů** – je proti vektorovým datům omezené nejen možnostmi uchovávat pouze číselné hodnoty, ale i vztahem jedna buňka–jedna hodnota.

Rastrová data jsou ale **přirozeným výstupem** digitálních leteckých snímků, družicových snímků, naskenovaných map a leteckých snímků. Stejně tak **zobrazování dat na monitorech** je principiálně rastrové. Rastrová grafika jako taková lépe pracuje s barvami (zejména jejich přechody), v prostředí GIS je vhodnější na některé typy **analýz dat**. Nevýhodou je obvykle větší datový objem (spojený s problematikou rozlišení) a obtížnější možnost převodu na vektorovou formu (automatické postupy jsou možné pouze u relativně jednoduchých případů, jako je např. sken katastrální mapy, u složitějších – typu leteckého snímku – vyžadují proces interpretace a více či méně ruční vektorizace).

Vektorová data jsou přirozeným výstupem z geodetických měření či laserového skenování (přímý výstup – body – je ale třeba převést na linie, respektive plochy či tělesa). Výhodou je výše popsáný „**objektový**“ přístup, vykreslování nezávislé na měřítku, možnost uchovávání velkého množství atributů, obvykle menší datová náročnost a snadná převoditelnost na rastrovou formu.

2.1.4 Databáze

Atributová složka geoprůvku bývá u vektorových dat uchovávána v **databázích**. Jednotlivé reprezentace reálných objektů (nebo jejich částí) odpovídají jednomu **záznamu** (řádku) v tabulce, jejich vlastnosti jsou obsaženy v **atributech** (sloupcích tabulky). Tyto tabulky jsou v případě **objektově-relační databáze** propojeny **relacemi**, zanaménávajícími vztahy mezi prvky. Důvodem, proč využít raději soustavy propojených tabulek v databázi než jedné všeobsahující tabulky, je snadnější dosažení **integritu dat a omezení datové redundance**.

Záznam každého prvku v databázi musí obsahovat tzv. **primární klíč – jednoznačný identifikátor**, nabývající u každého prvku jedinečné hodnoty. Pomocí tohoto klíče můžeme záznamy z jedné tabulky **propojovat** (funkce *Join, Relate*) do dalších tabulek. Výskyt tohoto identifikátoru v jiné tabulce se nazývá **převzatý (cizí) klíč**.

Vlastnosti jednotlivých prvků evidujeme pomocí **atributů**. Ty jsou klasifikovány na základě hodnot, jakých mohou nabývat, do jednotlivých **datových typů**. Datové typy určují nejenom formu, respektive rozsah hodnot, ale také možné operace s těmito hodnotami. Mezi základní datové typy patří např. **text, číslo, datum, hodnota ano/ne** a další. V rámci základních datových typů existují další omezení (např. počet znaků textového pole, rozsah číselných hodnot, počet desetinných

míst apod.). Použití odpovídajících datových typů je důležité pro umožnění operací s hodnotami atributů. Např. použití datového typu datum (ačkoliv by datum šlo bezesporu zapsat do pole textového) umožňuje databázi pracovat s hodnotou atributu jako datem (časovým údajem), tzn. například filtrovat/řadit dle roku či měsíce. Matematické operace lze zase provádět jen s datovým typem číslo.

Konkrétní datové typy a jejich specifikace se mohou lišit podle standardu databáze. **Standard dBase** (použitý v databázové tabulce *.dbf užívané pro ukládání atributů u formátu *shapefile*) rozlišuje následující datové typy:

- **Číselné datové typy** slouží k uchovávání číselných hodnot, ať už přímých, nebo kódových (zástupných). S čísly lze provádět matematické operace. Podle možného rozsahu, počtu desetinných míst apod. existuje několik typů (viz tab. 2.2). Nastavitelnými parametry jsou *Precision* (celkový maximální počet číslic v čísle, znaménko minus se počítá jako

Typ	Rozsah	
Short integer	-32 768 až 32 767	*
Long integer	-2 147 483 648 až 2 147 483 647	*
Float	-3,4.10 ³⁸ až 1,2.10 ³⁸	..
Double	-2,2.10 ³⁰⁸ až 1,8.10 ³⁰⁸	..

* jen celá čísla, .. i desetinná čísla

Tab. 2.2 – Číselné datové typy v databázové tabulce formátu *shapefile*.

jedno místo) a *Scale* (počet desetinných míst).

- **Text** uchovává alfanumerické znaky, maximální počet znaků je 256.
- Typ **Date** uchovává čas (hh:mm:ss AM/PM), datum (mm/dd/yyyy) nebo jejich kombinaci.
- **BLOB** jsou data uložená jako dlouhá sekvence binárních čísel, používá se mj. pro uchovávání multimediálních souborů.
- **ObjectID** je primární klíč, spravovaný přímo aplikací a zajišťující unikátní ID každého prvku.

Geodatabase ArcGIS mohou uchovávat i vysvětlení **kódových číselných hodnot** pomocí tzv. **domény (Domain)**. Pro číselný nebo textový datový typ zvolíme předem nadefinovanou doménu, která obsahuje buď **přímé kódové hodnoty (Coded domains: jedno číslo = jedna hodnota)**, nebo **rozsah (Range domains: minimální a maximální hodnota pro zařazení do dané třídy)**. Příkladem domény může být uchování údaje o krajinném krytu (les, orná půda, zástavba) v poli s datovým typem *Short integer* s vytvořením kódového seznamu založeného na číselných kódech kategorií CORINE Land cover. Používání domén šetří místo a umožňuje hodnoty při editaci **vybírat z rozbalovacího seznamu**, čímž pomáhá vyhnout se nepřesnostem a chybám při zadávání atributů.

2.2 Metadata

Metadata jsou data o datech – toto není definice, ale zjednodušené vysvětlení pojmu. Vysvětlení je v principu správné – **metadata přináší informace o primárních datech**. Význam metadat se velmi často uvádí na příkladu katalogizačního lístku v knihovně, ale můžeme použít modernější přístup a předpokládat, že v knihovně již mají digitální databázi knih. V případě, kdyby tato databáze neexistovala, a čtenář měl zájem o dílo Karla Čapka, musel by postupně procházet jednotlivé knížky a dívat se, kdo je jejich autorem. Toto hledání by bylo pochopitelně velmi náročné a řadu čtenářů by odradilo. Pokud je v knihovně databáze knih, může čtenář snadno vyhledat všechna Čapkova díla a navíc se dozví, kolik mají knihy stránek, zda jsou ilustrované, kdy vyšly, kde jsou v knihovně umístěny a řadu dalších informací. Právě obsah databáze jsou metadata o knihách – což jsou ona primární data.

Zjednodušení úvodního vysvětlení má několik aspektů. Za metadata **nejsou považována všechna** „data o datech“ – pokud by existovala databáze, ale obsahovala by nesourodé informace, např. o první knížce barvu obalu, o druhé počet stránek, o třetí jméno autora atd., potom by taková databáze obsahovala data o datech, ale nebyla by k ničemu použitelná. Některé definice proto uvádějí, že **metadata musí být strukturovaná** – mají danou struk-

туру, čili uvádějí **stejně a „užitečné“ informace o primárních datech** (jiné definice zdůrazňují účel metadat, ze kterého vyplývají podobné závěry). Metadata se dělí do různých kategorií a zde se objevuje druhý aspekt zjednodušení úvodního vysvětlení. Metadata mohou být **popisná** (deskriptivní), to jsou taková, která vznikají přímo z primárních dat, např. počet stránek v knize. Nebo mohou být metadata **kontextová** (v užším smyslu též administrativní), to jsou taková, která uvádějí určité souvislosti vztažené k primárním datům, např. kdy byla kniha do knihovny zakoupena, kolik si ji půjčilo čtenářů apod. (uvádějí se i další druhy metadat, jako technická, strukturální, statistická a další). A právě pojem *data o datech* se v některých souvislostech vztahuje pouze na popisná metadata. Třetím aspektem, který se vztahuje na zjednodušený výraz „data o datech“ je skutečnost, že metadata se mohou vztahovat nejen na data, ale například i **na události a služby** – což ovšem nejsou data.

Metadata **slouží zejména ke správě dat** (třídění, vyhledávání...), což je v dnešní digitální době, kdy vznikají ohromná množství dat zcela nutné. Praktickým využitím metadat při správě digitálních dat jsou informace (metadata) o souborech při otevření adresáře. Informace o typu souboru, velikosti, datu aktualizace a dalších vlastnostech jsou naprosto nezbytné pro používání souborů.

Vedle výše uvedeného objemu digitálních dat je druhým důvodem rozvoje problematiky metadat **způsob práce s digitálními daty**. Zatímco u analogových dat byla metadata běžně jejich součástí – tihraž v knížce, nebo na tištěné mapě, u digitálních dat tomu tak často není. V podstatě existují **dvě možnosti vztahu dat a metadat** (dále předpokládáme digitální data):

1. metadata jsou součástí dat – tedy podobný případ, který je výše uveden u dat analogových. Týká se např. webových stránek, které mají metadata uložena v hlavičce souboru, některých formátů digitálních fotografií, které obsahují metadata apod.;

2. metadata jsou mimo primární datový soubor – existuje soubor s primárními daty a metadatový soubor, které jsou nějakým způsobem propojené, resp. svázané. Tento způsob vypadá jako zbytečně komplikovaný, ale často je jeho účelem naopak dosažení jednoduchosti, a to jak jednoduchosti primárního datového souboru, tak jednoduchosti práce s metadaty.

První případ je možné vysvětlit na **seznamu souřadnic bodů**, jako výsledku terénního mapování. Takovýto soubor by v každém řádku obsahoval číslo bodu a dvojici nebo trojici souřadnic. Je pochopitelné, že bez metadat je soubor nepoužitelný. Nevíme, co bylo měřeno, jaké je pořadí souřadnic, v jakém souřadnicovém systému, kdy, kdo... Tyto informace obsahuje metadatový soubor. Výhodou primárních dat je jejich jednodu-

chá struktura, kterou dokáže načíst téměř libovolný software. Pokud by soubor obsahoval několikařádkovou strukturovanou hlavičku s metadaty, byl by s načítáním problémem.

Druhý případ – tedy **jednoduchou práci s metadaty** – lze snadno objasnit tím, že se souborem metadat se dá pracovat samostatně. Pokud máme např. sadu rastrových souborů s nadmořskými výškami a zajímá nás rozsah výšek, nemusíme načítat každý rozsáhlý soubor a s ním pracovat, můžeme jednoduše procházet jen metadatové záznamy. Tyto záznamy můžeme dokonce uchovávat a zpracovávat zcela samostatně v **databázi metadat**. Taková databáze zabírá oproti primárním datům minimální prostor, a je možné ji např. zveřejnit pro zájemce o zapůjčení nebo zakoupení primárních dat.

2.2.1 Standardy metadat

Jak bylo výše uvedeno, je principem metadat správa dat, a proto je žádoucí, aby metadata od jednotlivých tvůrců primárních dat byla, v ideálním případě, **stejná z hlediska obsahu i struktury**. S tímto cílem jsou vyvíjeny **metadatové standardy (formáty)**, které by měly zaručit **univerzální využitelnost metadat**.

Dublin Core – jeden z prvních standardů, který byl představen v roce 1995 (jmenuje se podle Dublinu v Ohio, nikoli v Irsku). Není omezen typem dat, čili **není zaměřen přímo na geodata**. Obsahuje **patnáct základních položek** (název,

autor, datum, formát...). Z hlediska geodat je zajímavá položka **pokrytí (Coverage)**, která je definovaná jako rozsah nebo **záběr zdroje ve smyslu prostorovém a časovém** a pro lokalizaci v prostoru se upřednostňuje uvádění jména (města, okresu, státu) před souřadnicemi. Výhodou standardu *Dublin Core* je jednoduchost, mezioborová použitelnost a mezinárodní rozšíření.

NASA DIF – uvádíme spíše pro zajímavost, protože se jedná o jeden z prvních metadatových formátů zaměřených na data o Zemi (pochází z roku 1987!). Je některými organizacemi používán do dnešní doby (z roku 2016 pochází verze DIF 10). Je kompatibilní se standardem ISO 19115, ke kterému někteří uživatelé přecházejí.

CSDGM – Content Standard for Digital Geospatial Metadata – jedná se o standard vytvořený v 90. letech 20. století v USA *Federálním výborem pro geografické údaje (FGDC)*. Standard se stal závazným pro federální úřady USA a používá ho řada dalších organizací. Po vzniku ISO 19115 FGDC „povzbuzuje“ uživatele CSDGM k přechodu na ISO 19115. Dalším formátem metadat používaným v USA je **NAP (North American Profile of ISO 19115)**, což je podмноžina položek ISO 19115.

ISO 19115 – jedná se o **metadatový standard vztažený přímo ke geografickým informacím**. Byl vytvořen *Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO)* v roce 2003 a aktualizován roku 2013. Z tohoto standardu **vychází směrnice INSPIRE**

(směrnice *Evropské komise* implementovaná do legislativy ČR, která stanovuje legislativní rámec k vybudování infrastruktury prostorových informací na evropské úrovni) a je tedy **klíčový pro české tvůrce a uživatele geodat**. Obsahuje **povinné a nepovinné položky**. Výhodou je **oborové zaměření**, tedy položky, které lépe definují sady geodat nebo mapy, nevýhodou je značná rozsáhlost. Pro **příklad** je dále uvedeno datové schéma metadat pro datovou sadu *Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED)* – *polohopis*, jak ji uvádí ČÚZK. Celý soubor má více než 200 řádek, proto jsou uvedeny pouze **kategorie metadat** (v hranaté závorce je počet položek v jednotlivých kategoriích) a příklady jednotlivých položek:

- **Metadata o metadatech** [25] – kdo, kdy a jak (v jakém jazyce, podle jaké normy) metadata vytvořil...
- **Identifikace dat** [127] – typ prezentace (vektor), rozsah souřadnic a výšek, datum aktualizace, klíčová slova, legislativní omezení...
- **Referenční systém (polohový, výškový nebo časový)** [19] – detailní popis souřadnicového systému.
- **Obsah dat** [16] – popis katalogu prvků.
- **Distribuce** [35] – kdo poskytuje, v jakém formátu se poskytuje, po jakých částech...
- **Kvalita dat** [15] – popis způsobu vzniku dat a jejich úplnosti (100% pokrytí ČR).
- **Katalog zobrazení** [15] – obsahuje metadata o vizualizaci.

Metadata jsou tedy **nezbytnou součástí geografických dat** a proto programy pro zpracování geodat umožňují i práci s metadaty (číst, editovat, vytvářet, validovat apod.). ArcGIS umí pracovat se standardy ISO19115, NAP a CSDGM, *MetaTools* v QGIS pracuje se standardy ISO19115 a CSDGM, který je označen jako FGDC.

Kromě jasné užitečnosti a dnes již nezbytnosti metadat, je nutné si uvědomovat i možné stinné stránky. Pokud např. pro výše uvedená data polohopisu ZABAGED použijeme cca dvěstěřádkový datový soubor s metadaty, není to, vzhledem k objemu primárních dat, žádný problém. Pokud však podobnými metadaty doplníme bodovou vrstvu o deseti bodech, bude objem metadat větší než objem původních dat a s počtem souborů budou metadata narůstat. Obdobný problém může nastat při zpracování dat, kdy se do metadat mohou zapisovat (pochopitelně záleží na nastavení programu) všechny provedené změny a tím se může zpomalovat běh programu a narůstat objem metadat.

Jak již bylo uvedeno výše, je možné **spravovat metadata v samostatné databázi**. V Česku je pro správu a publikování metadat často využíván **systém MICKA**. Jedná se o produkt firmy *Help Service – Remote Sensing*, který používá např. Česká geologická služba, Výzkumný ústav vodohospodářský, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, některé krajské úřady a další. Systém umožňuje správu metadat v centrální databázi, jejich editaci a prohlížení přes webové rozhraní.

2.3 Autorská práva v kartografii a geoinformaticce

Problematika autorských práv je důležitou, ale poměrně složitou oblastí, kterou důkladně shrnují metodiky VONDRÁKOVÉ ET AL. (2015a, b), z nichž tato kapitola vychází. Autorské právo je spolu s právem průmyslového vlastnictví součástí **práva duševního vlastnictví** – zvláštní formy práva k nehmotným statkům, které upravuje **zákon č. 121/2000 Sb.** („autorský zákon“, dále jen **AZ**). Klíčovým pojmem autorského práva je **autorské dílo**, které definuje § 2 **AZ**. Základními znaky autorského díla je, že jde o:

- výsledek **tvůrčí činnosti člověka**,
- dílo jako takové je **jedinečné**,
- musí být vyjádřeno v **objektivně vnímatelné podobě**.

AZ přímo obsahuje **příklady autorských děl**, mj. dílo kartografické, počítačový program, databázi, a naopak uvádí příklady, které **autorským dílem nejsou** (myšlenka, námět, metoda, statistický graf).

Samotná „tvůrčí činnost“ není v zákoně definovaná, komentář ji popisuje jako činnost vedoucí k dosažení výsledku závislou na osobních vlastnostech tvůrce, bez nichž by tento výsledek nebyl dosažen. Zda konkrétní objekt je nebo není autorským dílem, je **klíčovou otázkou**, která se posuzuje objektivně a jde o otázku právní. Autorské právo **vzniká zároveň se vznikem díla**, k jeho uplatňování není třeba žádné registrace či jiného formálního postupu.

Klíčovou otázkou v oblasti kartografie a geoinformatiky je problematika **tvůrčí činnosti** (jakožto jedné z podmínek vzniku autorského díla, na něž se vztahuje **AZ**), protože hranice často **není úplně jednoznačná**. Například samotný proces získání bodů popisujících zemský povrch pomocí laserového skenování tvůrčí činností není, a surové mračno bodů tedy není autorským dílem.

Pokud ale tato surová data někdo **zpracuje, vytrídí a publikuje**, jedná se o tvůrčí proces, kterým vzniká autorské dílo. Podobně nejasné hranice mohou být např. mezi databází (jak je popsána v **AZ**) a nasbíraným/naměřeným souborem dat, nebo pouhým převzetím dat a/nebo jejich výrazným doplněním a přepracováním. Autorským dílem nejsou jen mapy či datové sady, ale také například znakový klíč, specifická kompozice a designová úprava mapového listu nebo kartografická zobrazení.

Zatímco v České republice je velká část **státní produkce map** a geodat volně dostupná pouze k prohlížení, využívání (zejména pro komerční účely) je obvykle zpoplatněno. V mnoha jiných zemích (například USA) platí, že státní data (vytvořená státními institucemi a jejich zaměstnanci, a tedy již veřejností zaplacená prostřednictvím daní) jsou k dispozici **zdarma k jakémukoli použití**.

Autorská práva pak zákon dělí na **práva osobnostní** (např. právo osobovat si autorství, nedotknutelnost díla) a **majetková** (např. právo dílo

užívat a na odměnu související s nakládáním s dílem). Zatímco osobnostní práva jsou **nepřevoditelná** a zanikají smrtí autora, pohledávky z majetkových práv **převoditelné jsou** (prostřednictvím **licenční smlouvy** může autor jiným subjektům umožnit s dílem nakládat) a majetková práva jsou předmětem dědění.

Majetková práva trvají ještě **70 let po úmrtí autora** (tato doba se v různých státech liší), po uplynutí této doby se autorské dílo stává **volným dílem**, které je možno užívat bez svolení autora/dědiců. (Je však třeba zachovávat určité podmínky, např. neosobovat si autorství nebo způsobem užití nesnižovat hodnotu díla.)

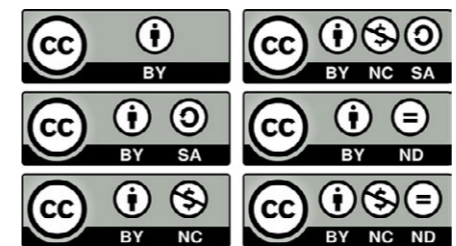
Při užívání **starých map** jakožto volných děl je třeba dávat pozor na rozdíl mezi použitím **samotné staré mapy** (kterou si například v archivu uživatel nafotí/naskenuje) a **nových děl ze starých map vycházejících**. Pokud někdo například naskenuje soubor starých map – z hlediska **AZ** volných děl (např. II. vojenské mapování) – a tato data následně digitálně upraví, vyretušuje, georeferencuje, pospojuje a poskytne prostřednictvím specifického rozhraní, může se jednat o autorské dílo s využitím možným pouze na základě licenčních podmínek.

Dílo lze užívat se **svolením autora**, nebo **bez svolení autora** – možnosti užití bez svolení autora **AZ** vyjmenovává (jde o použití např. pro osobní potřebu fyzické osoby, jejímž účelem není dosažení prospěchu, citace, školní dílo,

zhotovení fotografické podobizny aj.). **Svolení autora** (či vykonavatele majetkových práv) má obvykle podobu **licence**, která definuje, za jakých podmínek je možné dílo užívat a stanovuje případné plnění (obvykle finanční) za toto svolení.

Licence může mít podobu **copyrightu** © („všechna práva vyhrazena“). Copyright informuje uživatele o majiteli autorských práv (nebo autorovi), jehož je třeba kontaktovat při úmyslu užití díla. Uvádění copyrightu **není nutné, ale doporučeno**. Specifickou formou licencí je několik standardů **Creative Commons** (CC – „některá práva vyhrazena“) – v případě jejich využití autor uzavírá se všemi potenciálními uživateli smlouvu, kterou si **některá práva vyhrazuje, a jiná jim poskytuje**. Setkat se můžeme s následujícími typy (v různých kombinacích) (**obr. 2.8**):

- **BY** – umožňuje ostatním rozmnožovat, rozšiřovat, vystavovat a sdělovat dílo a z něj odvozená díla pouze při uvedení autora;
- **SA** – umožňuje ostatním rozšiřovat odvozená díla pouze za podmínek identické licence;



Obr. 2.8 – Grafická podoba jednotlivých typů licencí Creative Commons. [převzato z 365tipu.cz]

- **ND** – umožňuje ostatním rozmnožovat, rozšiřovat, vystavovat a sdělovat pouze dílo v původní podobě, nikoli díla z něj odvozená;
- **NC** – umožňuje ostatním rozmnožovat, rozšiřovat, vystavovat a sdělovat dílo a z něj odvozená díla pouze pro nevýdělečné účely.

2.4 Národní zdroje geodat

2.4.1 Data poskytovaná Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním

Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK) je ústředním úřadem zeměměřictví a katastru nemovitostí České republiky. Pojem zeměměřictví v sobě zahrnuje geodézii a kartografii a úřad tedy zabezpečuje činnosti z oblasti **geodézie** (budování a údržbu geodetických bodů, zaměřování státních hranic, mapování území státu a další), **kartografie** (tvorba a vydávání základních i tematických mapových děl) a **katastru nemovitostí**.

Státní mapová díla

Jedná se o mapová díla zobrazující souvisle území Česka. Data jsou poskytována prostřednictvím **Geoportálu ČÚZK**, kde je možné o jednotlivých produktech najít podrobné informace.

Katastrální mapa: vztažné měřítko 1 : 2 000, obsahuje **polohopis** ve formě hranic parcel a popis, **neobsahuje výškopis** (**obr. 2.9**). Na cca 98 % území Česka je ve vektorové podobě, zbytek je rastr. Pro geografické ma-



Obr. 2.9 – Ukázka katastrální mapy. [převzato z geoportal.cuzk.cz]

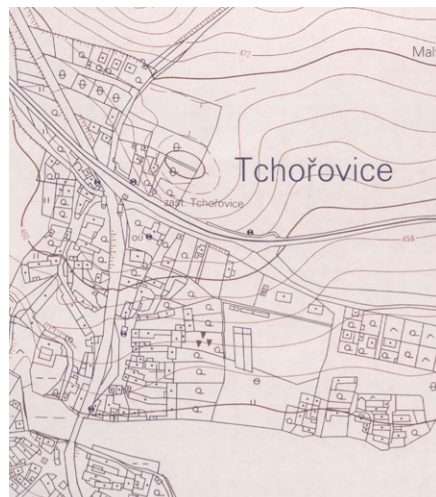
poování nejsou tato data moc využitelná, ale jsou **poskytována zdarma i pro komerční využití**, protože katastrální mapa (ať už v podobě analogové či digitální) je věrným obrazem reality bez místa pro autorskou tvorbu, proto nejde o autorské dílo a tato data lze tedy používat prakticky jakkoliv.

Ke **stažení dat katastrální mapy** a některých dalších dat (např. uliční sítě, adresních míst apod.) v digitální podobě přímo do formátu ArcGIS **geodatabase** lze využít **databáze RÚIAN**. Po vyhledání zájmového území a stažení dat ve **Výměnném formátu RÚIAN (VFR)** použijeme ke konverzi **nástroj VFR Import**, v základní verzi dostupný zdarma.

Státní mapa 1 : 5 000 (SM 5): nejpodrobnější mapa s výškopisem

(s vrstevnicemi), na části území je ve vektorové podobě a na části v rastrové (obr. 2.10).

Základní mapy středních měřítek (ZM): obsahují měřítko 1 : 10 000,



Obr. 2.10 – Ukázka SM 5. [převzato z www.cuzk.cz]



Obr. 2.11 – Ukázka ZM 25. [převzato z www.cuzk.cz]

1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 a 1 : 200 000 (ZM10 až ZM200; obr. 2.11). Jedná se o topografické mapy pokrývající souvisle území ČR. Distribuuji se po jednotlivých mapových listech v rastrovém formátu.

Všechny uvedené části státního mapového díla je možné získat v digitální podobě, prohlížet zdarma v GIS aplikacích, či získat v tištěné podobě. Volně jsou na stránkách **Geoportálu ČÚZK** k dispozici znakové klíče k mapám a klady mapových listů.

Databáze ČÚZK

Základní báze geografických dat (ZABAGED): tvoří komplexní datový geografický model území Česka na úrovni měřítko 1 : 10 000 (obr. 2.12). Obsahuje polohopis i výškopis, odlišuje více než sto typů



Obr. 2.12 – Ukázka mapové vizualizace dat ZABAGED. [převzato z www.cuzk.cz]

objektů rozdělených do osmi kategorií (sídla, komunikace, sítě, vodstvo, územní jednotky, vegetace, terénní reliéf, geodetické body). U jednotlivých typů jsou uváděny i atributy (např. typ budovy, typ vodního toku, výška lesa apod.) Je zdrojem pro výše uvedené základní mapy ZM10 až ZM100. K původním dvěma typům výškopisu (3D vrstevnice a grid 10×10 m), které vznikly z fotogrammetrického mapování, přibýly digitální modely reliéfu uvedené samostatně dále.

Topografická databáze České republiky (Data200): podrobnost dat odpovídá měřítku 1 : 200 000. Vektorová databáze obsahuje osm vrstev (hranice, vodstvo, doprava, sídla, jména, objekty, vegetace, výškopis) a odlišuje cca 50 typů objektů. Databáze vznikla na základě evropského projektu, je kompati-



Obr. 2.13 – Ukázka mapové vizualizace dat Data200. [převzato z www.cuzk.cz]

bilní s obdobnými daty okolních států a dá se tedy použít pro projekty přesahující hranice ČR.

Výškové digitální modely

Uvedené výškové modely jsou výsledkem zpracování dat získaných leteckým laserovým skenováním.

Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G): vyjadřuje zemský povrch ve formě výšek bodů v pravidelné síti 5 × 5 m. Střední chyby výšky ve volném a zalesněném terénu jsou 0,3 a 1 m.

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G): zemský povrch je reprezentován nepravidelnou trojúhelníkovou sítí bodů (TIN) se středními chybami 0,18 m a 0,3 m.

Digitální model povrchu České republiky 1. generace (DMP 1G): nepravidelná síť výškových bodů vyjadřuje území včetně staveb a rostlinného pokryvu.

Data z uvedených databází a digitálních modelů je možné získat v několika formátech (SHP, DGN7, DXF) a souřadnicových systémech (S-JTSK, UTM, WGS-84), nebo je volně prohlížet prostřednictvím WMS.

Ostatní produkty

Ortofoto: jedná se o bezešvé fotografické zobrazení zemského povrchu na základě leteckých snímků. Letecké snímky jsou překresleny, aby byly odstraněny chyby vzniklé při snímkování, a umístěné do souřadnicového systému. Velikost pixelu je 0,20 m. Ortofoto je aktua-

lizováno ve dvouletém cyklu a vedle aktuální verze je možné získat i archivní ortofoto od r. 1998.

Archivní mapy: součástí ČÚZK je i Ústřední archiv zeměměřičství a katastru (ÚAZK), který shromažďuje a zveřejňuje velké množství map a dalších materiálů. Historické mapy, včetně map Stablního katastru je možné **prohlížet na webu**.

Pro všechny produkty ČÚZK platí, že podmínky poskytnutí a ceny se odvíjejí od způsobu využití (pro státní správu, pro školy, pro komerční využití...). Pro studentské práce zapůjčuje ČÚZK limitované množství dat (např. 10 mapových listů ZM10) za podmínky, že budou poskytnuta třetím osobám a po použití v práci budou smazána ze všech úložišť. Detailní informace je možné nalézt na Geoportálu ČÚZK.

2.4.2 ArcČR 500

ArcČR 500 je digitální vektorová báze geodat vytvořená (a průběžně aktualizovaná) firmou **ARCDA-TA Praha** (českým distributorem produktů firmy Esri) ve spolupráci s ČÚZK a Českým statistickým úřadem. Informace v databázi jsou rozděleny do tematických skupin: hranice, sídla, silniční a železniční síť, vodní plochy a toky, bažiny, lesy, letiště, národní parky a CHKO, vrstevnice a kóty (výškové body) – celkem 19 vektorových vrstev.

K administrativním jednotkám (11 vrstev) je uvedena řada statistických údajů (počet obyvatel,

rozvody, sňatky, míra nezaměstnanosti...). Součástí databáze je také rastrový digitální model reliéfu.

Vrstvy administrativního členění nejsou generalizovány (na rozdíl od geografických) na úroveň 1 : 500 000, takže na topografická data (třeba na místech, kde hranice probíhá vodním tokem) nesedí.

Databáze ArcČR 500 je dostupná zdarma a lze ji používat i k tvorbě komerčních kartografických produktů, při uvedení copyrightu dle licenčních podmínek.

2.4.3 Další tematická data

S geografickými daty pracuje řada organizací a institucí a mnohé z nich data v různých formách poskytují (přehled volně dostupných dat je možno nalézt například zde). Dále jsou uvedeny pouze příklady poskytovatelů a dat.

LPIS (Land Parcel Identification System): informační systém provozovaný Ministerstvem zemědělství České republiky. Eviduje zemědělskou půdu podle vlastnických vztahů (s detailním vymezením půdních bloků), ekologicky významné prvky, údaje o erozi půdy. Podkladem je ortofoto a katastrální mapa. Data je možné **prohlížet nebo volně stahovat** (po katastrálních územích nebo po okresech).

DIBAVOD (Digitální báze vodohospodářských dat): databázi spravuje Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, je určena pro tvorbu tematických map

s vodohospodářskou tematikou. Databáze vychází z vrstvy vodstva ZABAGED (tedy měřítko 1 : 10 000), kterou rozšiřuje o tematické prvky. Data ve formátu SHP jsou **volně stažitelná** na stránkách DIBAVOD.

SOWAC-GIS: geoportál tematicky zaměřený na ochranu půdy, vody a krajiny Česka. Je provozován Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy. Umožňuje prohlížet velké množství dat nebo je možné o data požádat elektronicky.

AOPK ČR: množství dat s tematikou ochrany přírody a krajiny poskytuje volně **Agentura ochrany přírody a krajiny ČR**. Data lze prohlížet na webovém mapovém portálu **Mapomat** nebo **stahovat**.

2.5 Mezinárodní zdroje geodat

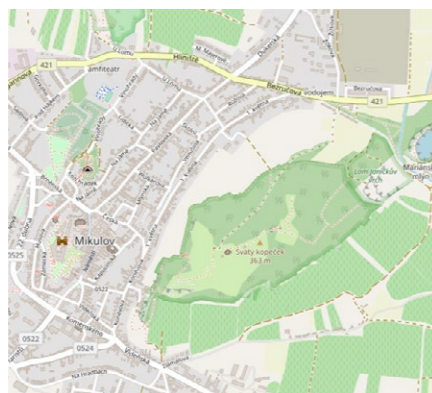
2.5.1 OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM) je mezinárodní projekt založený v roce 2004, jehož cílem je vytvoření volně dostupných geografických dat pokrývajících celý svět. Jako zdroje se používá jak vlastní mapování (např. pomocí GPS), tak zejména odvozování a přejímání dat, jejichž licence to umožňuje. Podobně jako třeba Wikipedia, i data OSM jsou volně editovatelná a celý projekt je tedy postaven na dobrovolné spolupráci uživatelů (těch registrovaných je na celém světě více než milion). Data jsou přidávána buď manuální editací, nebo hromadným importem jiné sady dat s odpovídající licencí, pro Čes-

ko např. data RÚIAN nebo DIBAVOD. Ztěžtodatajsouvytvářenymapy,atjiž v rámci samotného projektu OSM, ale také mnoha dalšími firmami.

Data jsou ukládána ve vlastním formátu postaveném na XML v souřadnicovém systému WGS84, lze je však převádět i do dalších vektorových formátů (včetně *shapefile*). Kromě geometrické podoby (body, linie, polygony) obsahují také atributy. Vzhledem k principu vzniku si OSM nekladou nároky na úplnost a nemají jednoho garanta správnosti, avšak jejich přesnost a podrobnost je celkově na vysoké úrovni a na většině území světa jde o nejpodrobnější data velkých měřítek, která jsou (volně) k dispozici (obr. 2.14).

Z hlediska autorského práva je užití odlišné u map a vlastních dat. Mapy (mapové dlaždice, WMS služba apod.) jsou šířeny pod licencí CC-BY-SA (tzn. je nutno uvést zdroj a výsledné dílo šířit pod stejnou licencí, tzn. nekomerčně). Naopak



Obr. 2.14 – Ukázka OpenStreetMap. [převzato z www.openstreetmap.org]

data OSM jsou od září 2012 šířena pod Open Database License (ODL), která umožňuje jejich použití pro tvorbu jakýchkoliv děl (i komerčně užívaných) za podmínky uvedení zdroje. Jiná situace ale nastává v případě úpravy/doplnění dat OSM (i doplněná data musí zachovávat původní licenci ODL), to však neplatí pro kombinaci s jinými samostatnými vrstvami/databázemi (v tom případě zůstávají pod ODL jen data OSM, ne další vrstvy).

Data OSM je možno stáhnout několika způsoby:

- **OpenStreetMap** umožňuje stáhnout data na základě stanoveného rozsahu ve formátu OSM. V rozhraní pro export je odkazováno také na další možnosti stažení dat.
- **Geofabrik** umožňuje stáhnout extrahovaná data pro jednotlivé kontinenty a státy (aktualizovaná obvykle jednou denně) ve formátu OSM i SHP;
- **BBBike.org** umožňuje stažení dat v různých formátech (mj. i SVG a SHP) pro uživatelem definovanou oblast (velikost dat v zazipovaném *shapefile* nesmí překročit 128 MB);
- **Market.Trimbledata.com** umožňuje stažení dat OSM ve formátu *shapefile* pro uživatelem definovanou oblast (nutná registrace);
- **ArcGIS Editor for OpenStreetMap** umožňuje přímo v prostředí ArcGIS (od verze 10.3) stahovat, editovat a nahrávat zpět data OSM. Po instalaci toolboxu se v prostředí *ArcToolbox* objeví skupina nástrojů, kterými

je možno stáhnout data OSM přímo do *geodatabase* (na základě rozsahu vrstvy, zobrazeného území apod.), hromadně přiřadit datům standardní OSM symboly apod.;

- **QGIS OSM Downloader Plugin** umožňuje stažení dat na základě zvoleného rozsahu (*Extent*) přímo v prostředí QGIS a jeho uložení do formátu OSM.

- **QGIS QuickOSM Plugin** je ideálním nástrojem, pokud vyžadujete pouze vybraná data OSM. Plugin umožňuje vytvářet vlastní dotazy na jednotlivé klíče (tematické vrstvy – *Key*) a jejich hodnoty (*Value*) pro vybranou oblast nebo rozsah (*Extent*). Není tak problémem stáhnout si například pouze budovy nebo jen určité druhy budov. Dotazy je možné také ukládat pro opakované použití nebo je aplikovat v geoprocessingových modelech. Po stažení jsou data ihned přetřansformována do *shapefile* s rozdělením dle typu geometrie a vykreslena (lze nastavit také uložení do GeoJSON). Postup zpracování je následující:

1. V menu *Vector* spustit *QuickOSM* a přepnout se do části *Quick query*;
2. Nadefinovat potřebný klíč (*Key*) a hodnotu (*Value*). Jejich **kompletní seznam** i s fotografickými ukázkami reálných objektů je dostupný pod tlačítkem *Help with key/value*.
3. Vymezit prostorový rozsah požadovaných dat. Ten lze definovat přímo názvem obce (např. Šumperk), rozsahem aktuálního zobrazení (*Extent of map canvas*) nebo dle rozsahu určité vrstvy.

4. Volbou *Run query* je spuštěno načítání dat přes *Overpass API* a následné vykreslení získaných objektů v QGIS.

2.5.2 Natural Earth Data

Natural Earth Data je projekt kompilující různé zdroje, výstupem jsou základní vrstvy (hranice, města, vodstvo, doprava, batymetrie a další) ve třech měřítkových úrovních (1 : 10 mil., 1 : 50 mil. a 1 : 110 mil.) pro celý svět. Kromě vektorových dat v SHP (včetně atributů, data jsou nepravidelně aktualizována) jsou ke stažení dostupné i rastrové vrstvy zobrazující reliéf (kombinace stínování, hypsometrie, krajinného krytu) včetně oceánské batymetrie. Tato data jsou vhodná pro mapy malých měřítek (států, regionů, kontinentů).

2.5.3 U.S. Geological Survey (USGS)

Americká USGS poskytuje poměrně velké množství geodat pokrývajících celý svět, která jsou dostupná zdarma, mj. digitální model SRTM, nejružnější satelitní data (AVHRR, SPOT, HCMM, Landsat, Sentinel a další) nebo globální data krajinného krytu (GLCC, s rozlišením 1 × 1 km).

SRTM (**Shuttle Radar Topography Mission**) je projekt NASA, jehož výsledkem je digitální model reliéfu celého světa mezi 56° j. š. a 60° s. š., založený na datech nasbíraných během mise raketoplánu *Endeavour* v roce 2000. Existuje několik variant lišících se zpracováním, ne-

jdetailednější je datová sada nazvaná **SRTM 1 Arc-Second Global** s rozlišením zhruba 30 m. Při užívání je třeba uvědomit si rozdílný výškový systém těchto dat proti národním systémům, rozdíly mohou činit až několik desítek metrů.

Stažení dat SRTM

Data jsou volně ke stažení v aplikaci **EarthExplorer** (vyžaduje registraci). V prvním kroku uživatel definuje zájmovou oblast (*Search Criteria*), v dalším vybere požadovaná data (*Data sets > Digital Elevation > SRTM*) a zobrazí výsledky (*Results*). Data SRTM se poskytují ve čtvercích o rozměru 1° × 1° (poloze odpovídá název – např. N45E15) v souřadnicovém systému WGS84. Stažení je možné v několika formátech, pro bezproblémové použití je vhodný **GeoTIFF** (ArcGIS od verze 10 je přímo schopný pracovat i s formátem HGT, který se vyznačuje menší datovou náročností). Při stahování většího množství dat (nejen SRTM) ulehčí práci aplikace **Bulk Download Application**. Postup je v tomto případě následující:

- na stránce s výsledky zvolit *Add All Results from Current Page to Bulk Download*;
- přejít do košíku (*View Item Basket*), zvolit požadovaný formát souborů (možno najednotně přes volbu *Modify Options for All Scenes*);
- přejít na závěr (*Proceed to Checkout*) a objednávku potvrdit;
- nainstalovat a spustit aplikaci, přihlásit se do ní stejným jménem a heslem jako do EarthExplorer,

zvolit objednávku (definovanou číslem), cíl stažení a data uložit.

Pro běžnou práci je vhodné jednotlivé čtverce pokrývající území **spojit**. Postup v ArcGIS je následující:

- spustit funkci *Mosaic to New Raster (Data Management Tools > Raster > Raster Dataset)* a jako *Input Rasters* zvolit všechny požadované čtverce;
- vybrat místo uložení, název a typ výsledného rastru;
- nastavit *Pixel Type* na *16_BIT SIGNED* a *Number of Bands* na 1.

Je potřeba si uvědomit, že při spojení mnoha čtverců bude výsledkem velký soubor a případné operace s ním budou výpočetně a časově náročné.

SRTM obsahuje na některých místech chyby, zejména chybějící hodnoty. Z několika zdrojů, které obsahují doplněné verze SRTM (z jiných datových sad) lze zmínit třeba [tuto stránku](#).

2.5.4 ArcGIS Living Atlas

Rozsáhlou kolekci (několika tisíc vrstev) nejrůznějších dat přístupných skrze mapový server obsahuje **Living Atlas** od Esri. K dispozici jsou jak data přímo od Esri, tak jiných uživatelů systému ArcGIS. Data jsou roztríděna do různých kategorií: k dispozici jsou jak **základní vrstvy** (topografie, ortofotomapy), tak **tematické**.

2.5.5 Evropská environmentální agentura

Rozsáhlou sbírku volně dostupných dat (včetně stažitelných geodat) pokrývajících území států Evropské

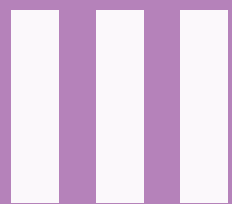
unie nabízí **Evropská environmentální agentura (EEA)**. Po zaregistrování je možno stáhnout (v různých formátech včetně SHP) například **Corine Land Cover** (krajinový kryt), hydrografická data (řeky, jezera a povodí), síť NATURA 2000, základní biogeografické regiony a další.

2.5.6 Další geodata

Asi nekomplexnější **rozcestník na volně dostupná geodata** (licence pro jejich užívání se ale liší případ od případu, mnohdy se jedná o data použitelná pouze pro nekomerční účely) **shromáždil R. Wilson**. (Přestože mnohé z odkazů již v uvedené podobě nefungují, odkazovaná data se často dají najít znovu na jiné adrese.) Mnohé státy (mj. např. Bolívie, Keňa, Rumunsko) umožňují **stažení základních datových sad** (administrativní členění, dopravní síť, osídlení, ale i základní tematická data) ve středních měřítcích ve formátu *shapefile* zcela jednoduše a zdarma.

Literatura a použité zdroje

- LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J. & RHIND, D. W. (2004). *Geographical Information System and Science*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- VONDRÁKOVÁ, A., BRUS, J. & VOŽENÍLEK, V. (2015a). *Metodika pro efektivní ochranu autorského práva v kartografii*. Olomouc: Univerzita Palackého. [[PDF](#)]
- VONDRÁKOVÁ, A., BRUS, J. & VOŽENÍLEK, V. (2015b). *Metodika pro efektivní ochranu autorského práva v geoinformaticce*. Olomouc: Univerzita Palackého. [[PDF](#)]



Zobrazení mapy



3.1 Kartografická zobrazení

Pokud v kartografii zobrazujeme Zemi a její části, potom přenášíme půdorys objektů a jevů z povrchu referenční plochy do roviny mapy. Dále bude jako **referenční plocha** uvažována **plocha kulová**, později budou úvahy rozšířeny i na elipsoid.

Základním problémem je, že **povrch koule není rozvinutelný do roviny**. Tato matematická definice říká, že kresbu z povrchu koule (v kartografii např. hranici státu nebo pobřežní čáru) **nelze překreslit do roviny tak, aby si obrazy plně odpovídaly** – vždy se budou v něčem lišit. Tomuto problému se věnuje celá jedna oblast kartografie, která se nazývá **matematická kartografie**. Matematická kartografie se zabývá způsoby, jak převést obraz z kulové plochy do roviny tak, aby „deformace“ obrazu splňovaly konkrétně stanovený požadavek, případně požadavky. „Deformace“ vzniklé při uvedeném převodu do roviny se nazývají **kartografická zkreslení** (dále jen *zkreslení*). Požadavků na toto zkreslení může být velké množství, a proto je i způsobů, jak získat obraz v rovině, velké množství.

Pro konkrétní způsob, jak převést obraz z povrchu koule do roviny, se používá pojem **kartografické zobrazení**. Většina kartografických zobrazení je založena na **matematických vztazích mezi polohou bodu na kouli** (ta je dána zejména zeměpisnými souřadnicemi φ a λ) a **polohou v rovině mapy** – nejčas-

těji se jedná o pravoúhlé souřadnice X a Y. Zobrazení je potom možné obecně vyjádřit pomocí relací:

$$X = f(\varphi, \lambda), Y = g(\varphi, \lambda)$$

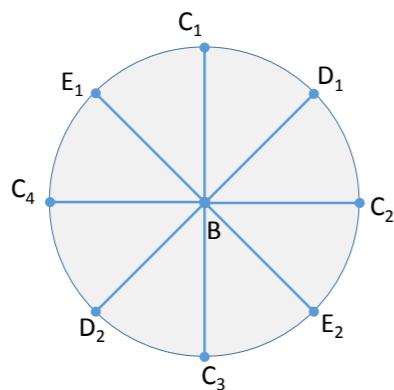
kde f a g označují **obecné funkce**.

Některá (ta nejjednodušší) zobrazení lze kromě matematického vyjádření odvodit i **promítáním**, tedy **geometricky** pomocí soustavy promítacích paprsků. Pro takováto zobrazení se v české terminologii (obdobně ve slovenštině a němčině) používá pojem **projekce**, který v angličtině (*projection*) zahrnuje všechna zobrazení obecně (projekce je anglicky *perspective map projection*).

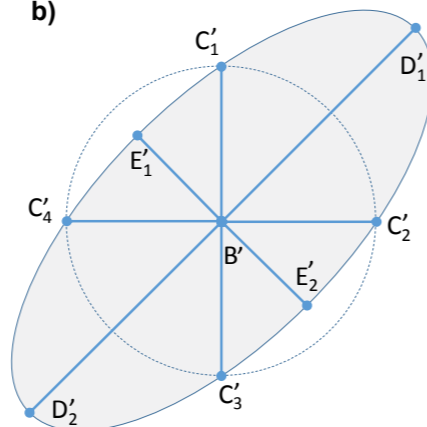
3.1.1 Kartografické zkreslení

Jak již bylo uvedeno výše, **zkreslení** označuje odchylku, deformaci, chybu obrazu v rovině mapy oproti obrazu na kouli. Existuje několik druhů zkreslení, ale základem pro odvození většiny úloh matematic-

a)



b)



Obr. 3.1 – Kružnice na kulové ploše (a) a její obraz v rovině mapy (b).

ké kartografie je **délkové zkreslení**, které bude dále značeno m .

Délkové zkreslení, také **zkreslení délek**, je **poměr velmi malé délky na mapě k odpovídající délce na kulové ploše**. Délky uvažujeme ve skutečnosti **bez vlivu měřítka mapy**. Jestliže je tedy $m_1 = 1,001$, znamená to, že délka 1 000 m na kouli se v mapě zobrazí jako 1 001 m. A hodnota $m_2 = 0,998$ znamená, že 1 000 m na kouli se v mapě zobrazí jako 998 m. Zkreslení se také udává ve tvaru **změna délky na jeden kilometr**, což je pro m_1 možné zapsat jako +1 m na 1 km, neboli +1 m/km, pro m_2 potom jako -2 m/km.

Délkové zkreslení **závisí na poloze** (kde se délka nachází) a také na **směru** (kterým směrem vede, tj. pod jakým azimutem). Např. pro délku vycházející z bodu M na východ je obecně jiné zkreslení než pro délku vycházející ze stejného bodu na sever. Průběh délkového zkreslení v okolí konkrétního bodu se vyja-

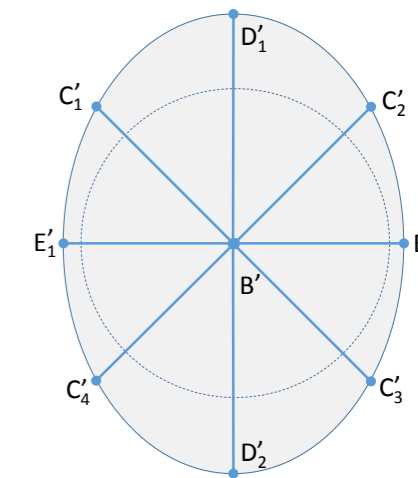
druje pomocí tzv. **elipsy zkreslení**. Princip elipsy zkreslení je možné objasnit následujícím způsobem:

- na kouli zvolíme bod, např. B , pro který budeme určovat zkreslení;
- z bodu do různých směrů vedeme délky o stejné hodnotě;
- koncové body těchto délek leží na kružnici (viz obr. 3.1a);
- bod B i koncové body délek zobrazíme do roviny mapy;
- koncové body délek v rovině mapy leží na elipse (viz obr. 3.1b).

Kružnice z kulové plochy se tedy do mapy zobrazila jako **elipsa** a jasně tak vidíme, že došlo k **deformaci obrazu**. Pro malé kružnice je výsledným obrazem vždy elipsa označovaná jako **elipsa zkreslení** (obrazem může být i kružnice, ale ta je považována za speciální případ elipsy). Pro velkou kružnici by se jednalo o složitou křivku, proto se zkreslení vždy určuje pro malé délky a nikoli např. pro celý poledník. Elipsa zkreslení

ukazuje deformaci obrazu v okolí bodu a často se soubor elips na ploše mapy používá pro vyjádření průběhu zkreslení na mapě – viz obr. 3.2. Elipsa zkreslení se také nazývá **Tissotova indikatrix**. Indikatrix je možné přeložit jako „udavatelka“, tedy křivka, která udává, určuje, indikuje zkreslení; N. A. Tissot (1824–1897) byl francouzský matematik zabývající se zkreslením.

Pokud se pro znázornění délkového zkreslení použije pouze elipsa zkreslení, jak je uvedeno na obr. 3.2, získáme sice určitou představu o deformaci obrazu, např. vidíme jak protáhlá je elipsa, ale nemůžeme provést srovnání s původní kružnicí. Proto je vhodné zobrazovat kružnici i elipsu společně – viz obr. 3.1b a obr. 3.3. Situaci zachycenou na obr. 3.1b je možné interpretovat takto: pro délky z bodu B ve směru do bodů C_1 až C_4 platí, že se jejich hodnota nezměnila, tedy $m_c = 1$, délky ve směru bodů

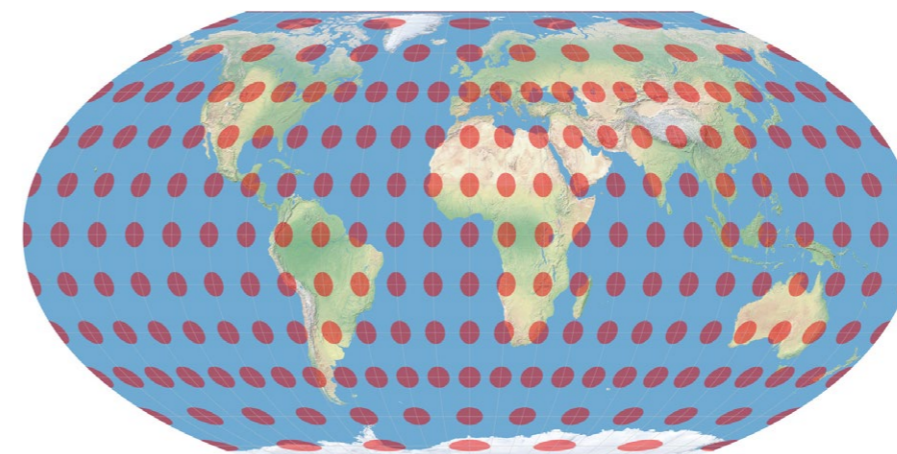


Obr. 3.3 – Elipsa zkreslení (všechna $m > 1$).

D_1 a D_2 se přibližně 2× prodloužily, takže délkové zkreslení m_D je cca 2, naopak u směrů do bodů E_1 a E_2 je m_E cca 0,75. V případě obr. 3.3 se všechny délky prodloužily a hodnota zkreslení se pohybuje mezi 1,1 a 1,5.

Při porovnávání elipsy zkreslení a původní kružnice v různých zobrazeních mohou nastat dva zajímavé případy:

1. **elipsa zkreslení má tvar kružnice**. To znamená, že v okolí bodu **délkové zkreslení nezávisí na směru**, je ve všech směrech stejné. Pokud tato vlastnost platí pro všechny body na mapě (všechny Tissotovy indikatrix jsou kružnice), je toto zobrazení označováno jako **konformní zobrazení** neboli **zobrazení zachovává úhly**. Konformní zobrazení má tedy tu vlastnost, že když z koule do roviny zobrazím libovolně



Obr. 3.2 – Tissotovy indikatrix na mapě světa – plochojevné zobrazení Wagner IV. [převzato z JUNG 2008A]

dvě protínající se křivky, jejich úhel zůstane zachován. Konformní zobrazení zachovává úhly, ale ze zákonitostí zkreslení vyplývá, že obecně dochází k **velkému zkreslení ploch**.

2. **plocha ohraničená elipsou zkreslení je stejná jako plocha ohraničená kružnicí**. To znamená, že délkové zkreslení se mění tak, že kolikrát se v jednom směru délka zvětší, tolikrát se v jiném (v kolmém) směru zmenší. Tato situace vede k tomu, že v **okolí bodu jsou zachovány všechny plochy**. Pokud platí tato vlastnost pro všechny body na mapě – **všechny elipsy mají stejnou plochu** – označuje se zobrazení jako **ekvivalentní neboli plochojevné**. Ekvivalentní zobrazení zachovává na mapě všechny plochy, ale dochází k **velkému zkreslení úhlů**, z čehož vyplývají **velké změny ve tvarech zobrazovaných prvků**.

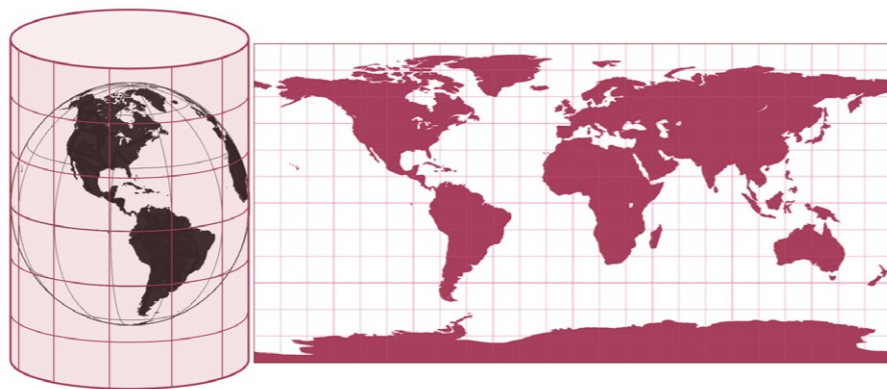
Výše uvedené vymezuje **dvě základní kategorie** kartografických zobrazení z hlediska zkreslení:

- **konformní zobrazení** – na mapě jsou zachovány všechny úhly, ale dochází k velkému zkreslení ploch;
- **ekvivalentní zobrazení** – na mapě jsou zachovány všechny plochy, ale dochází k velké deformaci tvarů.

Pochopitelně existují zobrazení, která nespádají ani pod první, ani pro druhý případ (nejsou ani konformní, ani ekvivalentní). Jedná se o velkou skupinu zobrazení, která splňují nejrůznější požadavky a mají nejrůznější vlastnosti. Z této skupiny je možné uvést často používaná tzv. **vyrovňovací** (kompen-

zační) zobrazení. Jak název napovídá, jedná se o zobrazení, která se snaží o určitý **kompromis mezi konformními a ekvivalentními zobrazeními**, kdy na mapě sice není nic nezkresleného (jsou zkresleny úhly i plochy), ale zároveň není nic zkresleno extrémně.

Samostatné vysvětlení vyžaduje pojem **délkojevné** (ekvidistantní) zobrazení. Porovnáním s pojmy **úhlojevné** a **plochojevné** by se nabízel závěr, že se jedná o zobrazení, které nezkresluje délky, tedy délky jsou na mapě zachovány. I když se takové (nebo podobné) konstatování vyskytuje často, není správné. **Neexistuje zobrazení, které by zachovávalo všechny délky** – to je dáno výše rozebíranou skutečností, že se vždy musí něco zkreslovat. Pokud by byly zachovány všechny délky, automaticky by byly zachovány i všechny plochy a úhly a mapa by zcela přesně odpovídala obrazu na kouli, což není možné. Délky mohou být **zachovány pouze pro některé křivky**, např. pro



Obr. 3.4 – Schematické znázornění principu válcového zobrazení. [upraveno podle Jung 2008b]

poledníky – lze zkonstruovat mapu, na které budou všechny poledníky stejně dlouhé jako na kouli. Při označení takového zobrazení je ale nutné použít pojem „**zobrazení délkojevné v polednicích**“ a nikoli obecně délkojevné zobrazení.

3.1.2 Dělení zobrazení

Kartografických zobrazení je několik desítek až stovek – udává se okolo 300 zobrazení, ale počet není pochopitelně konečný, každý může vymyslet nové zobrazení. Proto je vhodné používat systémy jejich dělení do skupin se stejnými nebo podobnými vlastnostmi. Jedno ze základních dělení je podle **zkreslení**, jak je uvedeno výše, tedy na konformní, ekvivalentní a ostatní, s případnou podkategorií vyrovnávací.

Jiný způsob dělení je možné přiblížit na **geometrického principu vzniku zobrazení**. Je možné si představit, že okolo Země ovineme plášť válce tak, aby se dotýkal na

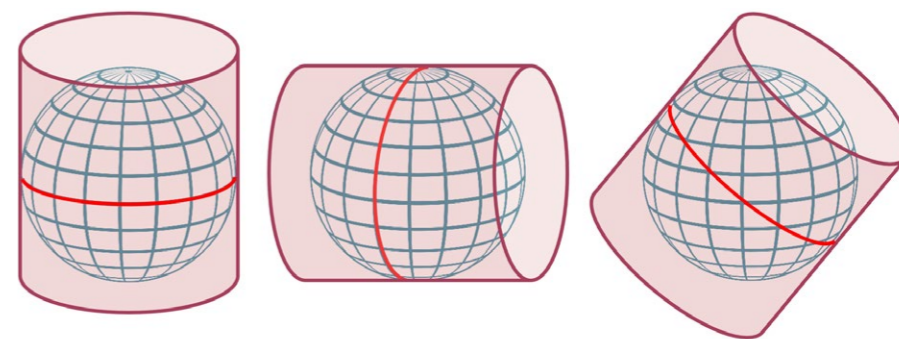
rovníku. Nyní z povrchu zeměkoule přeneseme obraz (kontinentů, států apod.) na plášť válce a plášť rozvineme do roviny – získáme mapu světa (viz obr. 3.4). Takto vznikají tzv. **válcová (cylindrická) zobrazení**. Všechna válcová zobrazení mají některé **společné vlastnosti**, např. mapa světa má tvar obdélníku, všechny obrazy rovnoběžek jsou úsečky stejně dlouhé jako rovník, poledníky jsou na mapě úsečky kolmé na rovnoběžky. Ovšem výsledné mapy se u jednotlivých válcových zobrazení liší, jak je popsáno dále.

Pokud postupujeme podobně, ale použijeme plášť kužele, vznikne **kuželové zobrazení**, resp. skupina kuželových zobrazení. Jestliže na severní pól přiložíme rovinu a svět zobrazíme přímo do této roviny, vznikne zobrazení, které se nazývá rovinné, ale používá se označení **azimutální**.

Azimutální, válcová a kuželová zobrazení se společně označují jako **zobrazení jednoduchá nebo pravá**. Jedná se skutečně o ta **nejjednodušší zobrazení** a zároveň **zobrazení nejstarší** – některá pocházejí až z antiky.

Druhá početná a hojně užívaná skupina zobrazení jsou tzv. **nepravá zobrazení**. Nejsou opakem pravých, jak by název napovídal, ale jsou naopak s pravými příbuzná – vznikají jako **modifikace pravých**.

Třetí, nejsložitější a značně různorodou skupinu označme jako **ostatní zobrazení**, i když se v odborné literatuře používají různá další dělení této skupiny. Spadají



Obr. 3.5 – Normální, příčná a obecná poloha u válcových zobrazení.

sem například **zobrazení polykónická** (používající nekonečného počtu kuželů), **víceplošná** (používající většího počtu zobrazovacích ploch) a další (vznikající např. průměrováním souřadnic více zobrazení, kombinací více zobrazení apod.).

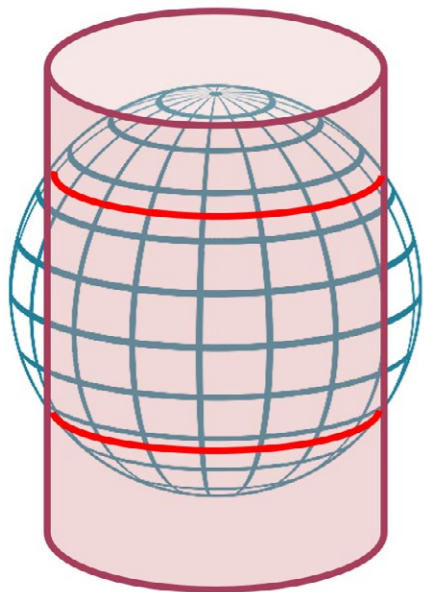
Další dělení zobrazení, se kterým je možné se setkat, je podle **polohy konstrukční osy** na polohu **normální, příčnou a obecnou** (obr. 3.5). Toto dělení se týká všech zobrazení, ale je možné ho dobře demonstrovat na výše popsaných pravých zobrazeních, například na válcovém zobrazení. Pokud je **osa válcové plochy totožná s osou zemskou**, potom se jedná o **normální polohu** – ta je při konstrukci zobrazení základní a v této poloze se většinou zobrazení prezentují. Pokud leží **osa v rovině rovníku** („válec je napříč“), jedná se o **polohu příčnou**. Jestliže leží osa válcové plochy zcela **obecně**, jedná se o polohu **obecnou**, neboli **šikmou**.

Poslední parametr, který uvedeme, a opět ukážeme na válcovém zobrazení, i když se týká i ostatních zobrazení, je **vztah referenční plo-**

chy a zobrazovací plochy. Zobrazovací plochou je u válcových zobrazení plášť válce, který jsme v předchozím textu ovinuli okolo zeměkoule tak, aby se dotýkal podél rovníku (obr. 3.4 a 3.5). Na mapě je potom **rovník stejně dlouhý jako na kouli** a rovnoběžky na mapě se musí směrem od rovníku více a více prodlužovat.

Pro tvorbu mapy můžeme zvolit válcovou plochu, která bude mít **menší poloměr než koule** a bude tudíž **kouli protínat ve dvou rovnoběžkách** (obr. 3.6). Na mapě budou nyní mít tyto dvě rovnoběžky zachované délky. Rovník a rovnoběžky v jeho okolí se na mapě musí zmenšit, ostatní rovnoběžky směrem k pólům se musí opět prodloužit. Tímto způsobem je možné „rozdělit“ zkreslení na kladné a záporné a tím **zmenšit jeho absolutní hodnotu**.

Podle vztahu válec – koule tedy můžeme rozdělit zobrazení na **tečnou** (zobrazovací plocha se dotýká) a **sečnou** (zobrazovací plocha protíná) referenční kouli. U pravých zobrazení je možné si tečnou i sečnou podobu kuželové plochy i roviny snadno



Obr. 3.6 – Sečný válec.

představit, ale uvedený princip se používá i u dalších zobrazení, byť již není tak geometricky názorný.

Shrnutí dělení zobrazení:

- **podle zkreslení:** konformní, plochojevná, ostatní (do kterých patří i vyrovnávací);
- **podle zobrazovací plochy:** jednoduchá neboli pravá (azimutální, válcová, kuželová), nepravá, ostatní;
- **podle polohy konstrukční osy:** v poloze normální, příčné a obecné;
- **podle polohy zobrazovací plochy:** v poloze tečné, v poloze sečné.

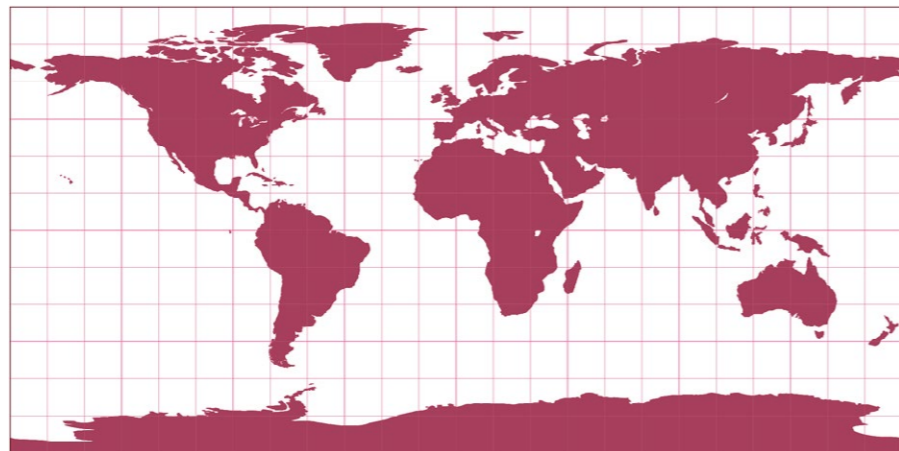
Dále budou všechna zobrazení popisována v normální poloze s tím, že vždy jsou možné jejich varianty v poloze příčné či obecné.

Principy vzniku zobrazení na příkladu válcových zobrazení

Na obr. 3.4 je naznačen způsob vzniku válcového zobrazení přenesením obrazu z koule na plášť válce a následné rozvinutí do roviny. Zobrazení povrchu koule na plášť válce je klíčový krok, který může proběhnout různými způsoby, z nichž některé ve stručnosti naznačíme.

Představme si, že poledníky pouze „narovnáme“ na plášť válce. Jejich délka zůstane zachována, pouze je odkloníme od pólu do svislé polohy. Délky obrazů rovnoběžek se od rovníku postupně prodlužují, póly se zobrazí jako úsečky. Zobrazení se nazývá **Marinovo** (Marinos z Tyru byl antický geograf žijící na přelomu 1. a 2. století n. l.), nebo také **čtvercová mapa**, protože zeměpisná síť je tvořena čtverci – ukázka mapy světa je na obr. 3.7.

Z obrázku je patrné, že Marinovo zobrazení není plochojevné. Zeměpisná síť na kouli se skládá z jed-



Obr. 3.7 – Marinovo zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

notlivých polí, která se vzhledem ke sbíhavosti poledníků směrem od rovníku zmenšují. Na Marinově mapě jsou však tato pole stále stejná a je tedy jasné, že směrem od rovníku narůstá plošné zkreslení. Území v severní a jižní části mapy jsou tedy plošně větší, než odpovídá skutečnosti.

Pokud bychom chtěli plochojevnou mapu, musela by se pole zeměpisné sítě zmenšovat. U válcového zobrazení toho nelze dosáhnout jinak, než **postupným přibližováním obrazů rovnoběžek** (u válcového zobrazení se nemohou sbíhat poledníky). Pokud použijeme uvedený princip a plochy polí zeměpisné sítě budou odpovídat plochám na kouli, dostaneme zobrazení na obr. 3.8. Zobrazení se označuje jako **válcové Lambertovo zobrazení** (J. H. Lambert byl švýcarský matematik a fyzik žijící v 18. století, zabýval se zobrazeními z matematického hlediska, je po něm pojmenováno několik zobrazení). Z obrázku je patrné, že zachováním



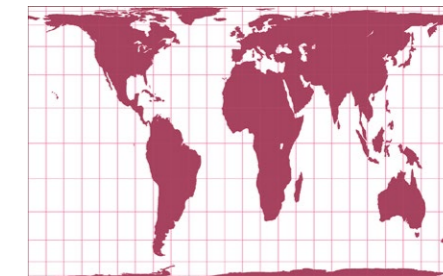
Obr. 3.8 – Lambertovo válcové zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

ploch došlo ke **zkreslení úhlů** – tedy tvarů, což je zřejmé mimo jiné na tvaru Grónska, které je na kouli protáhlé ve směru sever–jih a na mapě protáhlé ve směru východ–západ. Tím, že se obrazy rovnoběžek k sobě postupně přibližují, zobrazuje se svět do poměrně **úzkého pásu** s poměrem stran cca 1 : 3.

Pro zachování plochojevnosti a dosažení vhodnějšího poměru stran mapy je možné použít sečný válec, obdobně jako je na obr. 3.6. Pokud plášť válce protíná referenční koule v rovnoběžkách $\pm 45^\circ$, potom vznikne mapa zobrazená na obr. 3.9. Autorem této mapy, resp. tohoto zobrazení, je **skotský duchovní J. Gall** (1808–1895, který se přes zájem o astronomii dostal k vytvoření několika zobrazení nesoucích jeho jméno). Stejně zobrazení v roce 1973 publikoval německý historik **A. Peters** jako vhodnější variantu pro mapu světa oproti tehdy používanému Mercatorovu zobrazení (viz dále).

Z předchozího víme, že u konformního zobrazení musejí být Tissotovy indikatrix kružnice. To znamená, že délkové zkreslení musí

být ve všech směrech stejné. Jestliže se tedy u válcového zobrazení obrazy rovnoběžek od pólu postupně prodlužují oproti rovnoběžkám na kouli, musí se v případě konformního zobrazení ve stejném poměru prodlužovat i obrazy poledníků. Rovnoběžky na mapě se tedy postupně od pólu musí od sebe vzdalovat. Uvedený princip použil v 16. století **G. Mercator** (1512–1594, jeden z nejvýznamnějších kartografů historie) a vytvořil přelomové zobrazení, které je po něm pojmenováno (obr. 3.10). V Mercatorově zobrazení jsou zachovány úhly, a navíc se **loxodroma** (viz kap. 1.4.4) zobrazí jako úsečka, což jsou dvě významné vlastnosti využívané při navigaci do dnešní doby – námořní navigační mapy jsou právě v tomto zobrazení. Jedná se o jedno z celosvětově nejužívanějších zobrazení, které je mimo jiné známé jako jedna ze dvou možných variant zobrazení Google Maps. I přes nesporné výhody není toto zobrazení zcela vhodné pro mapy světa, protože v důsledku výše uvedených vlastností se vzdálenosti rovnoběžek směrem k pólu



Obr. 3.9 – Gallovo (Petersovo) zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

zvětšují takovou rychlostí, že póly se zobrazí „do nekonečna“, takže mapa světa zabírá celý pás roviny – je nekonečně dlouhá nahoru i dolů. Proto se většinou v tomto zobrazení kreslí svět pouze mezi rovnoběžkami $\pm 80^\circ$ (na obr. 3.10 je do $\pm 84^\circ$). Velmi dobře je na této mapě patrné **zkreslení ploch rostoucí směrem od rovníku**. Na první pohled je zřetelné, že Grónsko je větší než Afrika, když ve skutečnosti je cca 15× menší.

Na příkladu čtyř válcových zobrazení byly zjednodušeně (bez matematických odvození) představeny



Obr. 3.10 – Mercatorovo zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

způsoby, jak vznikají kartografická zobrazení. Pro podrobnosti o jednotlivých zobrazeních je nutné nahlédnout do literatury zabývající se matematickou kartografií, např. HOJOVEC ET AL. (1987), BUCAR (2002), TALHOFFER (2007), SNYDER & VOXLAND (1994), případně se podívat na webové stránky věnované zobrazením, např. JUNG (2018b) nebo FURUTI (1997). Dále budou stručně představena další, častěji používaná zobrazení.

3.1.3 Přehled vybraných zobrazení

Azimutální zobrazení délkojevné v polednicích, též Postelovo zobrazení (obr. 3.11): svět je zobrazen podobným způsobem jako u Marinaova zobrazení (jsou zachovány délky poledníků), nezobrazuje se však na plášť válce, ale přímo do roviny, která se koule dotýká na severním pólu. Zobrazení není konformní ani plochojevné. Celý svět se zobra-



Obr. 3.11 – Postelovo zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

zí do kružnice – obrysová kružnice je obrazem jižního pólu. Zkreslení narůstá od severního pólu směrem k jihu. Zobrazení je známé ze znaku OSN, kterým je mapa světa v tomto zobrazení do 60. rovnoběžky j. š.

Lambertovo azimutální zobrazení – podobně jako Lambertovo válcové je i toto zobrazení plochojevné. Celý svět je zobrazen v kružnici jako u Postelova zobrazení, ale tentokrát se obrazy rovnoběžek na jižní polokouli k sobě přibližují a výsledkem jsou velké deformace tvarů, proto se používá téměř výhradně pro polokouli.

Stereografická projekce – jedná se o azimutální zobrazení, které vznikne geometrickým promítáním z jižního pólu. Jižní pól se zobrazuje do nekonečna a mapa světa tak zabírá celou rovinu, proto se používá pouze pro polokouli.



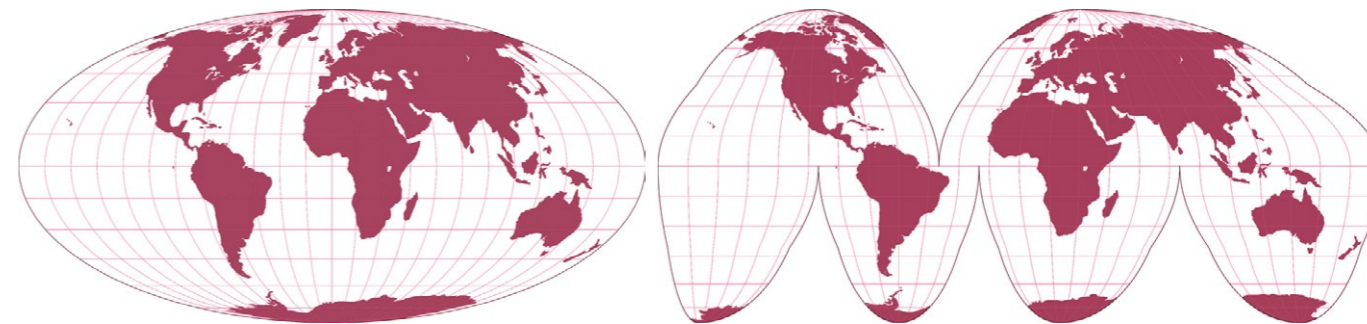
Obr. 3.12 – Albersovo zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

Je to konformní zobrazení, které je často používáno i mimo kartografii, např. v astronomii, geologii apod.

Albersovo zobrazení – bylo vybráno jako zástupce plochojevných kuželových zobrazení. Tvar mapy světa, typický pro všechna kuželová zobrazení, je na obr. 3.12. Albersovo zobrazení je, podobně jako Gallovo, sečné. V případě uvedeném na obrázku protíná plášť kužele koule v rovnoběžkách $+10^\circ$ a $+70^\circ$. Zobrazení se používá pro geografické mapy území protáhlých podél rovnoběžky.

Lambertovo kuželové konformní zobrazení – severní pól se zobrazí jako bod, jižní pól je v nekonečnu. Velmi často používané zobrazení pro menší území, např. státy. Používá se pro letecké navigační mapy.

Mollweidovo zobrazení (obr. 3.13) je zástupcem nepravých zobrazení, jedná se o nepravé válcové



Obr. 3.13 – Mollweidovo zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

Obr. 3.14 – Goodovo zobrazení. [převzato z JUNG 2008b]

neboli pseudoválcové zobrazení. Celý svět je zobrazen do elipsy s poloosami v poměru 1 : 2. Zobrazení je plochojevné. U nepravých zobrazení narůstá zkreslení od středního poledníku, tato skutečnost je u Mollweidova zobrazení patrná mimo jiné na tvaru Austrálie zobrazené v blízkosti okraje mapy.

Zkreslení je možné zmenšit tím, že se mapa rozdělí do více částí – zvolí se více nezkraslených středních poledníků, okraje jednotlivých částí budou blíže ke středním poledníkům a tím bude menší zkreslení. Důsledkem ovšem bude nesouvislá mapa světa. Příkladem takového zobrazení je Goodovo zobrazení (obr. 3.14). Austrálie v tomto zobrazení prakticky přesně odpovídá obrazu na glóbu, ale mapa se skládá z několika cípů spojených na rovníku. Střední poledníky jsou zvoleny tak, aby kontinenty zůstaly souvislé.

3.1.4 Zobrazení z elipsoidu

Pro geodetická měření se jako referenční plocha používá elipsoid a při tvorbě map z těchto dat je nutné zob-

razovat z elipsoidu do roviny mapy. Obecně se používají dva postupy:

1. přímé zobrazení z elipsoidu na zobrazovanou plochu. Tento postup je možný u některých zobrazení – např. je snadno představitelné válcové nebo azimutální zobrazení v normální poloze;

2. v případě, že není možné zobrazovat přímo, postupuje se tak, že se elipsoid nejprve zobrazí na kouli a koule poté do roviny. Je pochopitelné, že z matematického hlediska jsou tato zobrazení značně komplikovaná.

3.1.5 Dvě hlavní zobrazení používaná v Česku

V průběhu historie mapování a zobrazování byla na našem území používána různá zobrazení. V současnosti jsou používána dvě hlavní zobrazení – jedno pro civilní mapování a jedno pro mapování vojenské.

Civilní mapy jsou vyhotovovány v Křovákově zobrazení. Jedná se o konformní zobrazení, využívající postup elipsoid > koule > kužel v obecné poloze. Zobrazení vzniklo v první polovině 20. století pro teh-

dejší Československo a bylo konstruováno tak, aby zkreslení na území státu bylo minimální. To vedlo k využití kuželového zobrazení v šikmé poloze. Přes nespornou výhodu minimálního zkreslení (maximální hodnota zkreslení je 14 cm/1 km) má zobrazení dvě nevýhody: složité výpočty a neobvyklou orientaci rovinných souřadnic. Při současném stavu výpočetní techniky nejsou již výpočty zásadní problém, ale druhá nevýhoda je stále aktuální.

U Křovákova zobrazení je osa X orientována k jihu a osa Y na západ, orientace os tedy neodpovídá běžně používanému systému souřadnic známého např. z matematiky, kdy osa X z geografického pohledu směřuje na východ a osa Y na sever. Problém se objeví zejména při používání počítačových programů (např. geografických informačních systémů), které používají standardní orientaci souřadnic. Pro práci v takovémto programu je nutné „překlopit souřadnice do používaného souřadnicového systému“.

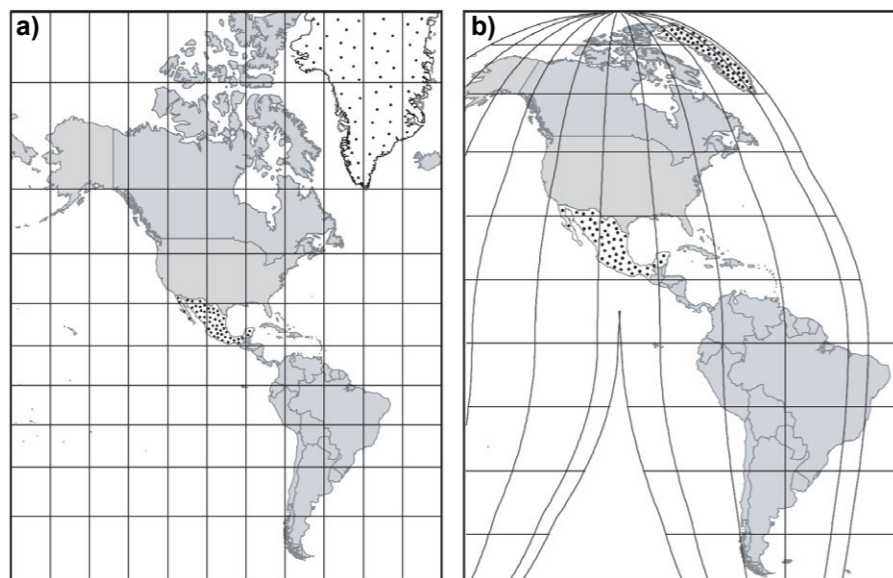
Pro vojenské účely je v Česku (a ve všech armádách NATO) pou-

žíváno zobrazení UTM (*Universal Transverse Mercator – Mercatorovo zobrazení v příčné poloze*). Toto zobrazení je doménou vojenských kartografů, ale jedná se o jedno z celosvětově nejpoužívanějších zobrazení, proto bude stručně charakterizováno. Zobrazení je **konformní**, zobrazuje se z elipsoidu na plášť válce, jehož osa leží v rovině rovníku – v prvním přiblížení je možné si představit, že se válec dotýká podél poledníku.

Ve skutečnosti je **válec sečný** a protíná elipsoid ve dvou křivkách „rovnoběžných“ s poledníkem, které jsou nezkraslené. Zkraslení roste od uvedených křivek, a aby nedosahovalo velkých hodnot, zobrazuje se jen **úzký pás tří stupně** na každou stranu od středního poledníku. Pro další území se použije další pás. Celý svět je tedy **rozdělen na šestistupňové poledníkové pásy**, které se zobrazují na samostatné válcové plochy. Pro mapu světa by takové zobrazení bylo nevhodné, ale využívá se pro podrobné vojenské mapy (např. měřítko 1 : 50 000), na kterých je zkraslení malé.

3.2 Volba kartografického zobrazení

Volba zobrazení, které použijeme pro konkrétní mapu, záleží na různých okolnostech, z nichž nejdůležitější jsou **úcel a měřítko mapy, tvar, velikost a poloha zobrazeného území**.



Obr. 3.15 – Stejný počet teček v Mexiku a Grónsku rozmístěných na úhlojevné (a) a plochojevné (b) mapě působí naprosto odlišným dojmem. [převzato z Tyner 2010]

3.2.1 Účel a měřítko mapy

Účel mapy (respektive také použité vyjadřovací metody) hraje roli zejména z **hlediska požadavků na zkraslení**. Pro navigační mapy, podrobné topografické mapy používáme **zobrazení úhlojevná**. Pro mapy, které zobrazují plošné fenomény nebo využívají metody, pro jejichž správnou interpretaci je důležité nezkraslené zobrazení plochy (např. kartogram nebo metoda teček) používáme **zobrazení plochojevná** (obr. 3.15). Ta jsou používanější i pro obecně-geografické mapy. Zobrazení vyrovnávací používáme pro obecně-geografické mapy malých měřítek, zobrazující kontinenty či svět.

Vzhledem k **průběhu zkraslení**, které obvykle narůstá od určité-

ho bodu či linie, hraje úhlojevnost či plochojevnost zobrazení roli zejména u **map malých měřítek**, zobrazujících **velká území** (státy, kontinenty). Například maximální délkové zkraslení úhlojevného Křovákova zobrazení je v okrajových částech Česka asi 20 cm/km, což na standardní turistické mapě v měřítku 1 : 50 000 znamená nepostřehnutelných 0,004 mm. Rozdíl rozlohy, vypočítané z mapy v Křovákově a plochojevném zobrazení je pak zhruba 8 km², tedy 0,01 %, což je opět zanedbatelná hodnota. Proti tomu rozdíl mezi podobou světa na mapě v úhlojevném (např. Mercatorově) a plochojevném válcovém zobrazení je markantní (obr. 3.8, 3.9 a 3.10) a může způsobit naprosto chybnou interpretaci údajů z mapy.

3.2.2 Tvar, velikost a poloha území

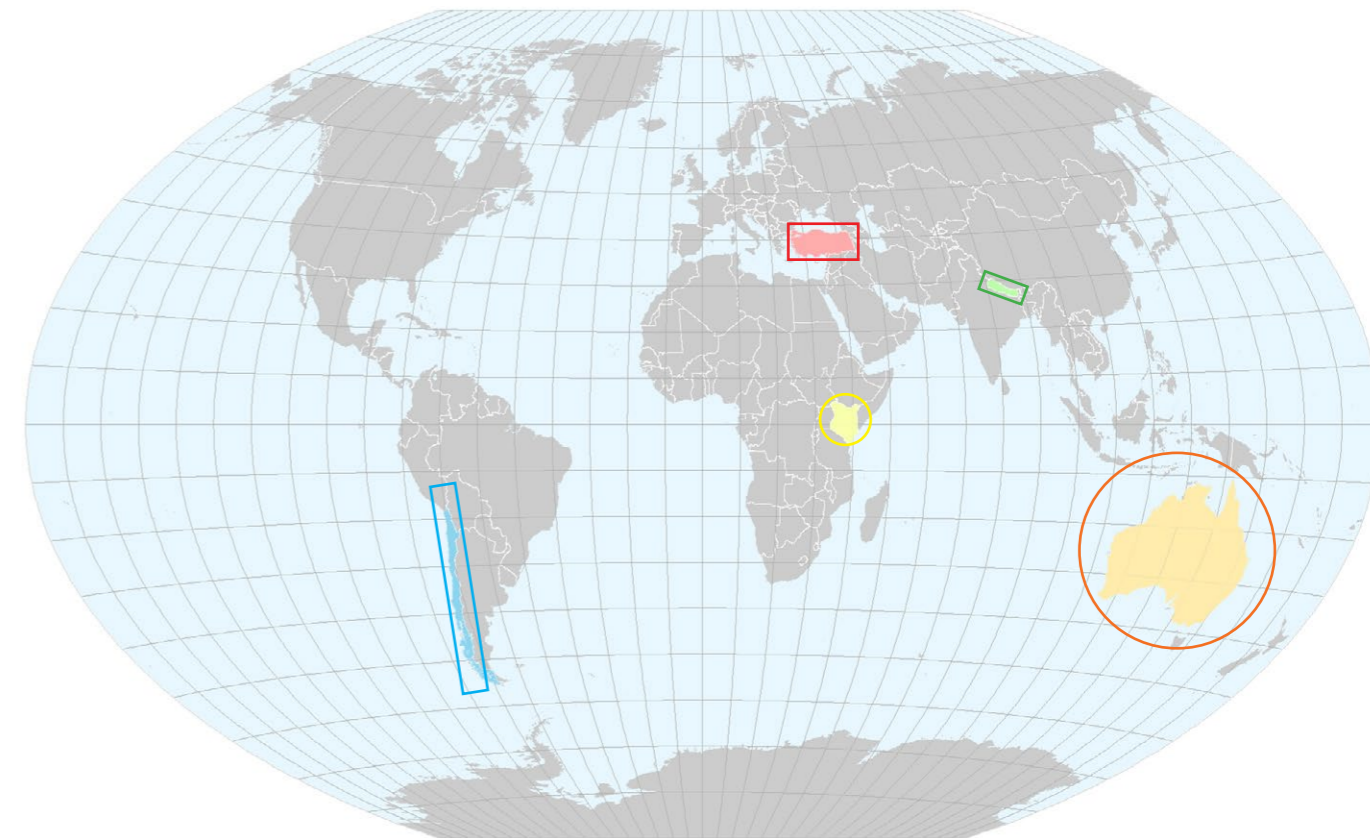
Tvar území je klíčový pro výběr zobrazení dle **zobrazovací plochy** (obr. 3.16). Ta totiž určuje **průběh zkraslení**. U **azimutálních zobrazení** narůstá zkraslení rovnoměrně od bodu, proto jsou azimutální zobrazení vhodná pro **území**

s **kompaktním, přibližně kulovým či čtvercovým tvarem**. U zobrazení **válcových a kuželových zkraslení** narůstá od jedné (respektive dvou) **linií**, proto jsou vhodná pro mapy zachycující **území protáhlá**.

Hodnoty **dotykového bodu** (u azimutálních zobrazení), respektive **nezkraslených/základních po-**

ledníků a rovnoběžek volíme tak, aby **ležely/procházely středem území**, přičemž je vhodné brát **ohled na těžiště**. U dvou nezkraslených rovnoběžek volíme hodnoty zhruba v 1/8 severo-jihní vzdálenosti od nejsevernějšího/nejižnějšího bodu.

Poloha zobrazeného území spolu s případným směrem prota-



Obr. 3.16 – Vliv polohy a tvaru území na výběr zobrazení: ● **Turecko** má tvar protažený ve směru rovnoběžky, použijeme válcové zobrazení s nezkraslenou 38° rovnoběžkou s. š.; tvar ● **Nepálu** je protažený v šikmém směru, použijeme válcové nebo kuželové zobrazení v obecné (šikmé) poloze; ● **Keňa** má pravidelný tvar a leží na rovníku, můžeme použít azimutální zobrazení v příčné poloze; vzhledem k tvaru můžeme použít azimutální zobrazení i pro ● **Austrálii**, ale v obecné poloze s dotykovým bodem ve středu kontinentu; vzhledem k velmi protáhlému tvaru podél poledníku je pro ● **Chile** vhodné válcové zobrazení v příčné poloze s nezkrasleným poledníkem 70° z. d.

žení území pak určuje konstrukční osu zobrazení. Azimutální zobrazení v normální poloze je vhodné pro mapy polárních oblastí, v příčné poloze pro mapy kompaktních území ležících přibližně na rovníku (např. Nigérie, Keňa), v obecné poloze (s vhodně zvoleným dotykovým bodem) pak pro jakákoliv další území s vhodným tvarem, ležící mezi rovníkem a póly. Vzhledem k tomu, že prakticky u všech azimutálních zobrazení zkruslení narůstá od dotykového bodu poměrně rychle, nejsou tato zobrazení vhodná pro příliš velká území (mapa celé polokoule apod.).

Válcová zobrazení jsou vhodná pro území protažená podél hlavní kružnice, kuželová pro území protažená podél kružnice vedlejší (např. rovnoběžky). Pro oboje pak platí, že v normální poloze je používáme pro území protažená v západových směrech (podél rovnoběžek; např. Turecko), v příčné poloze pro území protažená v severo-j jižním směru (podél poledníků; např. Chile) a v obecné (šikmé poloze) pro území protažená ve směru šikmém (např. Arabský poloostrov).

Obecně platí, že jednoduchá zobrazení mají obvykle horší průběh zkruslení než zobrazení obecná, proto se používají pro mapy spíše menších území. Nepravá zobrazení používáme pro mapy celého světa nebo velkých kontinentů, na mapy polokoule se často používá ortografická projekce či Lambertovo azimutální zobrazení v příčné poloze.

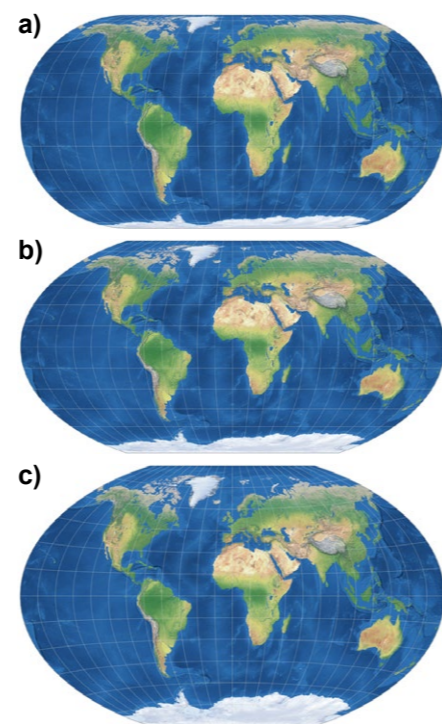
3.2.3 Další faktory

Jednotlivá kartografická zobrazení se vyznačují množstvím vlastností, které při volbě použitého zobrazení můžeme (nebo musíme) zvažovat.

Zobrazení podkladových map, respektive dat, z nichž mapu tvoříme, hrálo roli zejména v minulosti při ruční (nepočítačové) transformaci zobrazení pro svou často velkou časovou náročnost i pracnost. Dnes – při zpracování a tvorbě map na počítačích – je změna zobrazení otázkou několika kliknutí, a tak již nehraje tolik roli. Naopak aktuálním omezením je (ne)schopnost jednotlivých kartografických a GIS programů s jednotlivými zobrazeními pracovat. Například ArcGIS umožňuje použít jinou než normální polohu u poměrně mála válcových a kuželových zobrazení.

Zvažovat můžeme při volbě zobrazení například tvar obrazu zeměpisné sítě – z hlediska předpokládaného použití mapy můžeme požadovat například přímkové (nezakřivené) poledníky nebo rovnoběžky. Roli může hrát orientace mapy vůči severu (zda bude na celé mapě nahoře, nebo různý). Někteří zobrazení neumožňují zobrazit na jedné mapě celý svět (nebo ani celou polokouli). Mapy celého světa mohou mít různý tvar (obdélníkový, eliptický či složitější), být souvislé nebo přerušované (Goo-dovo zobrazení), různým způsobem zobrazovat póly (jako body, úsečky, křivky nebo vůbec).

Určitou roli mohou hrát i uživatelské preference. Na základě výzkumu ŠAVRIČE ET AL. (2015) víme, že lidé preferují mapy světa s nepřerušovanými zobrazeními, eliptickými poledníky a přímkovými rovnoběžkami. Existují ale rozdíly mezi laiky a profesionály: u obou skupin sice z několika zobrazení vyhrálo Robinsonovo zobrazení, neoborníci ale kladně hodnotili i Mercatorovo zobrazení (pravděpodobně pro jeho časté používání, i když je mimo několik specifických případů naprosto nevhodné) nebo Marinovo zobrazení.



Obr. 3.17 – Nejvhodnější zobrazení pro mapy celého světa: a) Eckertovo IV, b) Wagnerovo V. a c) Winkelovo III.

[map-projections.net]

Nejvhodnější zobrazení pro mapy celého světa hledal i ČAPEK (2001), a to na základě celkového zkruslení. Mezi nejvhodnější podle něj patří např. plochojevné Eckertovo IV. zobrazení, vyrovnávací Wagnerovo V. zobrazení, Winkelovo II. a III. zobrazení, či Robinsonovo zobrazení (obr. 3.17), naopak na opačném pólu se ocitly Bonneovo nebo Foucatovo zobrazení.

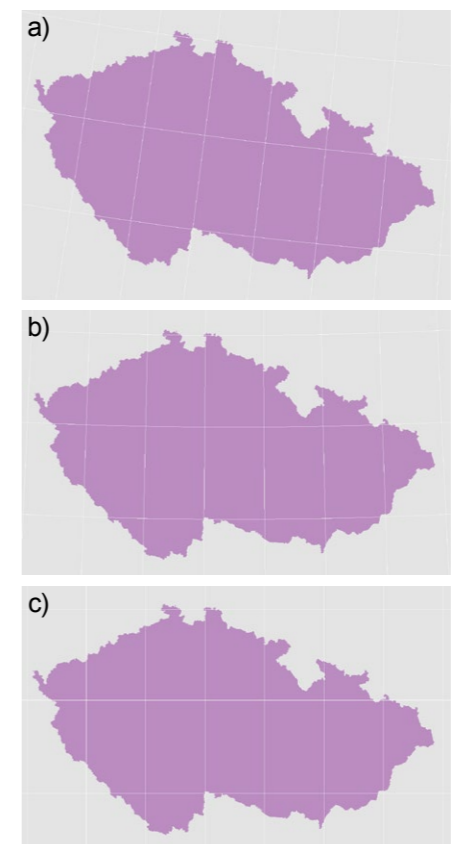
3.2.4 Zobrazení pro Česko

Standardním českým zobrazením, používaným pro státní mapové dílo, je Křovákovo zobrazení a souřadnicová síť S-JTSK. Pro mapy velkých a středních měřítek je vhodně použitelné, avšak pro mapy malých měřítek (a zejména mapy zobrazující území celého státu) není z více důvodů vhodné. Křovákovo zobrazení a jeho specifikace byly odvozeny pro původní Československo včetně dnešní Zakarpatské Ukrajiny, tedy stát se skoro dvojnásobnou délkou, než je dnešní Česká republika. Hodnoty zkruslení ploch i délek jsou však z hlediska geografické kartografie zanedbatelné.

Hlavním problémem použití Křovákova zobrazení pro mapy celé ČR je natočení zeměpisné sítě (9°30' na západě, 4°28' na východě směrem k východu) a tím i celé ČR. Jak ukázal BLÁHA (2014), z map ČR v tomto zobrazení mohou (nejen studenti) získávat chybné povědomí o geografii země. Nejnižší zobrazeným bodem (a tedy dle předpokladu

uživatelů též nejnižším) je soutok Dyje a Moravy, nikoliv (ve skutečnosti nejnižším) bod v katastru Vyššího Brodu, špatně se srovnávají i relativní polohy velkých měst.

Z toho důvodu je doporučeno pro mapy malých měřítek, respektive mapy celého Česka, používat zobrazení jiná (obr. 3.18): Albersovo kuželové plochojevné zobrazení (zá-



Obr. 3.18 – Česká republika v a) Křovákově zobrazení, b) Albersově kuželovém plochojevném z. ($\lambda_0 = 15,5^\circ$; $\phi_1 = 49^\circ$; $\phi_2 = 50,5^\circ$) a c) plochojevném válcovém zobrazení ($\lambda_0 = 15,5^\circ$; $\phi_1 = 50^\circ$).

kladní poledník 15°30', nezkruslená rovnoběžka 50°, resp. 49° a 50°30') nebo (v případě požadavku na rovnoběžné obrazy poledníků) válcové plochojevné zobrazení.

Kartografická zobrazení v ArcGIS

Přiřazení souřadnicového systému Všechna geodata (tedy data, u nichž známe jak atributovou, tak geometrickou složku prvku) musí být v určitém souřadnicovém systému, kde poloha každého lomového bodu (u vektorové grafiky), respektive pixelu (u rastrové grafiky), je určena číselnými souřadnicemi. Informace o tom, v jakém souřadnicovém systému data jsou, však nemusí být v souboru obsažena (u formátu shapefile je nositelem této informace dílčí soubor s koncovkou *.prj). Pokud souřadnicový systém přiřazen není, data se při vložení do mapy zobrazí, ale nepůjde pracovat se zobrazeními, nebo zobrazí špatně umístěná a se špatně zobrazeným měřítkem (pokud mapa používá jiný souřadnicový systém než data) či vůbec nezobrazí. Důležitým krokem pro další práci s geodaty a případnými úpravami či změnami kartografických zobrazení je tedy přiřazení informace o tom, v jakém souřadnicovém systému tato data jsou.

Přiřazení informace o použitém souřadnicovém systému vrstvy se provádí pomocí funkce Define Projection. Zde je třeba z nabídky vybrat správný souřadnicový systém, tedy ten, ve kterém daná data opravdu jsou. Tato informace může být

součástí metadat, nejčastěji se bude pravděpodobně jednat o systém WGS-84 (světová data, zobrazované souřadnice budou ve stupnicích a odpovídat zeměpisné šířce a délce), nebo Křovákovo zobrazení (S-JTSK) v případě dat z prostředí České republiky (nejčastěji záporná souřadnicová čísla v rozsahu -430 000 až -900 000 m, respektive -950 000 až -1 230 000 m). U národních dat jiných států nejspíše půjde o národní souřadnicový systém daného státu.

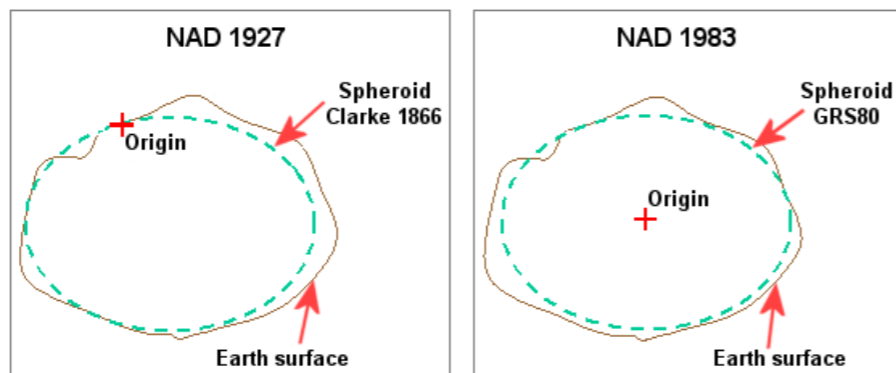
Přiřazení správného souřadnicového systému je klíčové – pokud nastavíme jiný, než v kterém data jsou, budou data při zobrazení deformována, měřítko nebude dávat smysl apod. Proto je velmi vhodné při tvorbě vlastních dat (ať už z výsledků terénního měření nebo získaných digitalizací) na přiřazení souřadnicového systému nezapomínat.

Souřadnicové systémy a zobrazení v ArcGIS

ArcGIS rozeznává dva základní typy souřadnicových systémů: **Geographic Coordinate Systems** (geodetické datum; zeměpisné souřadnice, popisující parametry referenční plochy – elipsoidu nebo koule – a polohu na ní, včetně počátku a orientace souřadnicového systému) a **Projected Coordinate Systems** (vlastní kartografická zobrazení).

Geographic Coordinate Systems

Příkladem souřadnicových systémů z první skupiny (*Geographic*) jsou například WGS-84, NAD 1927 nebo ITRF



Obr. 3.19 – Rozdíl mezi dvěma elipsoidy – geodetickými daty. (převzato z ALBRECHT 2015)

2008. Ve všech těchto souřadnicových systémech pracujeme se **zeměpisnou šířkou a délkou** (respektive souřadnicemi X, Y, Z, vztaženými ke středu dle geodetického data).

V různých souřadnicových systémech však vlivem použití **různých referenčních těles** (různé typy elipsoidů, koulí s různými parametry) nebo jiné volby počátku má **stejně místo na Zemi různé hodnoty souřadnic**. Jak uvádí například ALBRECHT (2015), souřadnice konkrétního místa v americkém Redlandu v systémech NAD 1927 a 1983 se liší o zhruba tři úhlové vteřiny v případě zeměpisné délky, respektive 0,05'' u zeměpisné šířky (obr. 3.19). Jinými slovy – z opačného úhlu pohledu – např. 19° s. š. a 25° v. d. ve WGS-84 definuje jiné místo na zemi, než stejné hodnoty v NAD 1927. Definice použitého geodetického data je vždy nezbytnou součástí konkrétního kartografického zobrazení (*Projected Coordinate System*). Kompletní seznam v dokumentu od ESRI (2017a). Pokud datům s *Geographic Coordinate System* nena-

stavíme žádné kartografické zobrazení (*Projected Coordinate System*), budou v ArcMap zobrazena v **Marinově (čtvercovém) zobrazení**.

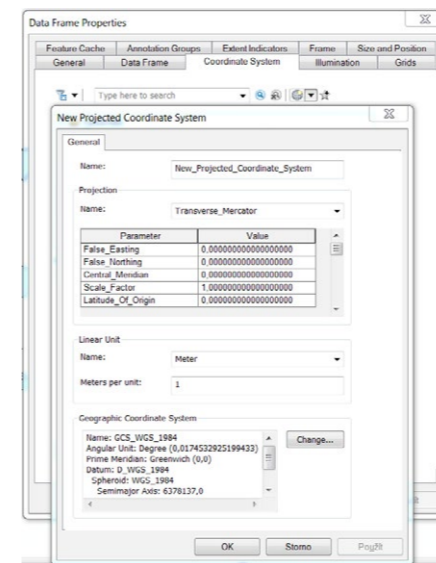
Projected Coordinate Systems

Vlastní **kartografická zobrazení** jsou umístěna ve složce *Projected Coordinate Systems*. Každé konkrétní zobrazení v ArcGIS (= soubor s názvem, uložený jako *.prj) je definováno **obecným typem zobrazení (projection)**; např. Mercatorovo z., Albersovo plochojevné kuželové z. apod.) a jeho **parametry** (nezkreslená rovnoběžka, základní poledník atd.). Konkrétní zobrazení (*.prj) jsou pojmenována a roztržena do složek podle oblastí použití.

Volba zobrazení

Kartografické zobrazení (použité v dané mapě: *Map Properties > Coordinate System > Current XY*) lze nastavit třemi možnostmi:

1) volba **přednastaveného zobrazení** (kompletní seznam v dokumentu od ESRI (2017b);



Obr. 3.20 – Dialog volby nového kartografického zobrazení a jeho nastavení jeho vlastností.

2) volba přednastaveného zobrazení a jeho **následná úprava**;
3) vytvoření **nového zobrazení**.

Ad 1 a 2: Po výběru přednastaveného zobrazení je možnost **úpravy jeho parametrů** přes kliknutí pravým tlačítkem na název zobrazení a volbou *Copy and modify*.

Ad 3: Vytvoření nového zobrazení se provádí ikonou *Add Coordinate System > New Projected Coordinate System*. V následném dialogu je třeba zvolit název, druh kartografického zobrazení a jeho parametry (obr. 3.20). Kartografické zobrazení (ať už vlastní, nebo upravené předpřipravené) je možno **přidat do oblíbených** (*Add to Favorites*), nebo přímo **uložit** (*Save as Projection File*) jako

*.prj soubor, přenositelný např. na jiný počítač.

Parametry zobrazení

Možnosti úprav parametrů jednotlivých kartografických zobrazení se liší dle jejich typu, obecně jsou různé pro zobrazení azimutální, válcová, kuželová a další. **Kompletní seznam** dostupných zobrazení, jejich vlastností a nastavitelných parametrů se nachází v nápovědě programu (ESRI 2016).

Central meridian (základní poledník); v některých zobrazeních označovaný také jako *Longitude of Origin* nebo *Longitude of Center*) je nastavitelný u všech zobrazení. Jedná se o **poledník probíhající středem mapy**, souřadnicová síť je podle něj **symetrická**. V závislosti na typu zobrazení může, ale nemusí být **délkově zkreslen**.

Latitude of Origin (zem. šířka počátku) definuje v průsečíku se základním poledníkem **počátek souřadnic** (X, Y) daného zobrazení. Rovnoběžka, procházející tímto bodem, může, ale nemusí být **délkově zkreslena** (v závislosti na typu zobrazení).

Nastavení samotného výchozího bodu souřadnic **nemá vliv na průběh zkreslení**.

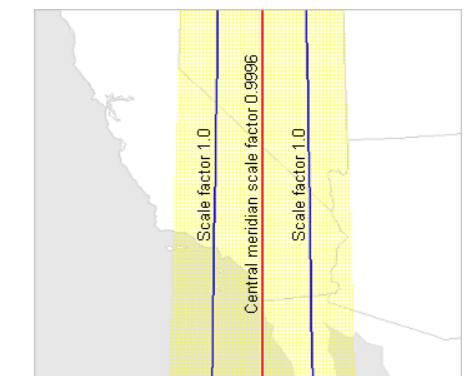
Standard Parallel (nezkreslená rovnoběžka) je **délkově nezkreslená rovnoběžka**. Často (ale ne vždy) je ztotožněna s hodnotou *Latitude of Origin* a lze ji chápat jako **dotykovou** (respektive **sečnou**) rovnoběžku (nebo rovnoběžky).

Latitude of Center a/nebo Central Parallel se používají v případě, že

jde nejen o počátek souřadnic (jako je tomu u *Latitude of Origin*), ale zároveň **střed zobrazení** (obvykle u azimutálních zobrazení, v kombinaci s hodnotou *Longitude of Center* definuje **dotykový bod**).

Scale factor (měřítkový faktor) je číslo vyjadřující **hodnotu délkového zkreslení**. Pokud je **menší než 1**, znamená to, že vzdálenost změřená na mapě a přepočítaná dle měřítka mapy je ve skutečnosti větší, v opačném případě (*scale factor* větší než jedna) kratší. Praktické využití v ArcGIS může mít tento parametr u některých válcových a kuželových zobrazení, kde jeho **nastavení na hodnotu menší než 1** (například 0,9996) udělá z **jedné nezkreslené (dotykové) rovnoběžky dvě (de facto sečné rovnoběžky)** (obr. 3.21). (U zmíněného příkladu budou nezkresleny linie ve vzdálenosti zhruba 1°). Cílem této operace je úprava průběhu zkreslení v zájmovém území.

False Easting a False Northing jsou **konstanty**, které se připočítávají ke



Obr. 3.21 – Příklad využití *Scale factoru* u zobrazení UTM (převzato z ALBRECHT 2015)

všem hodnotám souřadnic. Jejich smyslem je zajistit, aby např. všechny souřadnice v zájmovém území měly kladné hodnoty. Na průběh zkruslení nebo podobu zeměpisné sítě v daném zobrazení nemají vliv. Například v ČR se u zobrazení UTM připočítává konstanta 500.

Další parametry jsou specifické pro konkrétní zobrazení.

Azimutální zobrazení

Mezi nabízenými azimuthálními zobrazeními je např. Postelovo zobrazení, Gnómonická projekce nebo Lambertovo plochojevné azimuthální zobrazení. Prakticky u všech lze nastavit souřadnice dotykového bodu (*Longitude of Center, Latitude of Center*) a zobrazení tedy používat jak v normální či příčné, tak obecné poloze. Externí azimuthální projekce (*Vertical Near Side Perspective*) nabízí také možnost nastavení vzdálenosti pohledu (*Heigh*; čím vyšší toto číslo je, tím více se vzhled mapy blíží ortografické projekci).

Válcová zobrazení

ArcGIS nabízí největší výběr válcových zobrazení v **normální poloze** (mj. Mercatorovo, Behrmannovo nebo Gallovo), obvyklým nastavitelným parametrem je *Standard Parallel*. Úprava

její hodnoty má za následek zvětšení nebo zmenšení mapy (při nastaveném stejném měřítku), zároveň se mění průběh zkruslení (pokud ji např. u Mercatorova z. nastavíme na 80°s. š., mapa se výrazně zmenší a plošně nezkruslené budou plochy na 80°s. š.).

Příkladem dostupných válcových zobrazení v **příčné poloze** (vždy nastavujeme *Central meridian*) je např. již zmíněné UTM, Cassini-Soldnerovo z. nebo Gauss-Krügerovo z.

Jediným válcovým zobrazením v **šikmé poloze** je Mercatorovo z. v šikmé poloze (*Hotine Oblique Mercator*), přičemž pootočení lze nastavit buď kombinací výchozího bodu a azimutu, nebo dvou bodů.

Kuželová zobrazení

U kuželových zobrazení v **normální poloze** (např. Ptolemaiovo z. nebo Lambertovo z.) definujeme *Central Meridian* a jednu nebo dvě (v závislosti na typu zobrazení) nezkruslené rovnoběžky. Poměrně hodně specifických parametrů obsahuje Křovákovo zobrazení (kuželové v šikmé poloze).

Křovákovo zobrazení

Toto zobrazení je poměrně složité (což dosvědčuje i počet parametrů, které jej definují, a v rámci ArcGIS jsou často použity právě jen u tohoto zobrazení).

Další komplikací je **počátek souřadnic vpravo nahoře** (standardně souřadnice začínají – a číselné hodnoty tedy rostou – od počátku souřadnic doprava a nahoru, u S-JTSK je tomu naopak). ArcGIS toto řeší **umístěním souřadnic do třetího kvadrantu**, takže **osy X a Y jsou vyměněny** a souřadnice mají **záporná znaménka**. To komplikuje práci s daty v různých programech, protože např. *Geomatica* souřadnice chápe správně (tj. bez přehození os a záporných hodnot).

V ArcGIS jsou (ve složce *National Grids*) uloženy čtyři varianty Křovákova zobrazení (**tab. 3.1**), které se liší osami a definicí počátku souřadnic. Nejčastěji používanější varianta v běžných GIS aplikacích je EPSG:5514, v tomto souřadnicovém systému je poskytována většina dat a je použit u prohlížečích a stahovacích služeb resortu ČÚZK. EPSG:5513 je varianta používaná ve specializovaných aplikacích určených pro geodetické mapování a katastr.

Další zobrazení

Možnosti nastavení parametrů **složitých a nepravých zobrazení** (např. Goodova z., Aitoffova z. nebo Eckertových z.) se liší případ od případu, většinou se však jedná jen o nastavení počátku souřadnic nebo konstanty souřadnicové sítě.

Název	EPSG	Popis	počátek souřadnic
S-JTSK_Krovak_East_North	5514	matematická orientace os: osa x směřuje na východ, osa Y směřuje na sever, na území ČR jsou obě souřadnice záporné	nultý poledník Greenwich
S-JTSK_Ferro_Krovak_East North	5221	osa x směřuje na jih, osa Y směřuje na západ, na území ČR jsou obě souřadnice kladné	nultý poledník Ferro
S-JTSK_Krovak	5513	osa x směřuje na jih, osa Y směřuje na západ, na území ČR jsou obě souřadnice kladné	nultý poledník Greenwich
S-JTSK_Ferro_Krovak	2065	osa x směřuje na východ, osa Y směřuje na sever, na území ČR jsou obě souřadnice záporné	nultý poledník Ferro

Tab. 3.1 – Varianty souřadnicových systémů užívaných Křovákovo zobrazení.

Transformace zobrazení

Pokud potřebujeme data v určitém souřadnicovém systému zobrazit v jiném zobrazení, existují v zásadě dvě možnosti: **transformace zobrazení „za běhu“** (*On fly*) ve vlastnostech mapy, nebo vytvoření nového souboru (*shapefile*, *rastr*) v novém souřadnicovém systému pomocí patřičné **funkce** (*Data management > Project raster, Project*). Každé řešení má své výhody a nevýhody.

Postup za běhu lze doporučit v případě, že používáme data s jedním nebo dvěma souřadnicovými systémy, a spíše než o složitější analýzy a postupy nám jde o jednorázové vytvoření mapy. Pokud plánujeme pracovat s daty s více souřadnicovými systémy, provádět složitější (prostorové) analýzy, nebo data v daném zobrazení opakovaně používat, je výhodnější použít některou z funkcí a vytvořit si **nové soubory v požadovaném zobrazení**.

Transformační rovnice

Při změně souřadnicového systému (například naměřená data ve WGS-84 chceme zobrazit nad základní mapou v S-JTSK) dochází k **přepočtu souřadnic pomocí transformačních rovnic**. Pro konkrétní dvojici zobrazení může transformačních rovnic existovat více, přičemž jejich použití závisí na poloze zájmového území. Kompletní výčet rovnic včetně doporučení pro jejich užívání obsahuje dokument od ESRI (2017c). Pro obvyklou – výše zmíněnou – transformaci souřadnic mezi

WGS-84 a S-JTSK je na území Česka třeba používat **rovnici s koncovkou _1**. Pokud transformační rovnice není zadána (jak při transformaci zobrazení za běhu [*Map properties > Transformation*]), tak při využití funkce *Project*, může dojít ke špatnému přepočtu a vzniku polohové chyby v řádu až desítek metrů.

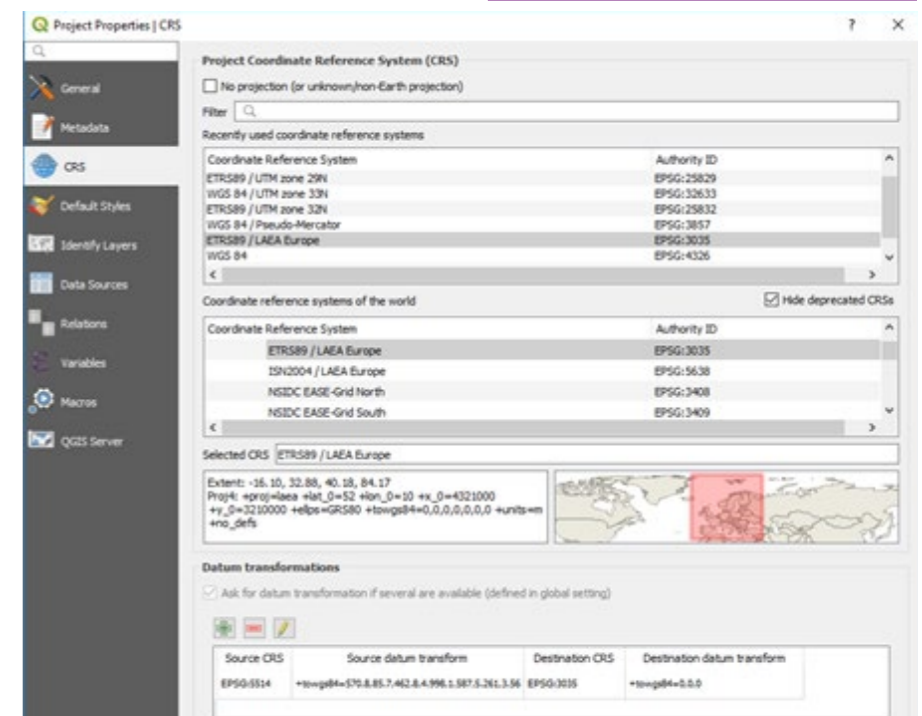
Kartografická zobrazení v QGIS

Nastavení souřadnicového systému projektu

Nastavení souřadnicového systému projektu je v QGIS dosti podobné způsobu v jiných GIS programech, i když s některými specifiky a vy-

lepeními. Definovat souřadnicový systém pro váš projekt je možné ve **vlastnostech projektu** (*Project Properties > CRS; obr 3.22*), rychlá volba pro nastavení se nachází pod kódem EPSG v pravé dolní části obrazovky (např. EPSG:3857). Je nutno zmínit, že pro definici souřadnicového systému QGIS využívá **knihovnu PROJ4**. Z toho pramení, že definice je textový řetězec. Například definice souřadnicového systému pro **Lambertovo azimuthální stejnoploché zobrazení** (ETRS89/LAEA Europe, EPSG:3035) je následující:

```
+proj=laea +lat_0=52 +lon_0=10
+x_0=4321000 +y_0=3210000
+ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0
+units=m +no_defs
```



Obr. 3.22 – Okno pro práci se zobrazeními.

Jednotlivé definice souřadnicových systémů jsou standardně **rozděleny do dvou skupin**: *Geographic Coordinate Systems* pro popis parametrů referenčních ploch a *Projected Coordinate Systems* pro jednotlivá kartografická zobrazení. Záznamy lze v menu procházet, není to však příliš efektivní. Lepší je použít pole *Filter* a danou definici si dohledat dle názvu nebo ideálně dle kódu EPSG. Pro **rychlou definici** lze využít také seznam naposledy použitých souřadnicových systémů (okno *Recently used coordinate reference systems*). Užitečné je pracovat se zaškrtnutou volbou *Hide deprecated CRSs*, která odfiltruje zastaralé a již nepoužívané definice. Ve spodní části menu v *Datum transformations* lze **specifikovat transformace** mezi jednotlivými souřadnicovými systémy. Specifikaci je užitečné provést, pokud často pracujete s daty v několika souřadnicových systémech – data přidaná do projektu jsou poté automaticky transformována. Pokud v menu transformace není specifikována, při přidání vrstvy v odlišném souřadnicovém systému jste vždy dotázáni na výběr odpovídající transformace.

Přiřazení a změna souřadnicového systému u vrstev

Přiřadit souřadnicový systém vrstvě lze v zásadě **několika způsoby**, mezi kterými je třeba rozlišovat:

- **Dočasné přiřazení souřadnicového systému** se provádí v kontextovém menu vrstvy volbou *Set CRS > Set layer CRS*. Důležité je si uvědo-

mit, že takovéto nastavení donutí QGIS přiřadit vrstvě daný souřadnicový systém bez ohledu na to, co je uvedeno v metadatech vrstvy. Toto nastavení lze využít v případě, kdy **data nemají definovaný souřadnicový systém vůbec** nebo pokud chceme „natvrdo“ přiřadit vrstvě jiný souřadnicový systém než který má definován. To se děje velmi zřídka a pouze v případech, kdy byl souřadnicový systém **dříve u vrstvy chybně nastaven**. Nastavení souřadnicového systému tímto způsobem je pouze dočasné a bude fungovat pouze v projektu, ve kterém je nastavení provedeno!

- **Trvalé přiřazení souřadnicového systému** se provádí v *processingu* pomocí nástroje *Vector general > Define Layer Projection*. Po volbě definice je u dané vrstvy **zapsáno nastavení souřadnicového systému**, nevzniká nová vrstva. Toto nastavení je trvalé a bude funkční ve všech dalších projektech a jiných GIS programech. Lze také vrstvu přeložit, v kontextovém menu vrstvy zvolte *Export > Save Features As*. Při ukládání je možné specifikovat souřadnicový systém, výsledkem je kopie vrstvy se zvolenou specifikací souřadnicového systému.

- Obdobně funguje v *processingu* nástroj *Vector general > Assign projection*, kdy při zapsání nastavení souřadnicového systému je **vytvořena nová vrstva**.

- *Vector general > Find projection* je nástroj, pomocí kterého můžeme získat seznam EPSG kódů „kandi-

dátských“ souřadnicových systémů pro vrstvu s neznámým souřadnicovým systémem.

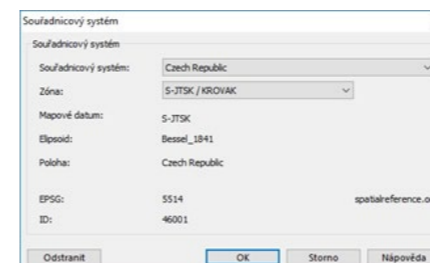
- **Vector general > Reproject layer** slouží k převodu dat do jiného souřadnicového systému. Je nutné definovat cílový souřadnicový systém, výsledkem je nová vrstva.

Kartografická zobrazení v OCAD

Nastavení souřadnicového systému projektu

Při založení projektu je v OCAD nutné **specifikovat** kromě měřítka mapy také **souřadnicový systém**. Nastavení provedeme v menu *Mapa > Měřítko a souřadnicový systém*. Po přepnutí na *Reálné souřadnice* je možné systém definovat v části *Souřadnicový systém > Vybrat*. OCAD používá **vlastní interní databázi souřadnicových systémů**. Definice se provádí **výběrem ze seznamu**, který je mixem názvů území a souřadnicových systémů. Pro Česko je k dispozici definice *S-JTSK/Krovak EastNorth EPSG: 5514* (program chybně uvádí název *S-JTSK/Krovak*, **obr. 3.23**) a *S-42/83 EPSG: 28403*.

V případech, kdy potřebný souřadnicový systém v seznamu chybí, je možné jej **ručně dodefinovat** – v seznamu se zvolí *User defined grid*. Položky je možné vyplnit ručně nebo definici načíst z *.prj souboru. Pokud soubor s definicí daného souřadnicového systému v *.prj nemáme, je možné jej získat například ve službě **EPSG.io**. V části *Export* vybereme definici ve formátu ESRI WKT a zvolíme uložit (ukládá se s přípo-



Obr. 3.23 – Okno pro práci se zobrazeními.

nou *.prj). Definici následně načteme v menu *User defined grid*.

Změna souřadnicového systému projektu

OCAD jako takový vrstvy nezná, podobné jsou jim zde jednotlivé mapové značky, které ale lze pouze editovat z hlediska jejich podoby. Změna souřadnicového systému je tak **možná pouze pro celý projekt**. Transformaci do jiného souřadnicového systému provedeme v menu *Mapa > Transformovat > Změnit souřadnicový systém*. Transformaci z jiného systému je také možné provést při importu dat do projektu.

Databáze souřadnicových systémů

Z výše uvedeného textu je jasné, že prvotní a zásadní činností je volba vhodného kartografického zobrazení. Zde však řada uživatelů může narazit na problémy, neboť souřadnicových systémů a transformací existuje několik tisíc a často jsou si jejich názvy velmi podobné. Jak tedy jednotlivé systémy od sebe rozeznat, vybrat ten vhodný?

Řešením je využití **databází souřadnicových systémů** dostupných

na internetu, kde si lze dané informace o souřadnicovém systému ověřit. Kromě samotného názvu se používá u každého souřadnicového systému i jeho číselný kód, takzvané **WKID** (*Well-Known ID*, často je užívané také označení **EPSG kód**) (**tab. 3.2**), který umožňuje snadné rozlišení a identifikaci. V současnosti existuje několik databází, u nichž dochází k postupné harmonizaci WKID a údajů o souřadnicových systémech:

1. **oficiální databáze EPSG Geodetic Parameter Dataset**, která je nejvýznamnější;
2. databáze, kterou vyvíjela a používala firma **ESRI** u svých produktů;
3. databáze **uživatelsky definovaných systémů**, označované jako **sr-org**, např. ve službě *Spatial Reference*.

Na internetu si můžete zjistit **informace o souřadnicových systé-**

mech například ve **službě EPSG.io**. Lze vyhledávat dle názvu státu (území), názvu souřadnicového systému nebo WKID, získat tak komplexní informace o daném systému (transformacích) a jeho nastavení exportovat do řady formátů. Výhodou této služby je, že zobrazuje také platný rozsah daného systému nad mapou, uživatel tak může snadno posoudit vhodnost vybraného systému pro dané území. K názvu souřadnicového systému je tedy vhodné znát i WKID. V ArcGIS, i řadě dalších programů, lze díky zadání WKID daný systém efektivně vyfiltrovat.

Práce se zobrazeními v dalších programech

Programů pro práci s kartografickými zobrazeními existuje samozřejmě

Název dle EPSG	WKID (kód EPSG)	Poznámka
S-JTSK/Krovak East North	5514	použito Křovákovo zobrazení, matematická orientace os, definováno od nultého poledníku Greenwiche
ETRS89 / LAEA Europe	3035	použito Lambertovo azimutální plochojevné zobrazení
WGS 84	4326	použito zobrazení geografickými souřadnicemi (geografická projekce)
WGS 84 / UTM zone 33N	32633	použito Mercatorovo válcové konformní zobrazení (UTM zobrazení), základní poledník 15° v. d.
WGS 84 / Pseudo-Mercator	3857	použito zobrazení Pseudo-Mercator (Popular Visualisation CRS / Mercator)

Tab. 3.2 – Výběr z nejběžněji používaných souřadnicových systémů využívaných v resortu ČÚZK u datových sad nebo pro prohlížeč a stahovací služby s uvedením WKID.

celá řada. Jiný princip práce se zobrazeními nabízí např. **FlexProjector** (JENNY ET AL., 2008), který umožňuje modifikovat zobrazení vhodná pro celý svět, například pomocí práce s délkou (a velikostí změny délky) rovnoběžek a poledníků, grafickým průměrováním více zobrazení apod. (JENNY & PATTERSON, 2013). Jednoduše je tak možné vytvořit si vlastní zobrazení nebo modifikovat existující. Ve standardním rozhraní program ukazuje hranice států světa a zeměpisnou síť, zobrazit lze také izolinie zkreslení, elipsy zkreslení (Tissotovy indikatrix), nebo vyznačit oblast se zkreslením pod určitou limitní hodnotou. Program také dokáže do vytvořeného zobrazení transformovat data v několika rastrových i vektorových (mj. *shapefile*) formátech, a tím pádem s nimi následně pracovat v jiných programech, např. ArcGIS.

Jednoduché vykreslení ekviformát či ortodrom a loxodrom s definovanými parametry v různých zobrazeních nabízí program **Winkart** (BAYER, 2005).

Pomocí při výběru zobrazení může aplikace **Projection Wizard**, která na základě definice požadovaného území a požadavků na zkreslení doporučí vhodné zobrazení a jeho parametry.

Literatura a použité zdroje

- ALBRECHT, J. (2015). *GTECH361 Lectures: Referencing data to real locations – Concepts*. [www]
- BAYER, T. (2005). WinKart, program pro práci s kartografickými zobrazeními. In: *Sborník 25. konference o Geometrii a počítačové grafice*, Plzeň, s. 36–39.
- BLÁHA, J. D. (2014). Vliv používání Křiváková zobrazení v GIS na české uživatele. *ArcRevue*, 4: 10–12. [PDF]
- BUCHAR, P. (2007). *Matematická kartografie*. Praha: Nakladatelství ČVUT.
- ČAPEK, R. (2001). Which is the best projection for the world map. In: *Proceedings of the 20th international Cartographic Conference*, vol. 5, s. 3084–3093. [PDF]
- ESRI (2017a). *ArcGIS Desktop and Server 10.6.0 / ArcGIS Pro 2.1 Geographic and Vertical Coordinate System Tables*. [PDF]
- ESRI (2017b). *ArcGIS 10.6.0 and ArcGIS Pro 2.1 Projected Coordinate System Tables*. [PDF]
- ESRI (2017c). *ArcGIS 10.6.0 and ArcGIS Pro 2.1 Geographic and Vertical Transformation Tables*. [PDF]
- ESRI (2016). *ArcMap Guide Books: Map projections*. [www]
- FURUTI, C. A. (1997). *Cartographical Map Projections*. [www]
- HOJOVEC, V. ET AL. (1987) *Kartografie*. Praha: Geodetický a kartografický podnik.
- JENNY, B., PATTERSON, T. & HURNI, L. (2008). *Flex Projector—Interactive Software for Designing World Map Projections*. *Cartographic Perspectives*, 59: 12–27.
- JENNY, B. & PATTERSON, T. (2013). Blending world map projections with Flex Projector. *Cartography and Geographic Information Science*, 40(4): 289–296.
- JUNG, T. (2018a). Die tissotsche Indikatrix. *Compare Map Projections*. [www]
- JUNG, T. (2018b). *View Map Projections. Compare Map Projections*. [www]
- SNYDER, J. P. & VOXLAND, P. M. (1994). *An album of map projections*. Washington: U.S. Geological Survey.
- ŠAVRIČ, B., JENNY, B., WHITE, D. & STREBE, D. R. (2015). User preferences for world map projections. *Cartography and Geographic Information Science*, 42(5): 398–409.
- TALHOFFER, V. (2007). *Základy matematické kartografie*. Brno: Univerzita obrany.

IV

Polohopis



Zobrazení polohopisu je nezbytnou součástí prakticky všech map. Na mapách zobrazujeme prvky fyzicky existující, ať již se jedná o jevy přírodní (vegetace, jeskyně, vodstvo a další) nebo člověkem vytvořené (silnice, budovy, mosty a další), ale také nehmotné – například hranice krajů, chráněných území nebo různých zón. Jednotlivé prvky na mapě reprezentují značky, které dělíme podle jejich geometrie do tří skupin: bodové (figurální), liniové a plošné (areálové). Jednotlivé značky se pak od sebe odlišují vizuálními (grafickými) proměnnými, jako je například tvar, velikost, barevný odstín a světlost, orientace a výplň (textura).

Volba bodového, liniového nebo plošného znaku je v naprosté vět-

šině případů prvním stupněm generalizace, protože bodovou (respektive liniovou) geometrii má ve skutečnosti jen minimum prvků (např. výškové body nebo hranice). Naprostá většina prvků zobrazovaných v mapě má geometrii plošnou, a nahrazení areálové značky liniovým nebo bodovým provádíme tehdy, kdy by plocha zmenšená do měřítka mapy nebyla čitelná, nebo byla nezřetelná (tab. 4.1). Primárním kritériem pro volbu mezi areálovou nebo bodovou/liniovou značkou je měřítko mapy, záleží ale také na účelu mapy a důležitosti jednotlivých prvků pro uživatele. I v mapách se stejným měřítkem mohou být stejné prvky reprezentovány různými typy značek.

4.1 Figurální značky

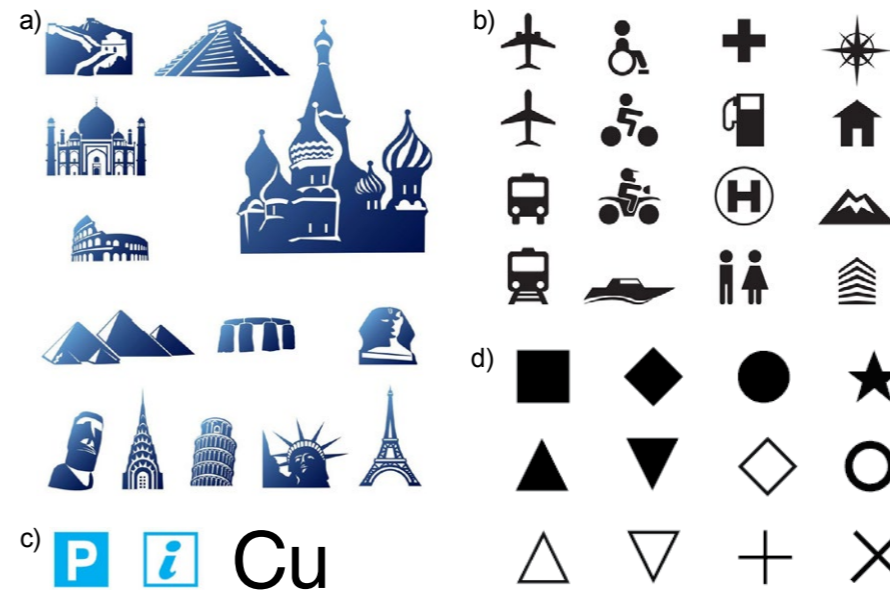
Figurální (či bodové) značky reprezentují obvykle prvky, jejichž půdorys je příliš malý na to, aby mohly být v mapě zachyceny areálovými znaky, méně často prvky se skutečně bodovým charakterem (proto mnozí kartografové, např. PRAVDA upřednostňují označení „figurální“ před „bodové“).

Základní vizuální proměnnou figurálních znaků je tvar. Tvar je vhodnou vizuální proměnnou pro znázornění kvalitativních rozdílů, naopak nevhodnou pro znázornění rozdílů kvantitativních. Podle míry abstrakce rozlišujeme znaky (obr. 4.1):

- **obrázkové** (ilustrace konkrétních objektů);
- **symbolické** (obecné kresby zastupující typy objektů);
- **alfanumerické** (písmena a číslice, vycházející např. ze zkratk);
- **geometrické** (základní geometrické tvary).

Rozdíly ve tvaru jednotlivých značek musí být takové, aby byly v dané velikosti a použití na mapě čitelné a rozlišitelné. Vzhledem k tomu, že velikost figurálních značek se na mapě obvykle pohybuje v řádu milimetrů, je obecně lepší volit spíše jednoduché tvary, protože příliš malé detaily se v obvyklé velikosti ztratí.

Právě velikost je další důležitou vizuální proměnnou (vhodnou k rozlišení kvantitativních parametrů). Minimální velikost (průměr) značky závisí na obvyklé pozorovací vzdálenosti mapy – udává se,

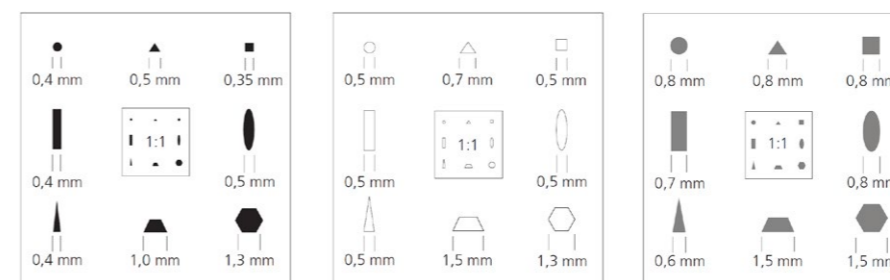


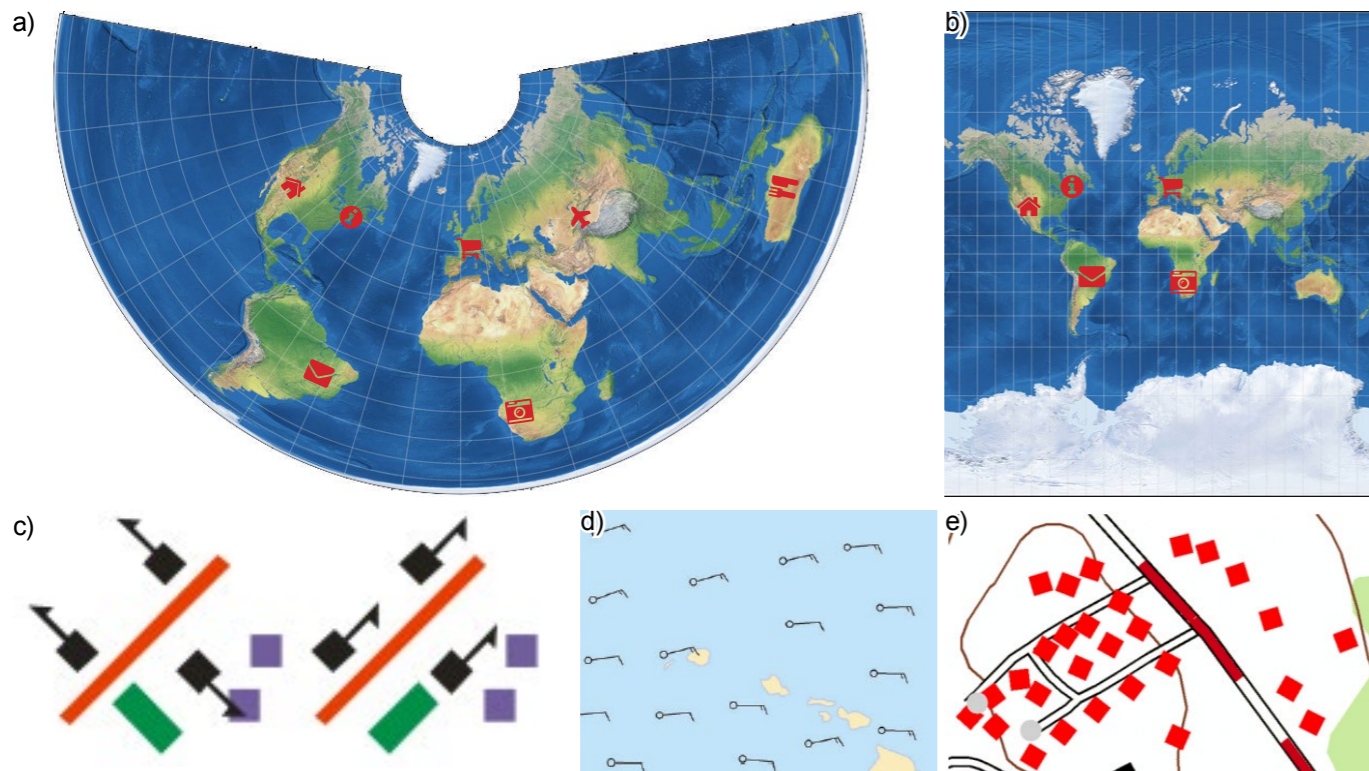
Obr. 4.1 – Obrázkové (a), symbolické (b), alfanumerické (c) a geometrické (d) figurální značky. [převzato z laoblogger.com, vecteezy.com, fonts4u.com]

že by měla být rovná zhruba její tisícině. (U běžné stolní mapy s pozorovací vzdáleností 30 cm tedy zhruba 0,3 mm, u nástěnné mapy pozorované z metru a půl asi 1,5 mm.) To je však opravdu limitní údaj, hranice fyzické rozlišitelnosti.

Ta navíc záleží i na dalších faktorech (obr. 4.2) – krom individu-

álních schopností uživatele je to zejména kontrast (černý prvek na bílém pozadí je rozlišitelný mnohem lépe i při malé velikosti proti prvkům s menším barevným kontrastem nebo na komplikovaném pozadí) a tvar prvku (při stejném průměru je plocha značky jiná u kruhu, trojúhelníku či čtverci).





Obr. 4.4 – Orientace figurálních značek: a) dle souřadnicové sítě u kuželového zobrazení; b) stejná (zobrazení s pravouhloú souřadnicovou sítí); c) podle linie; d) podle skutečnosti (atributu), e) podle skutečnosti.

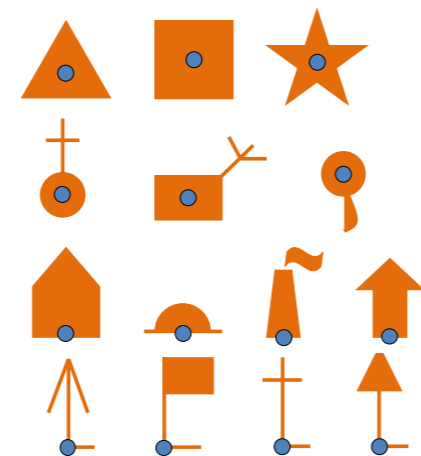
Orientace figurálních značek může být (obr. 4.4):

- **stejná** (v pravouhlé souřadnicové síti)
- **pootočená dle směru rovnoběžek** (a to zejména u map v azimutálním a kuželovém zobrazení);
- **dle linie** (kolmá, rovnoběžná nebo pod specifickým úhlem) – např. vyrovnání bodových značek pro budovy podél cesty, ač ve skutečnosti může být každá budova orientována trochu jinak);
- **podle skutečnosti** (orientace bodového znaku může vyjadřovat

například směr větru).

Figurální značky jsou umístěny tzv. **vztažným bodem**, který bývá umístěn (obr. 4.5):

- ve **středu značky** (pravidelné geometrické tvary);
- ve **středu hlavní části značky**;
- ve **středu základny či dolního okraje** (u značek symbolizujících vertikální objekty);
- v **patě značky** (u značek s naznačeným stínem vertikálního objektu).



Obr. 4.5 – Vztažný bod u figurálních značek.

ukázka: zvětšená	1 : 1	min. velikost	min. tloušťka	min. rozestup	typ čáry
			0,08 mm		jednoduchá, černá na bílém
			0,08 mm	0,25 mm	dvojitá
			0,08 mm	0,25 mm	šrafy (3 čáry/mm)
		0,30 mm	0,08 mm		minimální amplituda linie
		0,15 mm	0,15 mm	0,40 mm	tečkovaná čára

Obr. 4.6 – Minimální velikosti liniových znaků z hlediska možnosti vnímání. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

4.2 Liniové značky

Liniové značky mohou být v zásadě čtyř typů:

- **identifikační** (znázorňující průběh prvku liniového charakteru, obvykle s šířkou příliš malou na to, aby jej v měřítku mapy bylo možno zobrazit areálovou značkou; například značky pro silnice, vodní toky apod.);
- **hraniční** (znázorňující průběh hranice);
- **izarytmické** (spojující místa se stejnou hodnotou určitého jevu – viz metody tematické kartografie);
- **pohybové** (znázorňující směr pohybu, včetně schematického zobrazení z výchozího do koncového bodu bez ohledu na skutečnou trasu).

Základními vizuálními proměnnými liniových značek jsou **vzor** (typ čáry – dvojitá, plná, čerchovaná apod.), **tloušťka**, **barva** a **orientace** (např. u pohybové linie směr šipky, poloha lemů, výstupky na značkách

front synoptické mapy apod.). **Vzor** je vhodný pro vyjadřování kvalitativních a ordinálních proměnných, **šířka** pro proměnné kvantitativní.

Minimální šířka linie na běžné tištěné mapě (obr. 4.6) je **0,08 mm** (v případě černé linie na bílém pozadí), u linií s menším barevným kontrastem nebo na mapách s větší pozorovací vzdáleností adekvátně větší. Čím širší liniová značka je, tím větší generalizace je třeba a průběh linie dokáže vystihnout menší detaily.

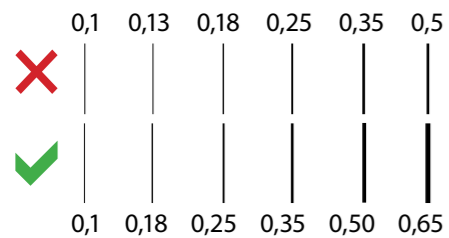
Nejmenší postřehnutelná **amplituda linie** je zhruba **0,4 mm**, vzdálenost mezi dvěma čarami tvořícími

jeden znak by měla být minimálně **0,2 mm**. Pokud mezi čarami není výplň, neměly by být od sebe **dál než asi 0,8 mm** (kdy už jsou vnímány jako dvě oddělené znaky spíše než součást jednoho).

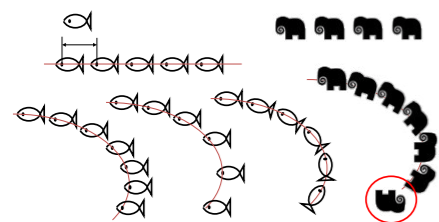
U čárkovaných, resp. tečkovaných čar musí být vzdálenost mezi jednotlivými značkami (čárkami, tečkami) také alespoň **0,2 mm**, se zvětšující se šířkou čáry by se měla adekvátně zvětšovat i velikost mezery. **Velikost mezery** ale nesmí být příliš velká – linie pak není vnímána jako celek a zároveň jí je těžko vyjádřitelný průběh (obr. 4.7).

a)	0,1	0,2	0,4	1,5	b)	0,08	0,16	0,3	0,5	0,8
0,2										
0,4										
1										

Obr. 4.7 – a) Vztah mezi tloušťkou tečkované linie (v mm, sloupce) a velikostí mezery (řádky, v mm) mezi tečkami; b) vzdálenost čar u dvojitě linie. [upraveno podle ANSON & ORMELING 2002]



Obr. 4.8 – Nevhodná a vhodná gradace šířky linie. [upraveno podle ANSON & ORMELING 2002]



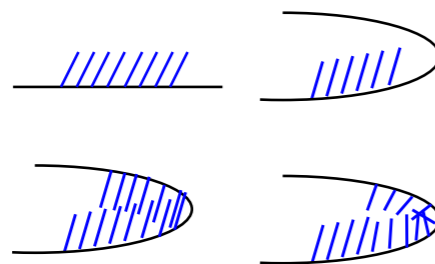
Obr. 4.9 – Problematika použití bodových znaků při tvorbě liniové značky.

Při použití **šířky linie** jako vizuální proměnné je nezbytná **správná gradace velikosti** – v přímém srovnání je oko schopné odlišit rozdíl šířky zhruba **0,02 mm**, v mapě však tyto rozdíly **musí být větší** (doporučit lze zhruba **1,5 násobek předchozí hodnoty**) (obr. 4.8).

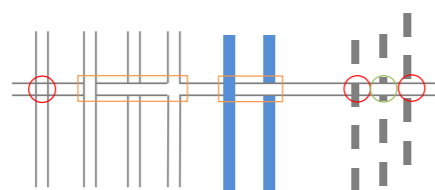
Linie může být tvořena jakýmkoliv **figurálními znaky**, pak je třeba myslet na orientaci znaků, vzájemnou vzdálenost apod. (obr. 4.9). Podobnou pozornost vyžaduje použití **šraf** u liniových znaků (obr. 4.10).

Složitější liniové značky (tvořené více čarami, čárkované apod.) vyžadují řešení některých specifík.

- V případě **křížení liniových značek** je nutno dbát na **správné pořadí značek** (obr. 4.11) – jednodušší je pevné pořadí vrstev (používá



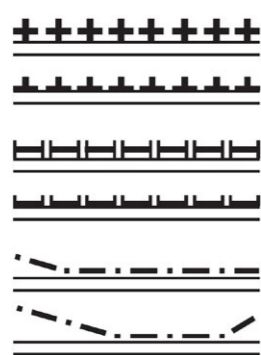
Obr. 4.10 – Problematika šraf na linii.



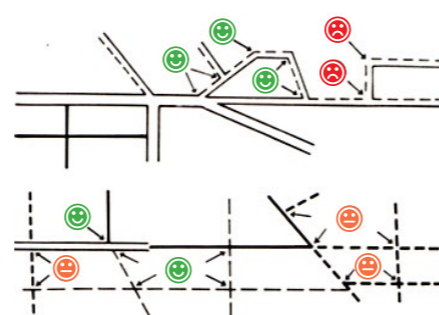
Obr. 4.11 – Problematika pořadí liniových značek při křížení.

se v méně podrobných mapách), **správně by však mělo respektovat realitu** (např. křížení železnice a silnice může být nadjezdem, přejezdem, podjezdem).

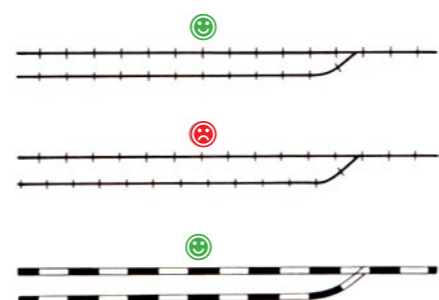
- U **čar s mezerami** by ke křížení mělo docházet vždy v **místě čáry**, nikdy ne mezery (obr. 4.12).
- Podobně **lomové body** (zejména



Obr. 4.14 – Problematika substituce liniových znaků při souběhu více linií. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

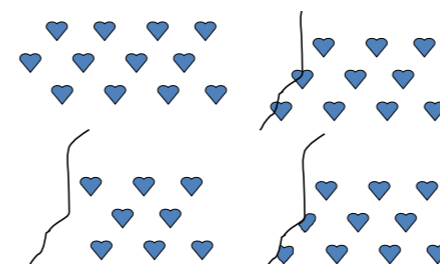
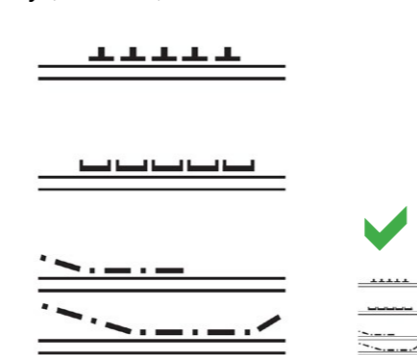


Obr. 4.12 – Křížení a lomy čárkovaných čar. [převzato z ANSON & ORMELING 2002]



Obr. 4.13 – Problematika sousedících linií s čárkami/šrafami. [převzato z ANSON & ORMELING 2002]

ty s ostřejším úhlem) by měly být zachyceny v **místě čáry**, ne mezery (obr. 4.12).



Obr. 4.15 – Výplň areálu bodovou značkou (černou linií znázorněna hranice).

- Více čárkovaných (či šrafovaných) čar se stejnou značkou **vedle sebe**

a) typ: rozlišen		velikost/důležitost: rozlišena		b) typ: rozlišen		velikost/důležitost: rozlišena	
tvarem	<ul style="list-style-type: none"> černý obdélník: dům černý trojúhelník: hostinec šrafovaný obdélník: skleník 	velikostí	<ul style="list-style-type: none"> malý kruh: vesnice velký kruh: město 	typem linie	<ul style="list-style-type: none"> průměrná čára: silnice čárkovaná čára: kamenná zeď čára s mezerami: lanovka 	tloušťkou linie	<ul style="list-style-type: none"> průměrná čára: dálnice čárkovaná čára: silnice I. třídy čára s mezerami: silnice II. třídy
barvou	<ul style="list-style-type: none"> černý kruh: věž zelený kruh: strom modrý kruh: kašna 	světlostí	<ul style="list-style-type: none"> černý obdélník: mrakodrap šedý obdélník: dům 	barvou	<ul style="list-style-type: none"> černá čára: cesta červená čára: železnice modrá čára: vodní tok 	světlostí	<ul style="list-style-type: none"> černá čára: hlavní silnice červená čára: nájezd šedá čára: ostatní silnice
orientací	<ul style="list-style-type: none"> černý kříž: výškový bod černý plus: hřbitov 						

c) typ: rozlišen					důležitost: rozlišena	
typem hraniční linie	barvou hraniční linie	vzorem výplně	barvou výplně	orientací vzoru výplně	světlostí výplně	
<ul style="list-style-type: none"> modrý kruh: jezero modrý kruh s kolečkami: jezero s kolísající hladinou 	<ul style="list-style-type: none"> modrý kruh: jezero modrý kruh s kolečkami: jezero s přirozeným břehem modrý kruh s kolečkami: jezero s umělým břehem 	<ul style="list-style-type: none"> zelená vlnitá výplň: vinice zelená bodová výplň: sad 	<ul style="list-style-type: none"> modrý kruh: jezero zelený kruh: les 	<ul style="list-style-type: none"> modrý kruh: jezero zelený kruh: les 	<ul style="list-style-type: none"> zelená výplň: chráněný les světlejší zelená výplň: nechráněný les 	

Obr. 4.16 – Využití vizuálních proměnných pro odlišení různých aspektů prvků při tvorbě značkového klíče. [upraveno podle SPIESS ET AL. 2005]

by mělo mít **čáry a mezery synchronizované** (obr. 4.13).

- Při souběhu více liniových značek se často používá **substituce**, v části se **společným průběhem** může být jeden ze znaků **vynechán** apod. (obr. 4.14).

4.3 Areálové značky

Areálové prvky mohou být **ohraňovány liniovým znakem** (viz kap. 4.2), **vyplněny výplní** (s vizuálními

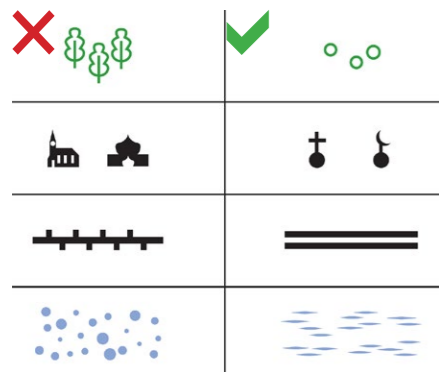
proměnnými **texturou** a **barvou**) nebo znázorněny kombinací obou přístupů. Areálovými značkami lze znázornit prvky, které v **měřítu mapy** dosahují **rozdílných rozměrů** (min. **0,35 × 0,35 mm** u zhruba čtvercových tvarů).

Pokud jsou areály **vyplněny figurálními značkami** (obr. 4.15), mohou tyto značky být rozmístěny **rovnoměrně, náhodně** nebo **nepravidelně** (s ohledem na skutečnou distribuci jevu – např. husto-

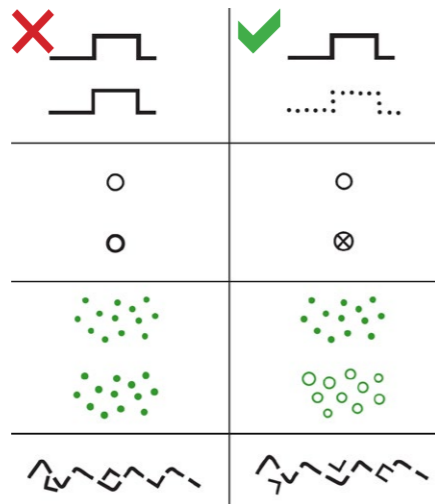
tu stromů). Rozestup figurálních značek musí zohledňovat několik faktorů – zaplněnost mapy či vnímání těchto značek jako výplně, nikoliv individuálních prvků. Pokud je areál symbolizován pouze výplní figurálními prvky bez hraniční linie, platí, že čím dále od sebe bodové značky jsou, tím méně přesné je určení průběhu hranice. To stejné platí i s velikostí bodových značek.

4.4 Tvorba značkového klíče

Při tvorbě značkového klíče je úkolem kartografa přiřadit jednotlivé značky kategoriím prvků, které jsou zobrazeny v mapě (obr. 4.16). Mezi základní požadavky na značkový klíč patří:



Obr. 4.17 – Příklad vhodně a špatně zvolených značek pro jednotlivé stromy (vhodnější je jednoduchý symbol ve tvaru zjednodušeného půdorysu, než složitý komplexní tvar), kostel/mešitu (jednoduchá, kompaktní forma), dvoj kolejnou železnici (asociativní symbol) a bažinu (nepravidelný, přírodě bližší tvar). [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]



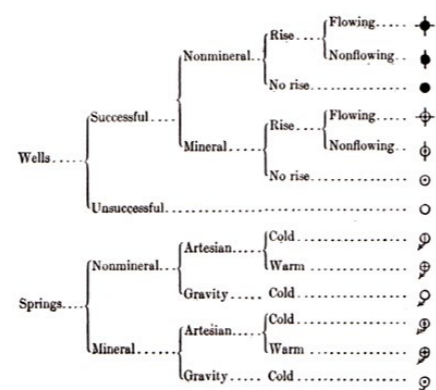
Obr. 4.18 – Nevhodná a vhodná volba symbolů pro dvojici prvků s ohledem na vzájemnou rozlišitelnost symbolů. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

• **estetická funkce a styl** (podoba značek respektuje kartografický styl celé mapy).

Mapové značky se často skládají z jednotlivých prvků – znaků elementárních (značky, které se mohou vyskytovat i samostatně, ve

Typ jeskyně	Velikost jeskyně	Ochrana jeskyně
▲ rozsedlinová	▲▲▲ malá	železná
▼ puklinová	▲▲▲ krátká	vzájemná rezervace
■ vrstevní	▲▲▲ střední	ořízná ochrana
● sutová	▲▲▲ dlouhá	Pozice uvnitř svahové deformace
■ umělá		▲ iniciální
		× intermediální
		∨ subsekventní

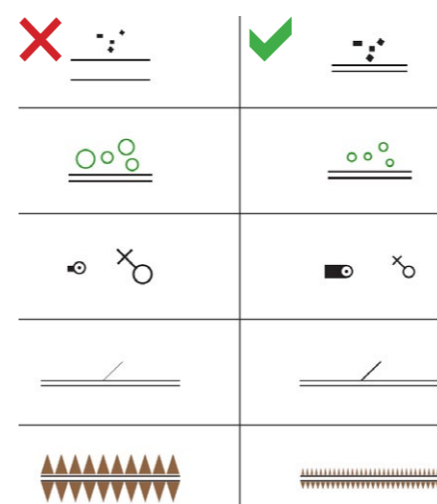
Obr. 4.20 – Příklad komprimovatelnosti znaku – jeden symbol vyjadřuje typ, velikost a pozici jeskyně, barva popisu další atribut.



Obr. 4.19 – Příklad odvození znaků pro příbuzné prvky.

spojení s dalšími značkami dostávají nový význam) a znaků subelementárních (části značek, které se však samostatně nevyskytují). Příkladem může být např. složení značky pro kostel z čtverce (elementární značka značící budovu) a kříže (subelementární značka značící náboženské prvky).

Pro znázornění kategorií je vhodné používat metodu vedoucího a odvozeného znaku – vedoucím znakem je společný základ, který je doplněn proměnlivými detaily odlišujícími jednotlivé kategorie (obr. 4.19).



Obr. 4.21 – Příklad nevhodných a vhodných proporcí mapových značek: (od shora) silnice a budovy, silnice a stromy, kaple a kostel, hlavní a vedlejší cesta, cesta a násep. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

a)	b)	c)	d)
Woodland	ostatní plocha v sídlech	les; kleč	Coniferous trees
Shrubland	chmelnice	chmelnice; vinice; sad	Non-coniferous trees
Orchard	vinice	golfové hřiště; zahrady a zastavěné území s budovami (běžná, veřejná, kostel)	Coppice
Vineyard	ovocný sad, zahrada	průmyslová plocha s budovou; lom	Scrub
Mangrove	okrasná zahrada, park		Bracken, heath or rough grassland
Contours and limits			Marsh, reeds or saltings
Formlines	louka, pastvina		
Glacial advance	lesní půda s kosodřevinou		
Glacial retreat	lesní půda se stromy		
Marsh or swamp	lesní půda s křovinatým porostem		
Submerged marsh or swamp	osamělý strom		
Wooded marsh or swamp			
Submerged wooded marsh or swamp			

Obr. 4.22 – Příklad mapových značek pro povrch u topografických map USGS (a), ČÚZK (b), Mapy.cz (c) a UK Ordnance Survey (d).

4.5 Značkový klíč vybraných prvků polohopisu

4.5.1 Povrch

Krajinný kryt bývá vyjadřován kombinací barev, šraf či areálů vyplněných bodovými značkami (obr. 4.22) – při návrhu značkového klíče je nutno počítat se způsobem vizualizace výškopisu, protože některé kombinace jsou nevhodné či přímo nemožné (např. plošná barevná výplň v kombinaci s barevnou hypsometrií). Protože značky krajinného pokryvu jsou pozadím pro další prvky polohopisu, jejich vizuální parametry by tomu měly odpovídat: používáme spíše tlumené a světlejší barvy, nepoužíváme výrazné vzory apod.

Počet kategorií se pohybuje od zhruba desítky u podrobných topo-

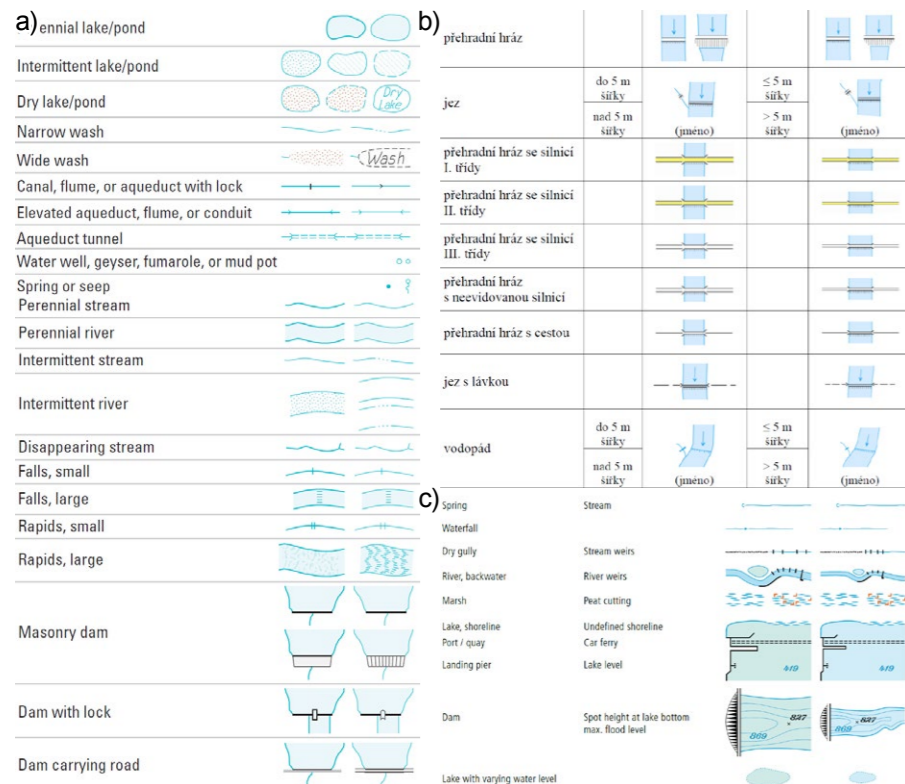
grafických map po odlišení **několika málo základních kategorií** (les, bezlesí, ledovce) u map menších měřítek.

4.5.2 Hydrografie

Primární klasifikace dělí hydrografické objekty na **stojaté, tekoucí a občasné** (dočasné) vodní objekty, případně **podmáčené oblasti, rašeliníště, marše apod.** (obr. 4.23). Další kritéria zahrnují např. šířku toku, řád toku, průtok, přirozenost, slano- a sladkovodní objekty. Pro tyto prvky

konvenčně používáme **modrou barvu**. Součástí hydrografie jsou i **technické prvky** jako splavy, jezy, přehrady a další. **Periodické vodní toky** znázorňujeme čárkovanou čarou.

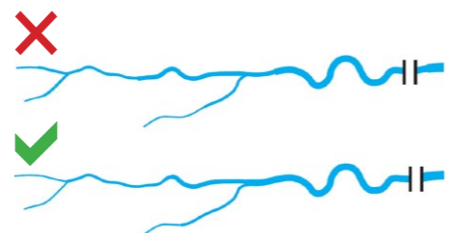
Pokud jsou **vodní toky** (vzhledem k měřítku mapy) zobrazeny **liniovými značkami**, mělo by být použito **několik úrovní tloušťky linie** (která by v ideálním případě měla vhodně kombinovat výše uvedené parametry, nejdůležitější pro výběr je délka toku). **Změna šířky linie** musí být zásadně v místě soutoku s jiným vodním tokem (obr. 4.24).



Obr. 4.23 – Příklad mapových značek pro vodstvo u topografických map USGS (a), ČÚZK (b) a Swisstopo (c).

Znázornění celých vodních toků (tj. od pramene po ústí) stejnou šířkou linie (danou např. významem daného vodního toku) je velmi nevhodné.

Stojaté vodní plochy nenahrazujeme bodovými značkami, ale využijeme např. kresby přes míru (viz kap. 7.1.5). Pokud je dostupná, můžeme znázornit **batymetrii**, s ohledem na grafické vyznění se často používá **barevný gradient** založený na vzdálenosti od břehu, ten by ale svým provedením neměl vzbuzovat dojem, že se jedná o batymetrickou škálu (obr. 4.25).



Obr. 4.24 – Nevhodné a vhodné řešení změny šířky linie vodního toku. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]



Obr. 4.25 – Jemný gradient výplně vodní plochy.

4.5.3 Dopravní infrastruktura

Silniční (respektive **cestní**) síť můžeme klasifikovat z mnoha nejrozličnějších hledisek: povrchu/průjezdnosti (zpevněný, nezpevněný),

šířky/počtu jízdních pruhů, důležitosti provozu/kategorizace (dálnice, silnice I. třídy apod.), vedení (tunel, nadjezdy či podjezdy), dopravní situace (maximální rychlost, jednosměrný provoz), zpoplatnění,

možných uživatelů (cyklostezka, stezka pro pěší) apod. Topografické mapy obvykle používají okolo **děseti kategorií** (se zmenšujícím se měřítkem počet kategorií klesá) (obr. 4.26), přičemž rozlišují:



Obr. 4.26 – Příklad mapových značek pro silnice a cesty u topogr. map ČÚZK (a), mapy.cz (b), UK Ordnance Survey (c) a USGS (d).

- **silnice pro motorová vozidla** (znázorňované obvykle dvojitou čarou, dálnice/rychlostní silnice s oddělenými jízdními pruhy trojitou čarou) dle kategorizace;
- **cesty účelové** (polní, lesní – obvykle s omezeným vjezdem) podle povrchu na **zpevněné** (plná čára) a **nezpevněné** (čárkovaná čára).

Kombinací tloušťky, složitosti značky a barvy je žádoucí dosáhnout **jednoznačné vizuální hierarchie**. Z kartografického hlediska je mimořádně důležitá **vizualizace křížení značek** z hlediska návaznosti (zda jde o křižovatku nebo jen

křížení). Tyto informace musí být **obsaženy v datovém modelu** (atributech), jejich správná struktura je pro schopnost tyto informace vůbec vizualizovat klíčová.

Se silniční sítí souvisí i **další infrastruktura**, jako jsou např. parkoviště (kryté/nekryté, (ne)placené, omezené vjezdu...), mýtné brány apod.

Železniční síť (obr. 4.27) je také možno klasifikovat z mnoha hledisek: **jednokolejné/víceokolejné tratě**, využití (smíšené, osobní, nákladní), rozchodu (normální, široko/úzkorozchodné, zubačka), trakce (elektrifikovaná/neelektrifikovaná).

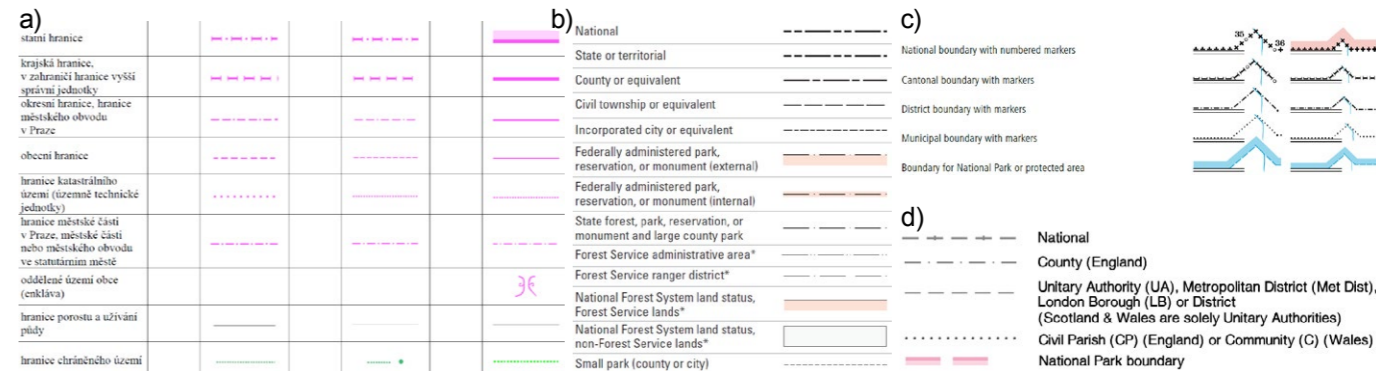
K tratím se také váže **infrastruktura** (nádraží a zastávky apod.). Spolu s lanovkami lze na topografické mapy počítat s maximálně deseti kategoriemi, obvykle jich ale mapy používají (např. ve srovnání se silniční sítí) méně.

Letiště bývají na mapách klasifikována z hlediska **významu** (mezinárodní, národní, sportovní) a **využití** (civilní, vojenské), další možné třídění je např. dle přistávací plochy (zpevněná/nezpevněná, její délka, počet drah) apod. U podrobných map je možno přistávací plochu často zobrazit v měřítku (liniovým nebo areálovým znakem).

U **vodní dopravy** znázorňujeme především související infrastrukturu (přístavy, mola, loděnice) a její vlastnosti, vodní trasy na vodních plochách bývají znázorněny schematicky a obvykle volíme čárkovanou čáru. Na vodních tocích se vyznačují úseky splavnosti.

4.5.4 Hranice

Mapy mohou obsahovat **hranice administrativní** (státní, krajské apod.) a **hranice tematické (speciální)** – chráněná území, vojenské újezdy apod. (obr. 4.28) Charakteristický pro hranice je jejich **častý souběh** (a to jak vzájemný – např. hranice okresu je totožná s hranicemi několika podřazených úrovní), tak s dalšími prvky mapy (hranice často probíhají mj. vodním tokem). Při návrhu znaků je proto nutno s tímto počítat.



Obr. 4.28 – Příklady mapových značek pro hranice u topografických map ČÚZK (a), USGS (b), Swisstopo (c) a UK Ordnance Survey (d).

Administrativní hranice bývají obvykle vyjadřovány přerušovanou čarou (tečkovanou, čerchovanou apod.) doplněnou širší **barevnou lemou**, která nebývá zobrazena v místech průběhu hranice skrz vodní plochu apod., naopak lemova může být ponechána v místech, kde hranice vede souběžně s cestou, kdy je naopak možno vynechat přerušovanou čáru.

4.5.5 Zástavba a sídla

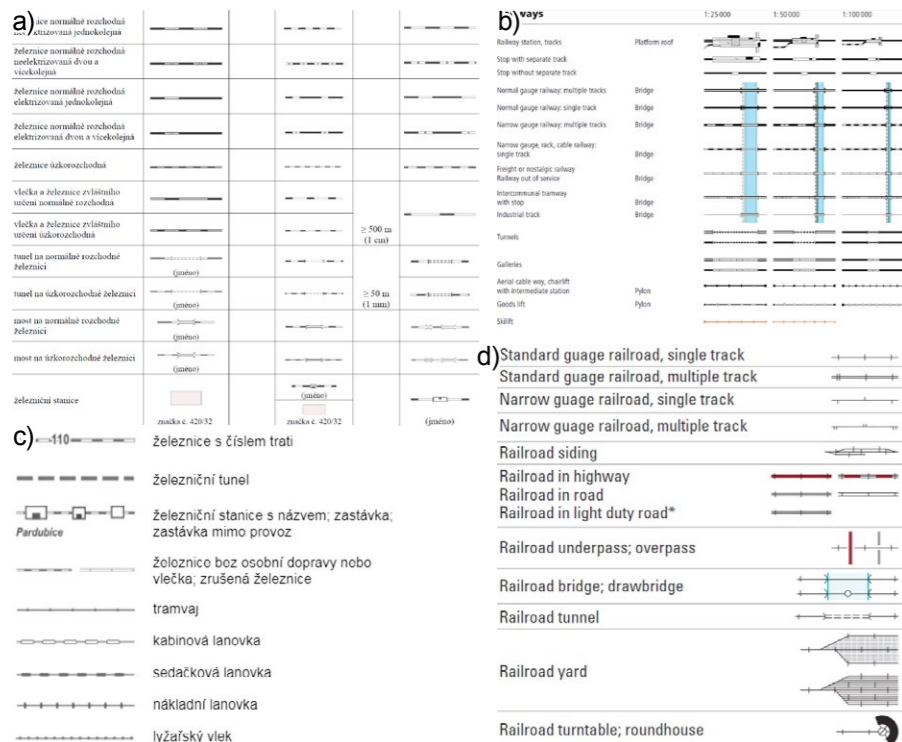
Znázornění **zastavěných ploch** se výrazně liší dle měřítka mapy stupněm generalizace, od plošných značek pro jednotlivé budovy (podrobné, např. katastrální mapy) přes plošné značky jednotlivých bloků, čtvrtí a měst po bodové značky pro celá města.

Budovy (obr. 4.29) bývají klasifikovány dle využití (rezidenční, průmyslové, administrativní), zvláštní značkou (obvykle bodovou) znázorňujeme významné a speciální budovy (kostel, úřad, hrad). Ty bývají znázorněny i na mapách menších měřítek, kde ostatní bu-

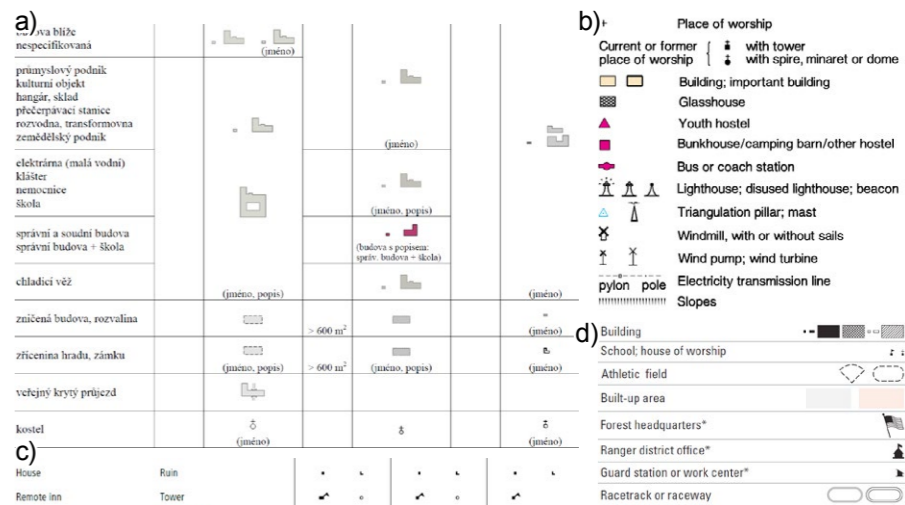
dovy jsou již sloučené do **ploch zástavby**. Ty klasifikujeme jednak podle převládajícího **využití** (rezidenční, průmyslové) a **hustoty zástavby** (souvislá/nesouvislá).

Při znázornění **obcí bodovou značkou** je můžeme klasifikovat dle **velikosti** (resp. počtu obyvatel), ad-

ministrativního významu (okresní, krajské) i dalších vlastností (lázeňské město). Více proměnných je možné vyjádřit **kombinací značky** (např. velikostní kategorie) a **popisu** (např. administrativní kategorie).



Obr. 4.27 – Příklady mapových značek pro železnice u topografických map ČÚZK (a), Swisstopo (b), mapy.cz (c) a USGS (d).



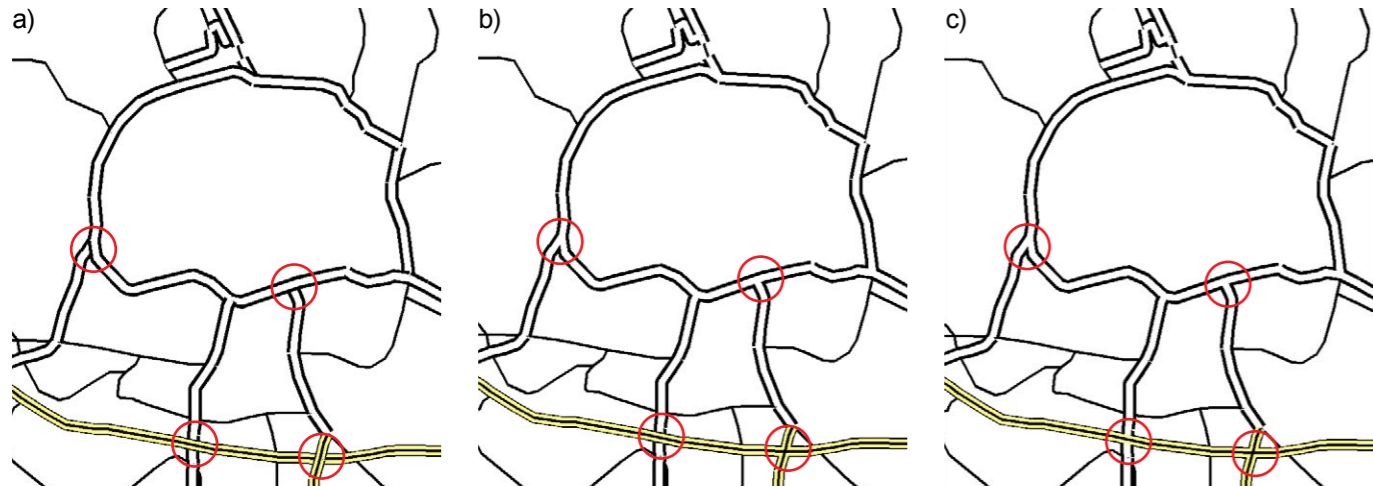
Obr. 4.29 – Příklady mapových značek pro budovy u topografických map ČÚZK (a), UK Ordnance Survey (b), Swisstopo (c) a USGS (d).

Tvorba značkového klíče v ArcGIS

Přiřazování značek jednotlivým prvkům probíhá na kartě *Feature layer*, záložce *Appearance*, rozdělené do několika oddílů. Celé vrstvě je možno nastavit **rozmezí viditelnosti dle měřítka** (*Visibility range*), **průhlednost** (*Layer transparency*), a **maskování vrstvou** (*Masking* – nezobrazení vrstvy v oblastech definovaných polygonovou vrstvou, která sama nemusí být v mapě zobrazena).

Pro vlastní přiřazení značek je nejdůležitější tlačítko *Symbolology*. Pro zobrazení polohopisu u vektorových dat obvykle využíváme možnosti *Single symbol* (všechny prvky dané vrstvy mají stejný symbol) nebo *Unique Values* (přiřazení různých značek na základě hodnoty atributu, nebo kombinace dvou až tří atributů).

V obou případech je možno pomocí volby *Display filters* nastavit **podmínku**, které prvky se (ne)mají zobrazovat



Obr. 4.30 – Vykreslování pořadí částí značek: a) základní, b) s nastavením *Join*, c) s nastavením *Join and Merge*.

vat a nastavit dané vrstvě **měřítkový rozsah**, v němž bude viditelná.

U *Unique Values* je třeba **definovat třídy** (*Classes > Add values*), kromě přidáných hodnot se automaticky vytváří „zbytková“ třída *all other values*. Tu je (stejně jako jakékoliv jiné vytvořené vrstvy) možné odstranit po kliknutí pravým tlačítkem myši a *Remove*.

Společná je také možnost **úpravy vlastností značky** (průhlednost, natočení, barva, velikost) dle **hodnoty dalších atributů**, respektive výrazu (který může kombinovat více atributů nebo složitější podmínky) na záložce *Vary symbol by attribute*. V těchto případech je škála vždy **plynulá**, pokud chceme tyto proměnné klasifikovat do tříd, je třeba to udělat skrze **pomocný atribut**, jehož hodnoty budou odpovídat požadovaným třídám (např. reklasifikaci atributu počtu obyvatel měst do nového atributu s hodnotami 1–1,4–1,7 odpovídajícím požadovaným třídám).

velikostním kategoriím figurálního symbolu v mapě).

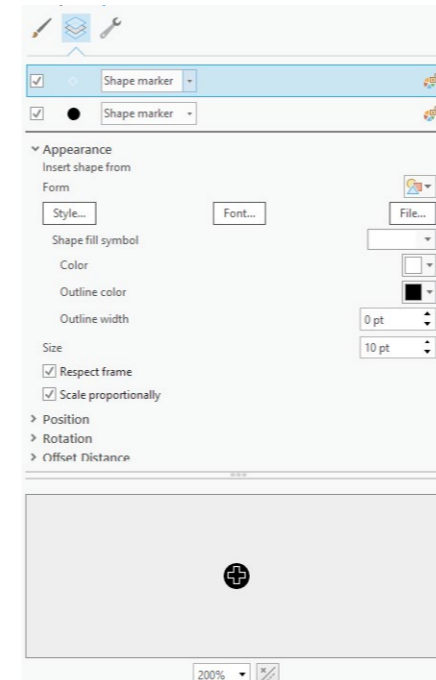
Značkový klíč je také možné vrstvě **nainportovat** z vrstvy jiné (*Symbolology > Import symbology*), a nebo **uložit** (pravým tlačítkem na vrstvu *> Sharing > Save as layer file*).

Karta *Symbol layer drawing* umožňuje změnit **výchozí pořadí vykreslování značek**, respektive jejich **částí**. Pro každou značku je možné zvolit pořadí (vertikálně, ve smyslu nad/pod) a možnosti *No join*, *Join* a *Join and Merge*. Princip lze dobře ukázat na vrstvě silnic, rozdělené do několika tříd (obr. 4.30). Pokud je vrstva vykreslována **základně**, jednotlivé značky se v mapě překrývají podle vertikálního pořadí prvku ve vrstvě, a zvláště jsou vykresleny i jednotlivé segmenty prvků. (To je obvykle dáno pořadím, v němž daný prvek vznikl; cesta, která byla nakreslena později, je nad tou, která byla nakreslena dříve.). Zapnutí sym-

bol layer drawing s možnostmi *No join* umožní nastavit **pořadí prvků dle kategorií**. Volba *Join* vizuálně **propojí prvky v jedné vrstvě**, ale zůstanou hranice mezi odlišnými třídami. Možnost *Join and merge* mění pořadí vykreslovaných vrstev – částí značek **i mezi třídami**. V záložce *Advanced* lze detailně pracovat s pořadím jednotlivých **částí značek**.

Možnosti *Symbolize layer by quantity* jsou vlastní spíše metodám tematické kartografie (viz kap. VI).

Značky pro jednotlivé prvky a jejich třídy mohou být **vybírány ze stylového souboru** (*Symbolology > Format Symbol > Gallery*) nebo **vytvoreny a/nebo upraveny** (*Symbolology > Format Symbol > Properties*).



Obr. 4.31 – Rozhraní panelu *Symbolology*.

Jedna značka může být **složena z více vrstev**, kde jedna vrstva obsahuje jeden typ základní značky (*shape marker*, *picture marker* apod.) (obr. 4.31). Tyto vrstvy přidáváme/odebíráme/měníme jejich pořadí v záložce *Structure* (*Layers > Add symbol layer*), s vlastnostmi jednotlivých vrstev pak pracujeme v záložce *Layers*. Každá dílčí značka (vrstva) může mít jinou barvu včetně nastavení průhlednosti (ve vlastnostech barvy). Díky tomu je možné zkombinovat například u polygonové vrstvy neprůhlednou linii hranic a transparentní výplň v rámci jednoho symbolu.

Pokud se značka skládá z více vrstev, je její **základní velikost** (*Symbol > Appearance > Size*) dána velikostí největší vrstvy (*markeru*). Chování jednotlivých vrstev (dílčích značek) při změně velikosti ovlivňuje, zda (ne) mají zatrženo *Scale proportionally*.

V záložce *Structure* je značkám – nebo dílčím značkám – možno přidat **efekty**, jako je *buffer*, vytvoření šipky apod. – viz **seznam**. Nastavení vlastností efektů je na základní záložce *Symbol > XXX effect*. Efekty se aplikují postupně, jak jsou seřazeny pod sebou.

Vytvořené značky je možné **uložit** do *Style* souboru pro další použití/sdílení.

Figurální značky

Existují čtyři základní typy figurálních značek: *Shape marker*, *Picture marker*, *3D Model marker* a *Procedural marker*.

Shape marker je vektorový symbol, který vkládáme (*Appearance > Insert shape from*) z **disku** (*File*;

podporovány jsou formáty vektorové grafiky *.emf nebo *.svg) nebo **písmu** (*Font*; v dialogu vybíráme daný font, který může mít více stylů a *Subsets*). Jako vlastnosti nastavujeme **typ výplně** (*Shape fill symbol*) a jeho **barvu** (*Color*), **šířku a barvu obrysu** (*Outline width, color*).

Picture marker je rastrový obrázek (podporovány jsou prakticky všechny běžné formáty rastrové grafiky, jako je *.jpg, *.png, *.bmp apod.). Z vlastností nastavujeme **kvalitu** (volba *Draft* urychlí vykreslování na monitoru) a **odstín** (*Tint*).

3D Model marker umožňuje použití trojrozměrné vektorové grafiky (*.3DS, *.DAE apod.), nastavit je možné orientaci, barvu, rozměry dle všech tří os, možnost drátěného modelu.

Procedural marker je relevantní pouze u trojrozměrných scén, kde nad prvky jednoduché (2D) geometrie vytváří na základě popisu (*Rule*) trojrozměrnou grafiku.

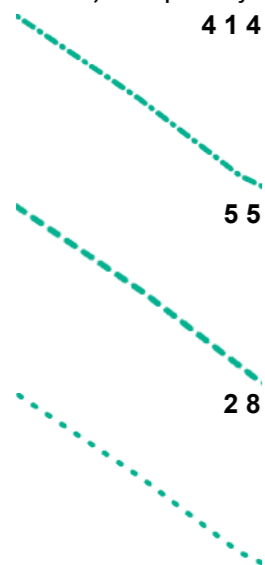
U všech typů figurálních značek jsou nastavitelnými možnostmi **velikost** (*Size*; standardně se velikost nastavuje v bodech /pt/, ale to lze změnit na milimetry na panelu *Project > Options > Project > Units*), **pozice vůči vztažnému bodu** (*Position*; nastavení velikosti odsunutí dle os x a y buď v relativních /%/ nebo absolutních jednotkách, pro správné nastavení je vhodné zobrazit náhled značky zvětšený a s volbou *show geometry*), **otočení** (*Rotation*) a **Offset Distance** (analogie úpravy pozice, ale k posunu dochází po případné aplikaci natočení apod.).

Na základní záložce povolujeme **změnu velikosti u různých měřítek** (*Enable scale-based sizing*: pomocí zářezek v ose znázorňující měřítko mapy můžeme nastavit různou velikost symbolu pro daný měřítkový rozsah), nastavujeme **natočení značky** (*Angle*) a **úpravu natočení značky** (zda se vztahuje k zobrazení */Display/*, symbol tedy vždy míří nahoru, nebo je pootočen spolu s mapou v případě, že je mapa na stránce natočena). **Halo** je barevný podklad znaku, nastavujeme jeho barvu a šířku *halo* i jeho okraje.

Liniové značky

Základními typy liniových značek jsou *Solid stroke*, *Picture stroke*, *Gradient stroke*, *Marker layer* a *Fill layer*.

Parametry *Solid stroke* jsou **šířka, barva, posun**. **Prerušované čáry** řídí *Dash effect*, k dispozici je několik



Obr. 4.32 – Nastavení vzoru prerušované čáry pomocí *Dash template*.

přednastavených typů, které je možno editovat pomocí parametrů *Dash template* (sled čísel oddělených mezerou, které určují délku čáry/mezery */střídavě/*, viz příklady na obr. 4.32), chování na konci linie (jak daleko od začátku/konce linie má čarokovaná linie začínat/končit).

Picture stroke používá k vykreslení liniové geometrie rastrový obrázek (*.bmp, *.jpg, *.png, *.gif).

Gradient stroke zobrazuje liniový symbol s gradientem mezi dvěma barvami.

Marker layer umísťuje podél linie figurální značky. Nejprve je tedy třeba nastavit podobu této značky (stejně jako u symbolu pro bodovou geometrii) a následně v části *Marker Placement* definovat **polohu značek na linii**. Možností je několik:

- **Along line** (interval definovaný pomocí *Placement template* podobně jako u *Dash effect*);
 - **Along line with random size** (figurální značky mají náhodnou velikost);
 - **Along line with variable size** (velikost značek se mění podle definovaných parametrů – počet velikostních tříd, směr změny velikosti apod.);
 - **At extremities** (značky jsou umístěny na začátku a konci liniového prvku);
 - **On line** (jeden symbol v definované pozici na linii);
 - **On vertices** (na vertexech linie);
 - **At ratio positions** (body rozmístěny v pozicích definovaných relativně vůči počátku linie);
 - **At measured units** (každých X metrů, resp. jiných délkových jednotek).
- Všechny možnosti mají **další upřes-**

ňující nastavení, např. posun vůči začátku apod.

Fill layer vyplňuje oblast ohraničenou linií výplní (dá se tedy použít mj. v případech, kdy máme liniovou vrstvu hranic, ale chceme objekty zobrazit vyplněné).

Stejně jako u figurálních značek, i liniové se mohou skládat z **více vrstev** a mít přiřazeny efekty.

Areálové značky

Značky plošných prvků mohou být tvořeny značkou **liniové hranice** a **výplní**, která může být několika typů.

Solid fill je vyplnění jedolitou barvou.

Hatched fill plochu vyplní šrafami, volíme jednak liniový symbol šrafy, jednak parametry vzoru – úhel, vzdálenost linií a posun.

Gradient fill vyplňuje plochu přechodem mezi dvěma barvami (resp. barvou a prázdnou výplní), parametrem je směr přechodu (*Direction*; lineární, obdélníkový, kruhový nebo buferový), *Interval* (počet intervalů barev přechodu – čím je větší, tím plynulejší je přechod), *Extent* – relativní v procentech nebo absolutní).

Picture fill vyplní polygon rastrovými obrázky, nastavujeme jejich velikost, kvalitu vykreslování a vzor.

Marker layer vyplní polygon figurálními značkami, podobně jako u *marker layer* u liniových značek je možné nastavit pozici značek nejen rovnoměrným vyplněním (*Fill polygon*), ale také figurální značky umístit do různých definovaných částí polygonu nebo podél hraniční linie. Důle-

žitou možností je nastavení **chování u krajů polygonu** pro případy, kdy figurální symbol leží na hranici (*Clipping*). Značky mohou být ořezány, odstraněny v případě, že jejich střed leží mimo polygon/dotýkají se hranice, zobrazeny celé.

Kartografické reprezentace

Kartografické reprezentace umožňují v *geodatabase* ukládat – kromě samotných dat – také jejich **vizuální reprezentaci**. Tu můžeme **samostatně upravovat**, například měnit průběh linií, používat specifické funkce řešící kartografická pravidla apod. Nad jednou vrstvou v *geodatabase* může být **několik vrstev reprezentací**, vytvořených pro různé účely, měřítko, typy map apod. To – krom rozšířených kartografických možností – má význam i z hlediska udržování **konzistence dat** (případné úpravy a aktualizace stačí dělat v jedné vrstvě namísto několika) a minimalizuje **redundance** (namísto několika vrstev, obsahujících všechna data, můžeme mít jen vrstvu jednu a k ní několik reprezentací).

Kartografické reprezentace **byly součástí verzí ArcMap 10.x**, v *ArcGIS Pro* již nejsou podporovány – jejich funkcionalitu nahrazuje *Attribute-driven symbology*, pravidla zobrazování a výjimky v podobě znaků pro konkrétní prvky nejsou ukládány v databázi, ale ve **vlastnostech vrstvy** (a mohou být tedy použity i na *shapefile*). Do mapy v *ArcGIS Pro* nelze přidat přímo **vrstvy reprezentace** z *geodatabase*,

ale je nutno **nainportovat mapový dokument** (*.mxd), který obsahuje vrstvy reprezentace a následně je převést (viz **návod**).

Další modifikace značek

(*Attribute-driven symbology*)

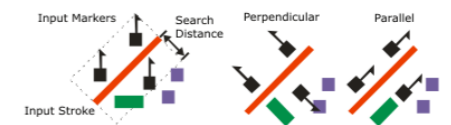
Parametry značek lze **dále upravovat dle hodnoty dalších atributů** pomocí *Attribute-driven symbology*. Tu je nejprve nutno aktivovat v panelu *Symbology* > *Vary symbology by attribute* zaškrtnutím možnosti *Allow symbol property connections*. Ve vlastnostech značek se následně vedle vybraných parametrů (např. barva, tloušťka ohraničení, velikost symbolu, natočení) objeví ikona s popisem *No attribute mapping defined*. Kliknutím na ni lze vybrat atribut (nebo vytvořit složitější výraz), který bude hodnotu parametru řídit (*Set attribute mapping*).

Atribut musí mít **vhodný datový typ** – např. pro řízení velikosti kladná čísla, nebo *String* s výrazem respektujícím správnou syntaxi (viz **nápověda**) pro definování barvy.

Kartografické funkce

K dosažení správného vzhledu značek respektující vybraná kartografická pravidla je možno použít funkce z *Cartography Toolbox*.

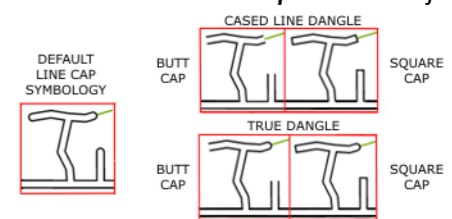
Align Marker to Stroke of Fill (obr.



Obr. 4.33 – Možnosti funkce *Align Marker to Stroke or Fill*. [ESRI]

4.33) slouží k natočení bodových značek v určité vzdálenosti od zadaných liniových prvků tak, aby s nimi byli rovnoběžné nebo na ně kolmé.

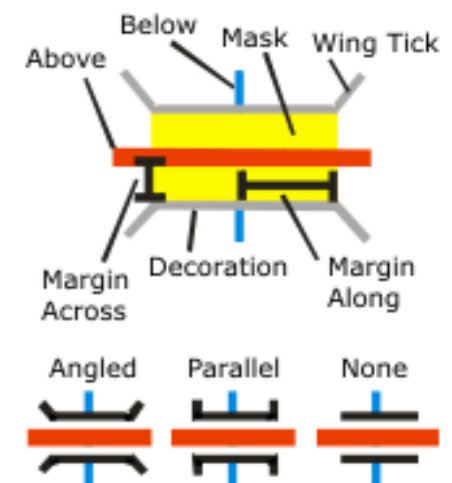
Calculate Line Caps umožňuje



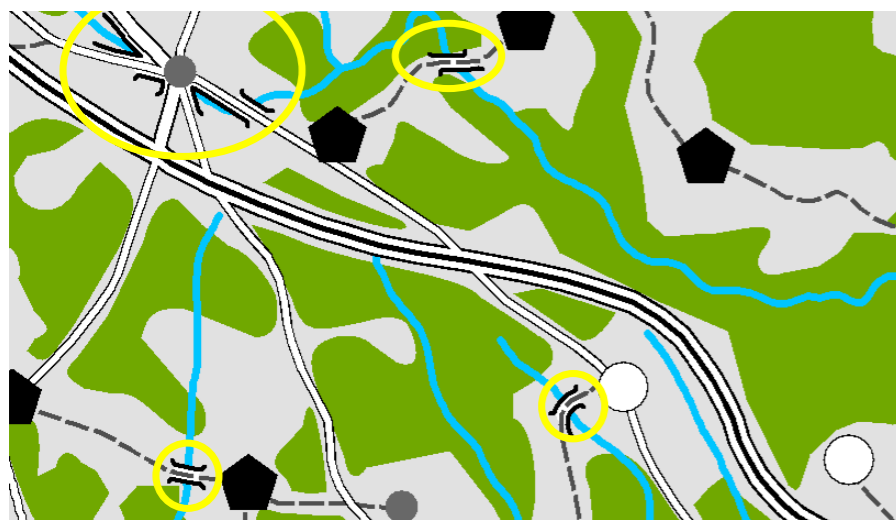
Obr. 4.34 – Možnosti funkce *Calculate Line Caps*. [ESRI]

modifikovat typ zakončení liniových značek (obr. 4.34).

Create Overpass vytváří kombinovaný symbol pro most (respektive podjezd u analogické funkce *Create Underpass* – obr. 4.35). Jde o jednoduché řešení, které ale v závislosti na podobě dat nemusí dávat vždy ideální výsledky (obr. 4.36).

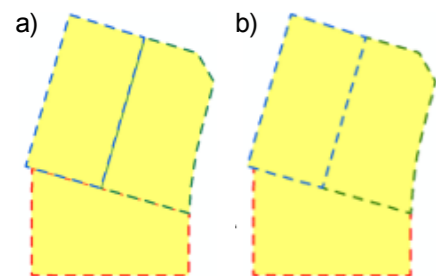


Obr. 4.35 – Možnosti nastavení parametrů funkce *Create Overpass*. [ESRI]

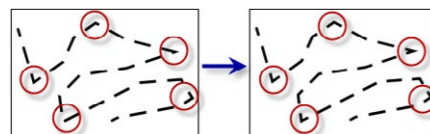


Obr. 4.36 – Příklad použití funkce Create Overpass pro vytvoření mostů se vstupními vrstvami silnic a vodních toků.

Set Control Point At Intersect (obr. 4.37) slouží k synchronizaci souběžných přerušovaných linií (resp. hranic polygonů). Funkce modifikuje origi-



Obr. 4.37 – Společná hranice s přerušovanými čarami před (a) a po (b) použití funkce Set Control Point At Intersect. [ESRI]



Obr. 4.38 – Princip funkce Set Control Point By Angle. [ESRI]

nální data, funguje pouze u dat v geodatabase a je výpočetně náročná.

Set Control Point By Angle (obr. 4.38) zajišťuje, aby v případě použití přerušované čáry pro linii nebo hranici polygonu nevycházely přerušování lomy s úhlem přesahujícím zadanou limitní hodnotu. Funkce modifikuje originální data, funguje pouze u dat v geodatabase a je výpočetně náročná.

Feature Outline Masks vytváří polygonovou masku okolo vstupní vrstvy (včetně textové /annotation/), s definovanou velikostí a tvarem/podrobností (box, Convex hull, Exact simplified a Exact). Čím více prvků vrstva obsahuje a čím větší podrobnost zvolíme, tím náročnější bude výpočet i zobrazování vrstvy.

Intersecting Layers Masks vytváří polygonovou masku s definovanou velikostí a tvarem/podrobností na místě průsečíku dvou vstupních vrstev

(masking a masked layer). Použijeme v případech, kdy masku u vybraných značek potřebujeme jen v místech, kdy leží na určitém specifickém podkladu, který zmenšuje čitelnost.

Vizualizace rastrových dat

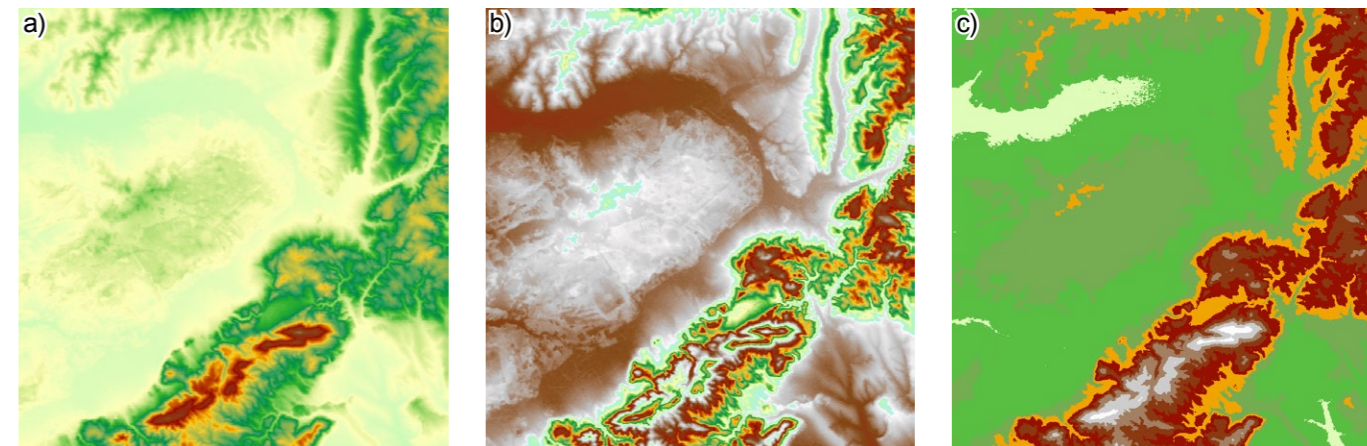
Možnosti vizualizace rastrových dat se liší v základu podle toho, zda se data skládají z jednoho, nebo více kanálů (Bands).

U **jednokanálových dat** (každé buňce je přiřazena jedna hodnota, typicky třeba digitální model reliéfu) jsou k dispozici čtyři (resp. pět) možností (obr. 4.39).

Stretch přiřadí buňkám barvu dle zvoleného barevného schématu v plynulém gradientu. Kromě výběru barevného schématu (Color scheme, k jeho tvorbě viz kap. 8) můžeme vybrat zvláštní barvu pro Background value, Nodata a upravit kontrast pomocí roztažení (Stretch):

- **None** počítá jako maximum a minimum (kterým přiřadí okrajové barvy barevného schématu) potenciálně nejnižší, resp. nejvyšší hodnotu dle datového typu rastru;
- **Minimum Maximum** použije skutečné minimum a maximum dané vrstvy;
- **Percent clip** „odřízne“ procenty definované části od maxima a minima;
- **Standard Deviation** „odřízne“ data nad/pod hodnotou směrodatné odchylky.

Hodnota **Gamma** určuje celkově zesvětlení/ztmavení obrazu: hodnoty větší než 1 obraz zesvětlují, menší než 1 ztmavují.



Obr. 4.39 – Vybrané způsoby vizualizace rastrových dat: (a) Stretch, (b) Discrete a (c) Classify.

Discrete zobrazí data gradientem barev dle vybraného barevného schématu, z něž vybereme x barev. Každá barva reprezentuje stejné množství hodnot.

Classify umožňuje data klasifikovat více způsoby do vybraného počtu tříd, a těm pak přiřadí barvu.

Unique values přiřadí jedinečné barvy jedinečným hodnotám (více hodnot lze po souběžném označení sloučit - Group values).

Colormap přiřazuje hodnotám uložené barvy - tato možnost je nabízena pouze v příloze, že data Colormap obsahují.

V části **Advanced** lze nastavit **formátování čísel** popisku vrstvy. Jednoduše pracovat s **kontrastem, jasnem a průhledností** vrstvy lze pomocí nabídky v liště Raster layer > Appearance.

Vector Field umožňuje nad daty vytvořit vrstvu **vektorových značek**, jejichž parametry (velikost a směr) jsou dány hodnotami rastru.

U **vícekanálových dat** je možno

použít možnosti **Stretch** a **Vector field** analogicky (pro **Vector field** vybíráme dva kanály, pro **Stretch** jeden), výchozí zobrazení je RGB, které zobrazuje data kombinací tří základních barevných kanálů - červené, zelené a modré (viz kap. 8.1.1) a průhlednosti (Alpha). Který kanál bude použit pro kterou barvu lze v nabídce zvolit, stejně jako **Background value**, **Nodata** a roztažení (Stretch).

Tvorba vlastního písma jako základu značkového klíče

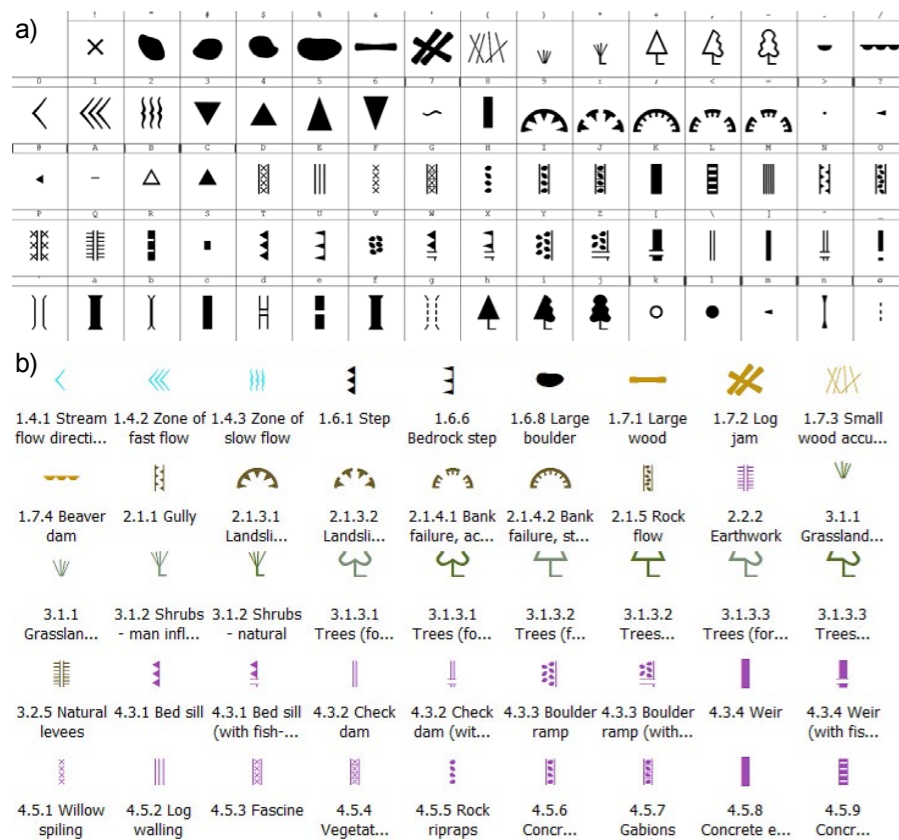
Využití znaků písma (fontu) pro tvorbu značek je jednou ze základních možností tvorby značkového klíče v programu ArcGIS. Postup zahrnuje **tvorbuznačkovesady** (elementárních, respektive subelementárních znaků) v **editoru písma**, **export a instalaci fontu**, a následné **sestavení konečných značek** (kombinace jednotlivých znaků a přiřazení barev) v ArcGIS, s možností uložení finálního značko-

vého klíče ve stylovém souboru (obr. 4.40). Výhodou tohoto postupu je možnost vytvoření **vlastní ucelené značkové sady**, nezávislé na znacích z jiných fontů, snadné **sdílení značkového klíče** (stačí dva poměrně malé soubory) i **vektorový charakter** znaků.

ArcGIS **Style File** navíc může obsahovat kromě samotných znaků i **další prvky**, jako jsou např. použité **barvy** (tedy přesně definované a pro uživatele jednoduše použitelné) a pro **kompletní workflow** od dat k mapě se standardizovaným značkovým klíčem je možno postup doplnit o **vzorovou geodatabase** s předpřipraveným klasifikačním číselníkem a již přiřazenými značkami (Templates v Editoru).

Práce s programem FontForge

Pro tvorbu písma (značkové sady) je možno využít **OpenSource** dostupný editor **FontForge**. Pro jeho správnou funkčnost je nutné program po stažení spouštět jako správce.



Obr. 4.40 – Znaký vytvořeného písma (a) a finální značky uložené v ArcGIS Style file (b).

Program má dvě základní okna (obr. 4.41): hlavní (zobrazující seznam znaků daného písma; jejich velikost je možné nastavit přes záložku View – XX pixel outline) a editační (pro zvolený znak; při otevření více znaků k editaci se neotevírá několik oken, ale záložky v rámci jednoho editačního okna). Při uložení mají pracovní soubory programu koncovku *.sfd.

Návrh skutečného písma je výrazně komplikovanější (např. nutnost řešení ligatur, kurzívy, velkých a ma-

lých písmen), než tvorba kartografických značek. Popisovaný postup je proto velmi zjednodušený.

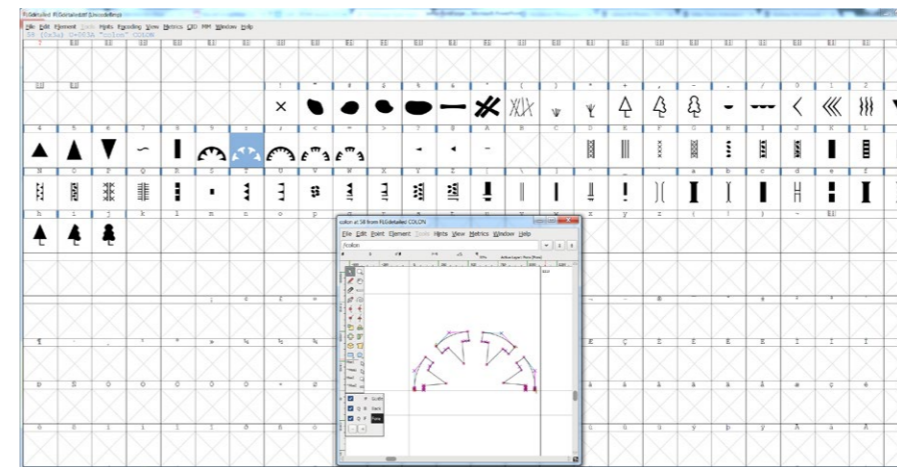
Editační okno daného znaku obsahuje panel základních nástrojů pro pohyb v dokumentu (zoom – zoomovat je možné také kombinací Ctrl + kolečko myši; pohyb v dokumentu – mezerník + pohyb s levým tlačítkem myši, pravítko aj.), klasické vektorové kreslicí a editační nástroje (tvary jako elipsa/obdélník, změna typu uzlu, zmenšení, pootočení apod.) a přepínač vrstev. Vlastní symbol se kreslí

ve vrstvě popředí (Fore), vrstva pozadí (Back; těchto může být více) se do písma neexportuje, lze ji použít pro vložení vzoru (např. při tvorbě podobných značek), ve vrstvě vodících linek (Guide) je možno kreslit pojmenované vodící linky (ty se následně zobrazují v editačním okně všech znaků, ne jen toho, kde byly vytvořeny). Standardně jsou zde již obsazeny vodící linky horního, spodního a bočního ohraničení, vytvářející základní čtvercový prostor (1000 × 1000) pro tvorbu znaku.

Znaký písma jsou jednobarevné (černá na bílém pozadí; zobrazí se tak po stisknutí mezerníku), standardně se znaký v editačním okně zobrazují v „drátěném“ režimu se zvýrazněnými uzlovými body a jejich ovládacími body/táhly. Všechny prvky písma jsou plošné (neexistuje zde kresba linie jako takové). Při kreslení znaku je nutné myslet na to, že ve většině případů bude na mapě v řádově milimetrové velikosti, proto by jeho tvar měl být relativně jednoduchý, s plynulými tvary, a dodržováním minimální šířky tahů i mezer tak, aby v požadované velikosti byly vůbec rozlišitelné.

Základní kreslení

Základními kreslicími nástroji jsou obdélník/elipsa (Shift stisknutý při kreslení drží poměr stran, tzn. vznikne čtverec/kruh) a N-úhelník/hvězda (N se nastaví po dvoukliku levým tlačítkem na ikonu). Po nakreslení tvaru se objeví uzly (zeleně vybrané, pro výběr víc uzlů je třeba držet Shift; různě nevybrané). Uzly jsou být několika typů (rohové, křivkové aj.), změnit typ



Obr. 4.41 – Dvě základní okna programu FontForge.

uzlu lze pravým tlačítkem myši. Uzly lze do tvaru přidávat (ikonky dle typu uzlu) nebo odebrat (pravé tlačítko > Merge to line). Editace tvaru pak probíhá standardně prostřednictvím uzlů a jejich řídicích bodů. Program umožňuje také import z jiných grafických formátů.

Transformace tvaru

Při výběru celého nakresleného tvaru (čtverec, trojúhelník apod.) (bud' nakreslením ohraničujícího výběrového rámečku, nebo jednotlivým výběrem všech uzlů) je s tvarem možno provádět různé transformace (Element – Transformations – Transform), jako je otočení, zrcadlení, posun apod., s nastavením konkrétních číselných hodnot (posunu, úhlu otočení apod.).

Kombinace více tvarů

Výsledný tvar je možné získat také kombinováním několika základních obrazců (Element – Overlap),

a to buď sloučením (Remove Overlap, klávesová zkratka Ctrl+Shift+O) nebo průsečíkem tvarů (Intersect). Vyřiznutí otvoru se provádí nakreslením požadovaného tvaru výřezu dovnitř vnějšího obrazce a následně funkcí Element – Correct direction. Pro správné fungování písma se žádné obrazce nesmí překrývat. Pokud funkce Remove Overlap nefunguje a překrývající se prvky stále zůstávají, pak je to dáno špatným směrem některého z obrazců (obvykle se to může projevit po transformaci tvaru, jako je otočení, zrcadlení apod.). V tom případě je třeba tvaru změnit směr (Element – Clockwise/Counterclockwise) a Remove Overlap vyzkoušet znovu.

Kontrola chyb

Před exportem písma do některého ze standardních formátů je vhodné provést validaci písma pro kontrolu, zda písmo neobsahuje chyby. Kontrolní nástroj se nachází pod Element

– Find problems (Ctrl+E), kontrola probíhá pro označené znaky. Vhodné je zatrhnout následující parametry:

- Points: Non-Integral Coordinates, Control points beyond spline, Points too far apart
- Paths: Open paths, Check outermost paths clockwise, Intersecting paths, Check Missing Extrema
- Random: Check Multiple Unicode, Check Multiple Names, and Check Unicode/Name mismatch
- Refs, ATT: všechno

Mezi obvyklé problémy patří:

- Neintegrální kontrolní body (uzly by měly být v souřadnicích s celými čísly; je možno automaticky opravit /dojde k malému posunu daného bodu/ volbou Fix);
- Chybějící/špatně umístěná Extrema (v krajních bodech tvaru musí být umístěný uzel; pokud není, lze jej přidat automaticky během validace volbou Fix);
- Překrývání/špatný směr tvarů: je nutno upravit ručně (viz výše).

Generování fontu

Po validaci a opravě chyb je možné vygenerovat font (například TrueType, *.ttf) volbou File – Generate fonts (Ctrl+Shift+G). Ještě předtím je vhodné vyplnit metadata (Element – Font info, Ctrl+Shift+F). Pro jistotu je vhodné i při generování nechat zatrhnutou validaci pro upozornění na případné chyby a problémy.

Instalace a použití písma

Po vygenerování písma stačí jeho instalace a následně jej lze používat

jako kterékoliv jiné písmo v rozhraní panelu *Symbology* (*Appearance* > *Insert shape from font*).

Tvorba značkového klíče v QGIS

Základní nastavení

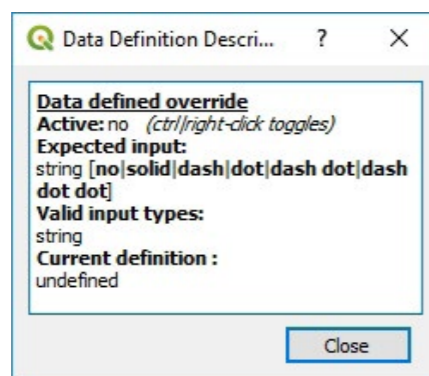
QGIS nabízí řadu možností práce se značkami, upravit vzhled prvků vrstvy je možné v *Layer properties* > *Symbology*. Základní rozhraní se bude lišit v závislosti na **geometrii prvků**, hlavní změnou je zde **nabídka předdefinovaných symbolů** a také možnosti **dalších nastavení**.

V **základní úrovni** pro režim *Single symbol* lze měnit **barvu a průhlednost** vrstvy, specifikovat základní parametry **velikosti** nebo zvolit některou z **předdefinovaných mapových značek**. Pod tlačítkem *Advanced* se skrývá nastavení pro *Symbol levels* (úroveň symbolů, viz dále). Ve spodní části *Layer rendering* se nachází možnosti pro *Blending mode* (režimy prolnutí) a *Draw effects* (grafické efekty) jako je stínování, vnitřní záře a další.

Je nutné také zmínit volbu *Control feature rendering order* sloužící pro kontrolu **pořadí vykreslování prvků** (čímž můžeme např. dosáhnout vykreslování malých prvků nad velkými). Nastavený styl lze ukládat/načítat v menu *Style*, které se nachází vlevo dole. QGIS kromě vlastního formátu *.qml* podporuje také formát *.sld* (*Styled Layer Descriptor*). Níže si vysvětlíme podrobnější nastavení pro jednotlivé typy geometrie.

Daty definovaný vzhled symbolů
Řadu nastavení týkajících se vzhledu značek (velkost, strukturu obrysu, otočení apod.) lze načítat automaticky z **údajů v atributové tabulce**, jedná se o tzv. *data-defined override* (daty definovaný přepis). V menu *Symbology* se u většiny položek vpravo nachází ikonka, pod níž nalezneme kontextové menu s možnostmi takového způsobu nastavení. Volba *Description* uvádí informace o stavu a požadavcích na datové typy a vstupy (**obr. 4.42**). Pole z atributové tabulky, ve kterém jsou uloženy hodnoty definující obrys, zvolíme volbou *Field type*.

V souvislosti s daty definovaným přepisem je vhodné zmínit zbývající volby. *Store Data in the Project* (Ulož data v projektu) je novým nastavením

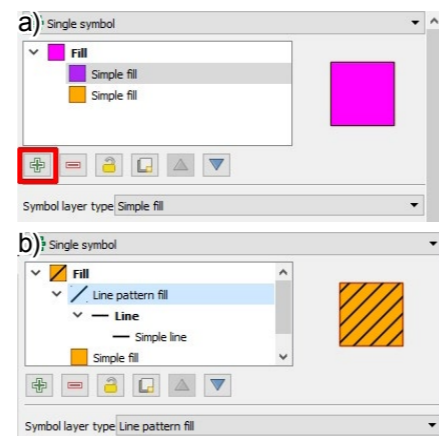


Obr. 4.42 – příklad nastavení pro *Stroke* (čára, obrys). Vyplyvá z něj, že platný datový typ pole v atributové tabulce je *String* (textový řetězec), očekávané vstupní hodnoty jsou: *no* – žádný obrys; *solid* – plná čára; *dash* – čárkovaná čára; *dot* – tečkovaná čára; *dash dot* – čerchovaná čára; *dash dot dot* – dvojčerchovaná čára.

v QGIS 3, umožňující **ukládat řadu nastavení mimo atributovou tabulku vrstvy**. Jejich využití je spíše při manipulaci s popisem, ale své využití může nalézt i v případech vzhledu symbolů. Veškeré úpravy jsou v tomto případě uloženy do interní databáze projektu (v novém formátu **.qgz*) a s prvky jsou propojeny přes jejich ID. Volba *Variable* umožňuje přepsat stávající nastavení pomocí definovaných proměnných ve vlastnostech projektu. Pomocí nadefinované proměnné můžete u hotové mapy například změnit globálně font u všech kategorií popisu dané vrstvy.

Značkové vrstvy

Pro pochopení dalších souvislostí je nutné si nejdříve vysvětlit princip tvorby značek. Ne vždy si vystačíme s holou barevnou výplní nebo různě tlustými liniemi. Potřebujeme pracovat se šrafy, strukturou, barevnými přechody a dalším nastavením vzhledu. V QGISu je tato proble-



Obr. 4.43 – *Symbol layers* v QGIS.

matika řešena pomocí *Symbol layers* (značková vrstva), jedná se o nástroj pro **tvorbu složitějších symbolů**. **Obr. 4.43a** zachycuje nastavení polygonové vrstvy, kdy byla tlačítkem plus přidána k existující značkové vrstvě další značková vrstva. U každé takovéto vrstvy lze **měnit její typ**. Pokud tedy u nové vrstvy změníme typ ze *Simple fill* na *Line pattern fill*, můžeme vytvořit šrafování s barevným podkladem (**obr. 4.43b**). Dostupné typy značkových vrstev se různí dle geometrie mapové vrstvy. Jednotlivé typy lze do definice značky přidávat, odebrat, zamykat, duplikovat nebo mezi sebou přesouvat.

Pozor: je důležité si neplést pojmy „mapová vrstva“ a „značková vrstva“. **Mapovou vrstvu** (vektorovou nebo rastrovou) můžete přidat do projektu mapy. **Značkovou vrstvou** je částí mapové značky, která slouží ke znázornění mapové vrstvy srozumitelnou formou.

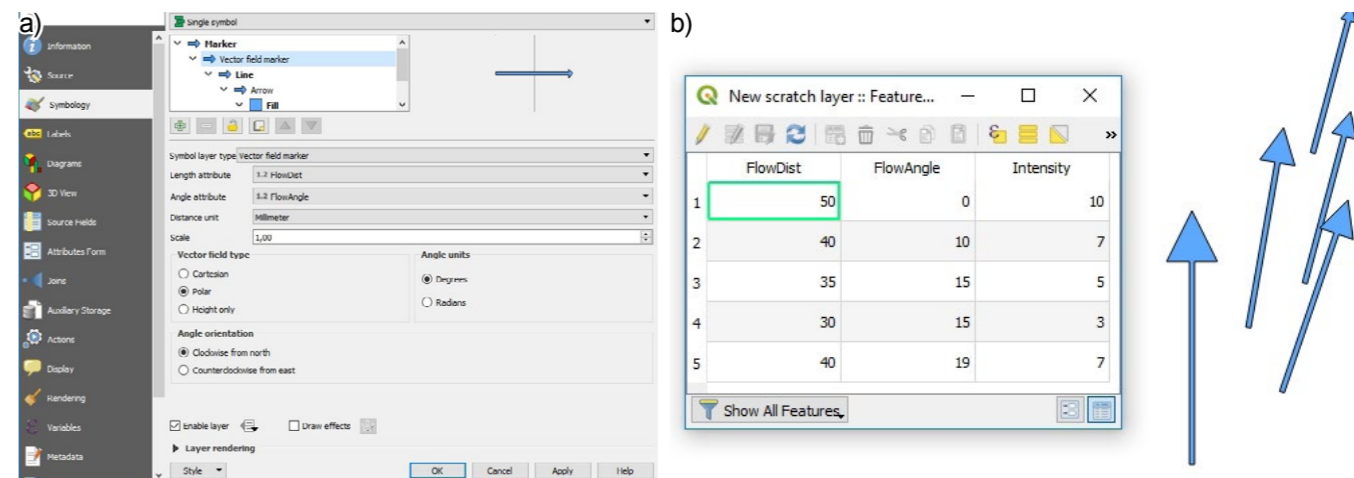
Figurální značky

U figurálních značek kromě základních nastavení typu *Fill* (**výplň**) a *Stroke* (**čára, obrys**) je vhodné z menu zmínit *Rotation*, *Offset* a *Anchor point*. *Rotation* (otočení) slouží k **hromadnému otočení značek** (otočení každého symbolu pod jiným úhlem je nutné řešit daty definovaným přepisem). *Offset* (posun) umožňuje **posunout prvek** oproti jeho stávající pozici zadáním hodnoty posunu v rámci soustavy souřadnic XY. Posun je možné provést v různých jednotkách, jako výchozí jsou nastaveny milimetry. *Anchor point* (vztažný bod) slouží ke specifikaci **přesného umístění symbolu**. Při volbě *Center > Bottom* (spodek) je vztažný bod umístěn na spodní části symbolu.

Pro figurální značky jsou dostupné následující **typy značkových vrstev**:

- **Simple marker** – základní nastavení, lze vybírat ze základních geometrických tvarů.

- **SVG marker** – poskytuje přístup do knihovny SVG značek, značky jsou tříděny do několika kategorií. Lze také načíst vlastní značku ze souboru ve formátu **.svg*.
- **Ellipse marker** – tento typ, byť nazvaný jako elipsový, umožňuje pracovat i s ostatními tvary než jsou elipsy. Umožňuje na rozdíl od *Simple marker* definovat velikost symbolu ve dvou směrech (výšku a šířku).
- **Vector field marker** – specifický typ využívaný především pro vizualizaci naměřených terénních dat jako je proudění větru, vody, sesuvy a další. Ve vizualizaci se tím pádem často používají šipky. V menu je nutné specifikovat nejdříve *Vector field type* (Typ vektorového pole). Následně je možné specifikovat pole s naměřenými údaji. **Obr. 4.44a** zobrazuje nastavení pro typ vektorového pole *Polar* (Polární soustava souřadnic), který se používá pro vyjádření změny od zná-



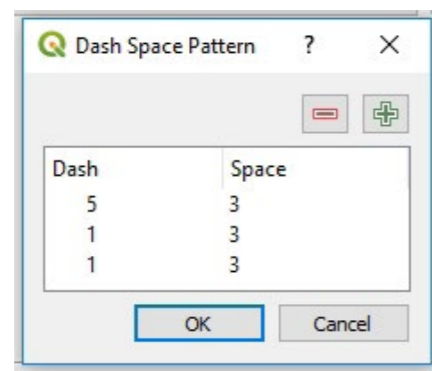
Obr. 4.44 – Nastavení *Vector Field marker* (a) a výsledná podoba značek (b).

mého referenčního bodu. Z atributové tabulky jsou vybrána pole pro *Length attribute* (atribut délky) a *Angle attribute* (atribut úhlu). Lze také specifikovat šířku linie nebo šipky pomocí daty definovaného vzhledu symbolu (**obr. 4.44b**).

- **Font marker** – používá pro zobrazení symbolu vybraný znak ze zvoleného fontu.
- **Geometry generator** – je dostupný u všech typů vrstev, umožňuje pomocí syntaxe výrazů modifikovat nebo generovat novou geometrii *on-the-fly* (za běhu). De facto se tak jedná o specifický případ kartografických reprezentací. Výsledná geometrie nemusí být shodná s původní geometrií, lze generovat několik různě modifikovaných symbolových vrstev na sobě. Jednoduchý příklad je generování bufferu (obalové zóny) kolem existujících bodů: *buffer(\$geometry, 5)*. Pokud přidáme novou symbolovou vrstvu, můžeme proces (s rozdílným parametrem pro vzdálenost) opakovat. Vstupní parametry lze načítat z polí v atributové tabulce (*buffer(\$geometry, „Intensity“)*) nebo získávat pomocí výpočtů z jiných dat, možností je celá řada.
- **Filled marker** – neboli vyplněná značka. Jedná se o obdobu *Simple marker* s tím rozdílem, že používá vyplněný podsymbol k vykreslení značky. Umožňuje tak použití v QGIS existujících výplní typu *gradient* (barevný přechod) nebo *shapeburst fill* (přechodová výplň generovaná na základě tvaru prvku).

Liniové značky

U liniových značek je kromě jejich **šířky, barvy a orientace** důležitou charakteristikou **struktura** (vzor). Struktura se dá rychle zvolit z několika přednastavených podob v poli *Stroke style* (Styl čáry), často nám však takto přednastavená struktura nebude vyhovovat a bude nutné si nadefinovat vlastní. V symbologii vrstvy označíme *Simple line*, ve spodní části zaškrtneme volbu *Use custom dash pattern* (použij vlastní vzor čárek) a klikneme na *Change*. V novém menu jsme pak schopni definovat **délku jednotlivých čárek**, dle počtu čárek v čáře se přidává počet řádků, kde se specifikuje délka čárky a mezera (**obr. 4.45**). Pro dvojčerchovanou čáru to znamená 3 řádky (definuje se čárka, tečka a tečka). V souvislosti s liniemi je vhodné zmínit možnost **nastavení podoby spojů** (lomu linií) a podobu **koncovek**. *Join style* (styl spojů) je možné nastavit jako *bevel*, *miter*, *round* (zoblený, kosý, kulatý). *Cap style* (styl konců) je možné nastavit jako *squa-*



Obr. 4.45 – Nastavení vzoru linie.

re, flat, round (čtverec, plochý, kulatý). Náhled vzhledu spojů a konců je součástí jednotlivých voleb.

Liniové značky jsou skupinou s nejmenším počtem typů značkových vrstev. Kromě *Simple line* je možné zvolit typ *Arrow*, *Geometry generator* (zmíněn již výše) a *Marker line*.

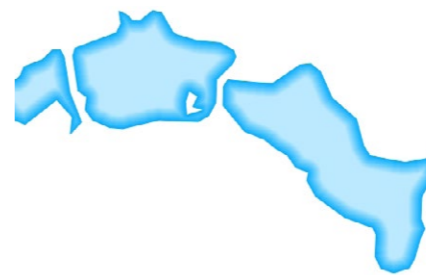
- **Arrow** – umožňuje vytvářet na liniích šipky. V menu lze nastavit *Head type*, neboli určit na kterém konci (obou koncích) bude šipka umístěna. Lze nejen specifikovat velikost šipky, ale i tloušťku linie na obou koncích. Využití je především pro konstrukci liniových kartodiagramů (*flow maps*), které zachycují pohyb objektů z jednoho místa do druhého (například zboží, osob, atd.);
- **Marker line** – umožňuje vytvářet linie složené z figurálních značek. I když takovéto linie většinou obsahují pouze geometrické symboly, je možné použít jakoukoliv bodovou značku. Kromě velikosti samotné značky je nutné specifikovat základní interval mezi značkami nebo některou z možností umístění na linii. V poli *Offset along line* lze nastavit vzdálenost značky od začátku linie.

Areálové značky

U areálových značek pracujeme především s **barvou výplně, strukturou a ohraničením**. Knihovna v symbologii vrstvy nabízí pouze několik předdefinovaných symbolů, proto se často nevyhneme definici vlastních značek pomocí značkových typů. Jejich nabídka je u areálových značek nejširší. V přehledu níže se

omezíme pouze na ty, které nebyly doposud zmíněny a jsou pro areálové symboly specifické.

- **Centroid fill** – místo polygonů jsou znázorněny pouze jejich centroidy. Jedná se pouze o změnu vizualizace, geometrie polygonové vrstvy se nemění. Pro tvorbu samotné bodové vrstvy centroidů je tak nutné využít processingové nástroje (např. *Vector geometry > Centroids*).
- **Gradient fill** – umožňuje vytvářet přechodovou výplň uvnitř polygonů. Přechod lze specifikovat mezi dvěma barvami nebo pomocí barevné škály. Tvar přechodu lze volit mezi *Linear* (lineární), *Radial* (radiální) a *Conical* (kuželovitý).
- **Line pattern** – umožňuje vytvářet šrafování. Kromě tloušťky samotné linie lze u šraf specifikovat rozestupy a úhel jejich sklonu. Kombinace různě skloněných šraf se vytváří přidáním další symbolové vrstvy.
- **Point pattern** – neboli výplň bodovým vzorem. Nejčastěji se používají jednoduché geometrické tvary, lze ale zvolit kterýkoliv symbol dostupný v SVG knihovně (*SVG marker*) nebo znak vybraný z fontu (*Font marker*).
- **Raster image fill** – vyplní plochu rastrovým obrázkem, vybírá se soubor z disku.
- **Shapeburst fill** – jedná se o specifický typ přechodové výplně vycházející z tvaru prvku, který vytváří tzv. „obalové“ přechody. Efekt je vytvořen stínováním každého pixelu uvnitř polygonu na základě vzdálenosti k nejbližšímu



Obr. 4.46 – Výplň s efektem Shapeburst.

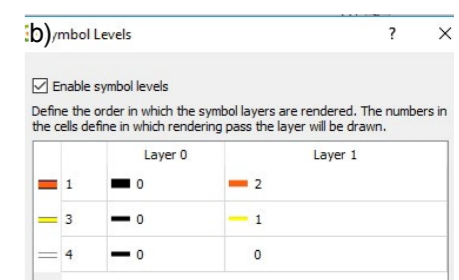
okraji. V menu je možné specifikovat přechod mezi dvěma barvami, nebo zvolit barevnou škálu. Pokud by měl být přechod ukončen v určité vzdálenosti od okraje prvku, zadá se tato hodnota do pole *Set distance*. Výsledek na příkladu vodních ploch demonstruje **obr. 4.46**.

- **Outline: Arrow** – jedná se o implementaci typu *Arrow*, který je popsán výše u liniových symbolů. Zde změni polygony na tvary složené ze šipek, délka šipky je odvislá od délky segmentu polygonu. V základním nastavení jsou šipky zakřivené, deaktivace tohoto nastavení se provádí odškrtnutím políčka *Curved arrows*. Výše popsaná nastavení jsou **aplikovatelná i v ostatních režimech**. Pracovní postup je nejdříve v režimu *Single symbol* aplikovat nastavení dle zvoleného typu symbolu a následně se v horní části menu přepnout na některý z ostatních režimů (*Categorized, Graduated*, apod.).

Úrovně značek

V souvislosti s použitím více značkových vrstev v jedné mapové vrstvě úzce souvisí nastavení **úrovni zna-**

ček (*Symbol levels*), které ovlivňují pořadí vykreslování prvků v jednotlivých symbolových vrstvách. Dobře se dá demonstrovat využití na vrstvě silnic z *geodatabase* ArcČR 500. Na základě údajů v poli TRIDA byly prvky kategorizovány do 3 skupin (značkových vrstev): dálnice, silnice 1. třídy a silnice 2. třídy. **Obr. 4.47a** ukazuje vzhled mapové vrstvy **bez použití úrovní symbolů**. Jak je vidět, vykreslení není z hlediska pořadí logické, je vidět zakončení ka-



Obr. 4.47 – Liniová vrstva bez (a) a s použitím Symbol Levels (c) dle nastavení (b).

ždého segmentu a křižovatky mají nesprávný vzhled.

V pravém dolním rohu menu *Symbolology* zvolíme *Advanced > Symbol levels* a provedeme nastavení úrovní symbolů dle **obr. 4.47b**. Každý typ silnice je zde tvořen dvěma liniemi – širší černou spodní linií (*Layer 0*) tvořící lemovky silnice a užší horní barevnou linií (*Layer 1*) tvořící výplň silnice. Černým liniím (*Layer 0*) necháme nastavenou hodnotu 0, neboť chceme, aby lemovky byly vždy přepsány barevnou výplní. Ve sloupci *Layer 1* pak nastavíme **pořadí vykreslování** – nejdříve se vykreslí nejméně důležité silnice 2. třídy, přes ně silnice 1. třídy a nakonec významově nejdůležitější dálnice. Díky danému nastavení dosáhneme požadovaného vzhledu, který je logický, segmenty jsou propojené a křižovatky mají správnou podobu (**obr. 4.47c**).

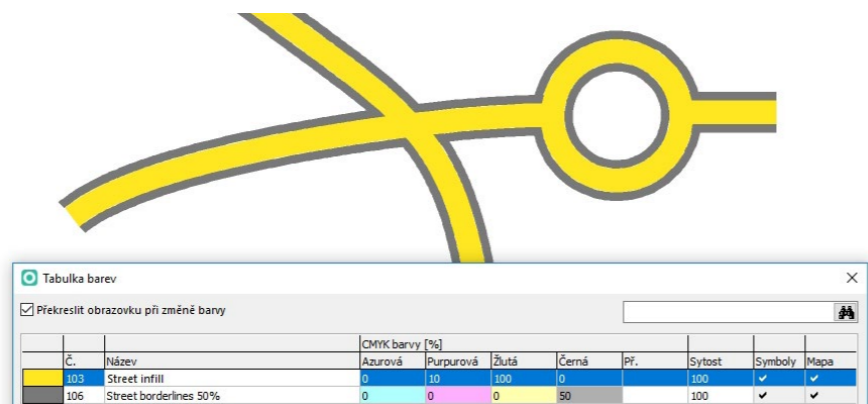
Tvorba značkového klíče v OCAD
Nespornou výhodou OCAD je snadná **definice vlastních značek zabudovaná přímo v programu**. Možnosti jsou velmi široké, uživatel může efektivně nadefinovat prakticky jakoukoliv značku. Lze definovat tyto typy značek (v této kapitole se budeme věnovat prvním třem):

- **Bodová značka** (figurální);
- **Liniová značka**;
- **Plošná značka** (areálová);
- **Textová značka** – v OCAD pro každý typ popisu je nutné nadefinovat vlastní značku;
- **Textová liniová značka** – specifická záležitost OCAD, slouží

pro popis linií, kdy text může být umístěn na křivce;

- **Obdélníková značka** – specifická záležitost OCAD, využití především pro kreslení rámu mapy a jiných obdélníkových tvarů.
- Při definování značek je nutné počítat s **některými specifiky** oproti jiným programům:

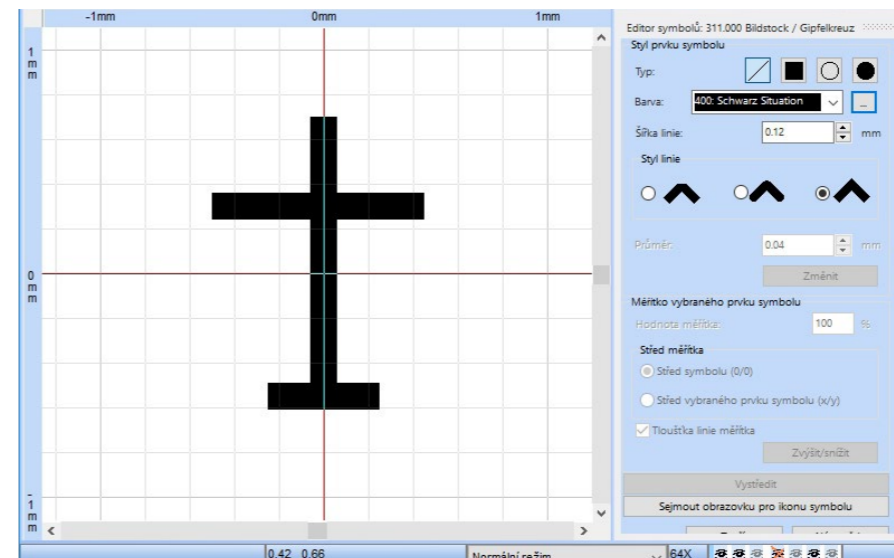
- K dispozici při definici značek jsou **pouze barvy z tabulky barev**. To má svou logiku, neboť v OCADu je systém vykreslování **řízen pořadím barev** (viz kap. 8) – barvy umístěné v tabulce barev výše, „mažou“ barvy umístěné v tabulce barev níže. Příkladem může být značka pro silnici, kdy žlutá výplň silnice je umístěna výše, než šedé lemovky. Takové nastavení pak způsobí, že při větvení/křížení silnic jsou lemovky v místě překryvu vymazány žlutou barvou tvořící výplň silnice (**obr. 4.48**). Pokud nám barva pro vytvoření nové mapové značky chybí, je nutné si ji **nejdříve nadefinovat v tabulce**



Obr. 4.48 – Vliv pořadí barev v tabulce barev na vykreslování značek.

barev. Je ale nutné dbát na **správnost pozice barvy v tabulce barev**. Typicky bodové symboly používají barvy umístěné v horní části tabulky, neboť je umísťujeme na již existující mapový obsah (který tak používá barvy z nižší části tabulky barev).

- Značky jsou **číslovány**, při vytváření je možné u každé značky **specifikovat její číselný kód**. Pokud není tento číselný kód přidělen uživatelem, software jej přidělí přírůstkově automaticky. Význam má číslování především při použití **standardizovaných legend mapových značek**, kdy značkám se přidělí číslo odpovídajícího prvku (například kód objektu ZABAGED). Uspodňuje to následně samotnou kartografickou vizualizaci importovaných nesymbolizovaných dat.
- **Ikona** v okně značek nevychází ze vzhledu nadefinovaného symbolu, je **tvořena nezávisle** a uživatel si ji ve většině případů definuje zvlášť.



Obr. 4.49 – Návrh bodové značky v editoru symbolů.

Figurální značky

Po **založení nové značky** (číslo, název) je nutné ji **navrhnout v editoru symbolů**. Editor se používá také při návrhu liniových a plošných značek, pokud je jejich součástí figurální značka. Při návrhu vždy **aktivujeme mřížku**, která je členěna po 1 milimetru, respektive po 0,2 milimetru. Mřížka nám tak pomáhá **hlídat velikost** navrhované mapové značky. **Střed mřížky je zvýrazněn červeně**, křížení zde **odpovídá vztažnému bodu** (**obr. 4.49**).

Pro samotný grafický návrh značky používáme možnosti nastavení v pravé části editoru a jednotlivé **kreslicí režimy**. Nejdříve je nutné **zvolit typ** (přímka, plocha, kružnice, kruh), **vybrat barvu**, a **definovat rozměry** v milimetrech (nabídka polí pro rozměry se aktivuje v závislosti na zvoleném typu, je potřeba vyplnit červe-

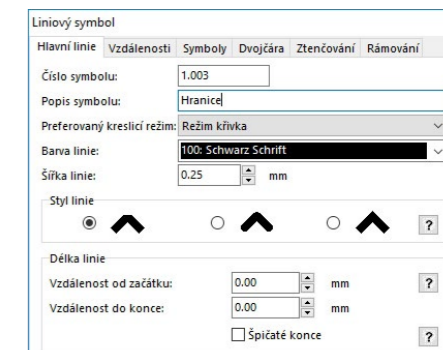
ně podbarvená pole). Pokud chceme značku více zvýraznit nebo jinak odlišit, je možné definovat **haló efekt**, neboli vytvořit barevnou obalovou zónu. Nejjednodušší je v tomto případě editovanou kresbu duplikovat, zvětšit a přidělit jí odpovídající barvu, která se nachází níže v tabulce barev než barva, kterou je provedena samotná značka.

Liniové značky

Možnosti definice liniových značek jsou v OCADu velmi široké, zde jsou popsány dle jednotlivých karet v menu úprav symbolu.

Karta Hlavní linie (**obr. 4.50**) slouží pro **definování základních linií**. Jednotlivé volby jsou následující:

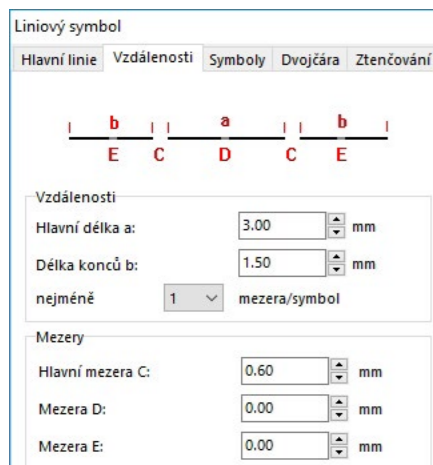
- **Preferovaný kreslicí režim** – pokud je nastaven, při zvolení symbolu v okně symbolů se automaticky vybere nastavený kreslicí režim. Nastavení je závislé od převažující



Obr. 4.50 – Karta Hlavní linie.

povahy vizualizovaných objektů. Zatímco pro vrstevnici je vhodné zvolit režim křivky, pro zed', průsek nebo lanovou dráhu je vhodné zvolit režim přímé linie;

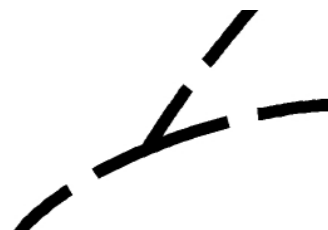
- **Barva linie** – volí se barva z tabulky barev;
- **Šířka linie** – šířka linie v mm;
- **Styl linie** – lze nastavit vzhled lomů a konců linie:
 - *plochý konec a plochý ohyb*;
 - *oblý konec a oblý ohyb* (oblý konec zde přesahuje délku linie o polovinu šířky linie na každém konci, např. při šířce 0,25 mm bude na každém konci linie delší o 0,125 mm);
 - *plochý konec, špičatý ohyb* – lomy line jsou ostré.
- **Délka linie** – definuje vzdálenost vykreslování značky od začátku a konce linie. Jinými slovy, použije se, pokud je potřeba nastavit vykreslování značky kratší, než je samotná délka linie. Součástí volby je také možnost nastavit vykreslování špičatých konců. Délka (ostrost) špičky je odvislá od definované vzdálenosti od začátku/konce linie.



Obr. 4.51 – Karta Vzdálenosti.

Karta Vzdálenosti umožňuje definovat **strukturu linie**, zde především délky čárek a velikost mezery v linii. **Čárky ve schématu (obr. 4.51)** jsou označeny malými písmeny, **mezery** velkými písmeny:

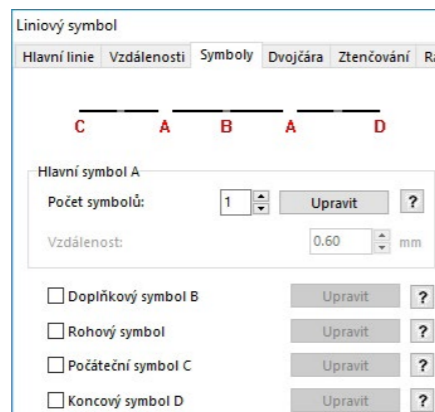
- **Hlavní délka a** – základní délka čárek uvnitř linie;
- **Délka konců b** – lze definovat odlišné délky konců, například poloviční vzdálenost délky a má své opodstatnění v případě větvení čarovaných linií (obr. 4.52);
- **Nejméně mezera/symbol** – definuje, kolik mezer má být standardně použito při vykreslení minimální délky linie (0 – žádná mezera,



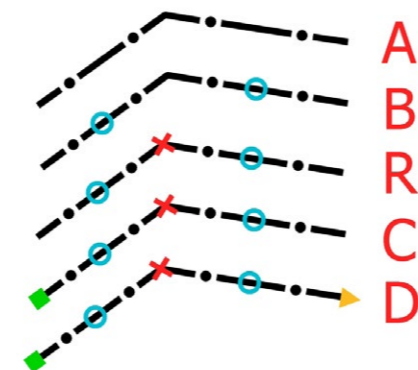
Obr. 4.52 – Příklad větvení linie.

- 1 – jedna mezera, 2 – dvě mezery);
- **Hlavní mezera C** – definuje velikost základní mezery mezi čárkami
- **Mezera D** – definuje extra mezeru v čáře a, používá se například pokud je uprostřed čárky umístěna figurální značka;
- **Mezera E** – obdobně jako u mezery D, používá se pro vytvoření extra mezery v koncových čárkách b.

Karta Symboly (obr. 4.53) slouží pro definici **figurálních (bodových) značek**, které mají být součástí linie. Definování takovýchto objektů probíhá ve shodném rozhraní jako u figurálních značek (obr. 4.49). Pokud je vyžadováno, aby bodové značky nebyly umístěny přes linii, je nutné definovat odpovídající mezeru na kartě **Vzdálenosti**. V případě požadavků na posun symbolu (umístění mimo osu linie), je nutné posunout symbol přímo v jeho definici oproti vztažnému bodu. Možnosti nastavení jsou následující (obr. 4.54 zachycuje příklady výsledného vzhledu linie):



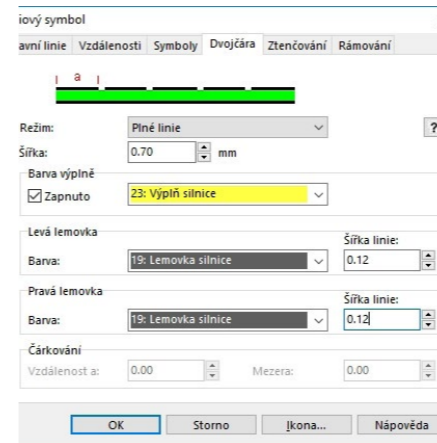
Obr. 4.53 – Karta Symboly.



Obr. 4.54 – Možnosti nastavení posunu umístění bodové značky na linii.

- **Hlavní symbol A** (v obrázku černá tečka) – jedná se o značku umístěnou do mezery mezi čárkami (hlavní mezera C na kartě **Vzdálenosti**). Volba **Počet symbolů** umožňuje specifikovat, kolikrát se má definovaná značka v mezeře duplikovat, v případě dvou a více značek je nutné definovat vzdálenost mezi značkami;
- **Doplňkový symbol B** (modré kolečko) – značka se umísťuje do středu základní čárky (hlavní délka a na kartě **Vzdálenosti**);
- **Rohový symbol** (červený křížek) – značka je vykreslena v případě použití rohových bodů na linii;
- **Počáteční symbol C** (zelený čtvereček) – jedná se o značku, která se generuje vždy na počátku linie;
- **Koncový symbol D** (žlutá šipka) – jedná se o značku, která se generuje vždy na konci linie.

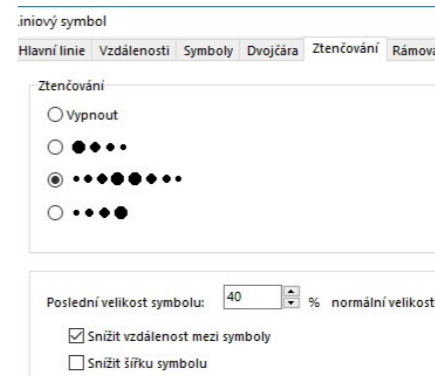
Karta Dvojčára (obr. 4.55) slouží pro definici linií složených ze dvou čar. Typické využití má u značek silnic. Lze ale nadefinovat i trojčára (např.



Obr. 4.55 – Karta Dvojčára.

kdy je navíc nadefinována základní šířka na kartě **Hlavní linie**. Možnosti nastavení tohoto menu jsou následující:

- **Režim** – umožňuje nastavit způsob vykreslení linie, je nutné některý z režimů zvolit pro aktivování vykreslení značky:
 - **Plně linie** – jsou vykresleny obě lemovky;
 - **Levá linie čárkovaná** – levá lemovačka je vykreslena čárkovaně;
 - **Obě linie čarované** – obě lemovky jsou vykresleny čárkovaně;
 - **Vše čárkované** – celá linie (včetně výplně) je vykreslena čárkovaně, je nutné ve spodní části menu **Čárkování** nastavit délku čárky a mezeru.
- **Šířka** – definuje vzdálenost mezi čárami;
- **Barva výplně** – po aktivaci pole lze vybrat výplň z barev definovaných v tabulce barev;
- **Pravá/levá lemovačka** – v poli se definuje barva a šířka pro jednotlivé lemovky.



Obr. 4.56 – Karta Ztenčování.

Karta Ztenčování (obr. 4.56) slouží pro nastavení **ztenčení linie**. Takovéto nastavení vizuálně vynikne především u kratších linií. Ztenčování lze přepínat mezi možnostmi:

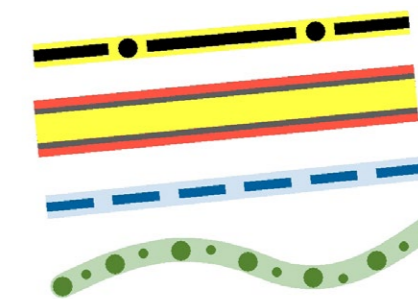
- k poslednímu symbolu na linii;
- k oběma koncům linie;
- k prvnímu symbolu na linii.

Zároveň je nutné definovat **velikost posledního symbolu** (% normální velikosti). Je také možné nastavit chování při zmenšování z hlediska šířky mezery a samotnou šířkou symbolu. **Obr. 4.57** ukazuje rozdílný vzhled jednoho symbolu s různým nastavením ztenčování.

Karta Rámování umožňuje nastavit **podbarvení linie**. Zde je nut-



Obr. 4.57 – Možnost ztenčení linie.



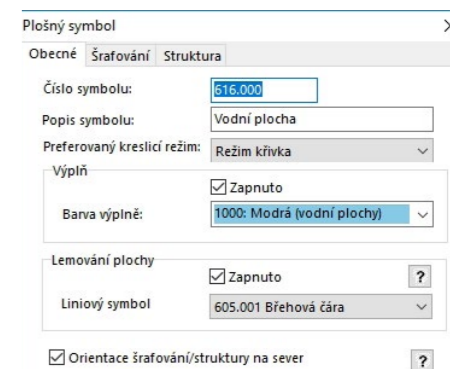
Obr. 4.58 – Možnost rámování linie.

né pamatovat na to, že zvolená barva by měla být v tabulce barev níže, než barvy, které jsou použity pro konstrukci symbolu. **Obr. 4.58** ukazuje příklady řešení.

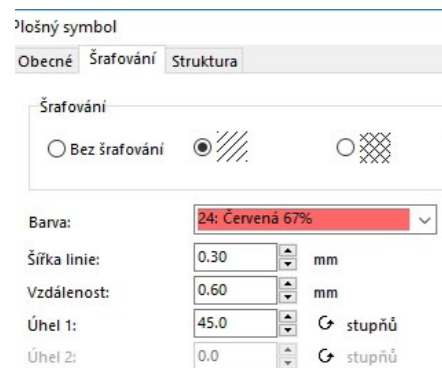
Areálové značky

U areálových značek (v OCAD nazvaných **plošné symboly**) lze definovat jednoduché plochy, šrafy a různé struktury.

Na kartě **Obecné (obr. 4.59)** definujeme **jednoduché plochy** na základě výběru **barvy**. Lze ale také vytvářet **kombinované značky** jako na uvedeném obrázku, kdy vodní plocha je doplněna o lemování – je vybrán



Obr. 4.59 – Karta Obecné.



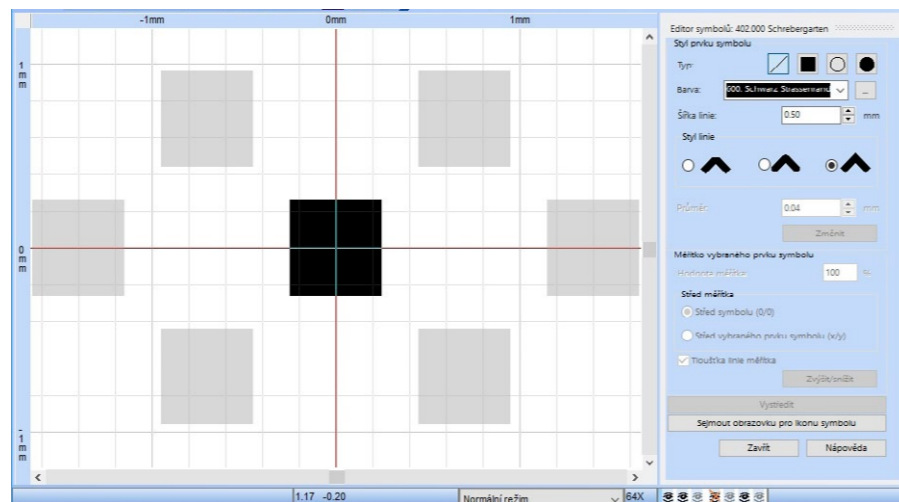
Obr. 4.60 – Karta Šrafování.

liniový symbol s odpovídající definicí pro břehovou čáru.

Karta **Šrafování** umožňuje definovat **jednoduché i složené šrafy** (obr. 4.60). Pokud nemá být šrafa podbarvena, je nutné na kartě **obecné** deaktivovat použití barvy. Pokud je u šraf požadována částečná průhlednost, lze ji nastavit u použité barvy v tabulce barev.



Obr. 4.61 – Karta Struktura.

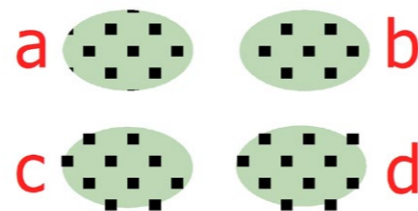


Obr. 4.62 – Nastavení velikosti značky u typu výplně Struktura.

Karta **Struktura** nabízí široké možnosti definování struktur. Struktura zajišťuje **opakování navrženého figurálního symbolu (značky)** v definovaných odstupech. Lze vybírat ze dvou základních typů: **pravoúhlé a posunuté struktury** (obr. 4.61), kdy posunutá struktura je posuta o polovinu vzdálenostního intervalu.

• **Šířka a výška** vymezuje vzdálenost mezi středy definovaného prvku. Je tedy vhodné se při návrhu zamyslet nad samotnou velikostí značky a tomu přizpůsobit vzdálenost tak, aby se prvky nepřekrývaly a byly mezi nimi dostatečné velké mezery zajišťující dobrou čitelnost. Příliš husté struktury k dobré čitelnosti mapy rozhodně nepřispívají. OCAD tomu napomáhá v editoru symbolů, kdy na základě definované šířky a výšky vykresluje šedou barvou pozici okolních prvků ve struktuře (obr. 4.62);

- Při základním nastavení je použitý prvek na hranici plochy ořezáván. Toto nastavení se dá ovlivňovat volbou *Neřezat prvek struktury na hranici*, výsledný je pak následující efekt (příklad na obr. 4.63):
- **a** – základní nastavení s neaktivní volbou, prvek je na hranici ořezáván;
- **b** – prvek je vykreslen, pokud je celý uvnitř plochy;
- **c** – prvek je vykreslen, pokud jeho střed se nachází uvnitř plochy;
- **d** – prvek je vykreslen, pokud



Obr. 4.63 – Možnosti ořezání bodových značek na hranici areálu..

jakákoliv jeho část se nachází uvnitř plochy.

- Je možné definovat také **Nepravidelný vzor** zadáním procentních hodnot horizontální a vertikální variace a minimální vzdálenosti mezi prvky ve struktuře.

Literatura a použité zdroje

ANSON, R. W. & ORMELING, F. J. (eds.) (2002). *Basic Cartography*, vol. 2, ed. 2. Oxford: Butterworth-Heinemann.

ČAPEK, R., MIKŠOVSKÝ, M. & MUCHA, L. (1992). *Geografická kartografie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

SPIESS, E., BAUMGARTNER, U., ARN, S. & VEZ, C. (2005). *Topographic Maps: Map Graphics and Generalisation*. Wabern: Swiss Society of Cartography.

V

Výškopis



Zobrazení výskopisu je důležitou součástí jak map **topografických a obecně geografických** (u nichž je jedním ze základních prvků obsahu), tak často i u **map tematických**, kde bývá používán jako součást všeobecně geografického podkladu. Pro **vizualizaci výskopisu** existuje velké množství metod, často používaných v kombinaci – jejich velmi detailní rozbor obsahuje práce IMHOFA (1983).

5.1 Nadmořská výška a výškové souřadnicové systémy

5.1.1 Nadmořská výška

Pro určování **prostorové polohy bodů** na zemském povrchu a v jeho okolí se používá **trojice souřadnic** (X, Y, Z a ϕ a λ, H) byly popsány v první kapitole. Nyní bude detailnější pozornost věnována **nadmořské výšce H** . Výška je obecně **svislá vzdálenost**, tedy délka ve svislém směru. Svislý směr je kdekoli možné snadno realizovat olovnicí.

Určování **výšek předmětů**, např. výšky stromu nebo věže, je v principu velmi jednoduché. Často sice není možné použít přímé měření, protože koncový bod není přístupný (vrchol stromu nebo věže), ale to je snadno řešitelné pomocí jednoduchých geometrických úloh. Tímto způsobem se měří tzv. **relativní výšky**. Pojem **relativní** znamená, že jednotlivé výšky jsou **vztahy k různým počátečním bodům** (rozhodně se tento pojem netýká přes-

nosti). Například srovnáváme výšky rozhleden, potom provedeme měření jednotlivých staveb od paty („od země“) k vrcholu a hodnoty můžeme srovnávat. Změřené výšky ale nepřinášejí informaci o tom, jak daleko z rozhledny uvidíme. Je pochopitelné, že rozhledna (i malá) na vysoké hoře má lepší výhled, než rozhledna (byť vysoká v nížině) – ostatní vlivy zanedbáváme.

V tomto případě je nutné porovnávat mezi sebou výšku vyhlídkových plošin rozhleden vzhledem k nějakému **společnému bodu**. Volbou společného „počátku“ měření získáme tzv. absolutní výšky. Z praktických důvodů byla za počátek pro měření výšek zvolena **mořská hladina**. Mořská hladina je dynamický systém podléhající mnoha vlivům, které působí na „polohu“ hladiny, a projevují se jako vlny či příliv a odliv. Dlouhodobým měřením úrovně hladiny je možné zjistit tzv. **střední hladinu moře** (tedy bez uvedených vlivů) a tu považovat za výchozí. Prokazatelný vzestup mořské hladiny v současnosti vlivem tání ledovců ponechme nyní stranou, uvažujeme střední hladinu ke stanovenému datu.

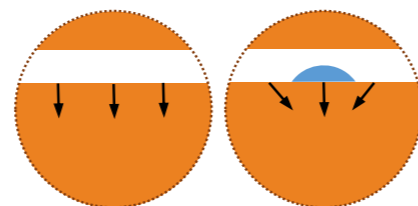
Je tedy určen **způsob měření** – svislé vzdálenosti – a **počátek měření** – mořská hladina. Po stanovení střední hladiny se zdá, že nyní je již určování nadmořských výšek snadná geometrická úloha. Opak je bohužel pravdou. Určování nadmořských výšek je **neobyčejně komplikované**, zabývá se jím samostatná

část geodézie, která v sobě slučuje teoretickou fyziku, vyšší matematiku, vlastní geometrické měření výšek a také praktické měření tíhového pole Země. Zdánlivá složitost určování polohy a úloh matematické kartografie je proti výškám snadnou záležitostí. Vzhledem k tomu, že pro tvorbu map je nutné pracovat s **výškami a výškovými systémy** pouze uživatelsky, spokojíme se dále se stručným představením problematiky, které umožní vytvořit si o problému základní představu.

5.1.2 Důležitost výškového systému

Polohové souřadnice jsou zcela konvenční, jejich změna se nijak neprojeví v praktickém životě. Určování výšek je však úzce **svázáno s pojmy nahoru a dolů, vyšší a nižší**, které jsou založeny na fyzikálním fungování světa, a není možné je konvenčně měnit. Dolů je dáno směrem tíže, věci padají dolů, voda teče z vyšší polohy do nižší...

Příklad praktického důsledku nevhodného modelu výšek je na **obr. 5.1**. Představme si, že zastánci plochého tvaru Země pomocí laserového vytyčení vykopou přes-



Obr. 5.1 – Důsledky nevhodného výškového systému na modelu tunelu.

ně rovný tunel. Neuvažují sférický tvar Země, a proto je směr dolů definován kolmo k podlaze tunelu (na obrázku vlevo). Ve skutečnosti se **směry tíže sbíhají do středu Země**, hladina vody je vždy kolmá na směr tíže, a proto veškerá voda, která se do tunelu dostane, nateče do prostřed a vytvoří „kopeček“, který zabrání provozu (na obrázku vpravo). Příklad je modelový, ale vychází z reálné situace, při ražení dlouhých tunelů je nutné s tímto jevem počítat. Je tedy **nezbytné zcela správně definovat co je výše a co níže**, aby ve výsledku netekla voda do kopce.

5.1.3 Problém průběhu geoidu

V první kapitole bylo uvedeno, že **geoid je možné ztotožnit s mořskou hladinou** a měření od mořské hladiny je tedy měření od geoidu. Často se uvádí, že geoid je možné si představit jako **prodloužení mořské hladiny pod pevninu**. Tento popis je správný a uvedená představa asi nečiní nikomu potíže. Při měření výšek je však nutné tuto snadnou představu realizovat v praxi – je nutné **určit průběh geoidu pod pevninou**.

Pro určení správné výšky daného bodu nad geoidem bychom potřebovali opravit geometrické měření výšek prováděné na zemském povrchu. Pro určení opravy je nutné **znát hodnotu tíže na geoidu** – tu ovšem neznáme a nejsme schopni ji zjistit. Proto se pro určení opravy používají různé náhradní modely, které odhadnou opravu s vhodnou přesnos-

tí. Modely jsou různé a různé jsou i výsledky, takže při změně početního modelu musí dojít ke změně všech výšek a rozdíl není vzhledem ke složitosti modelů konstantní. Jestliže tedy dva sousední státy používají různé modely pro opravy výšek, potom body na hranicích budou mít dvě různé výšky, podle toho, z které strany hranice byly určeny.

Při uvážení komplikací při určování výšek by se mohlo zdát **vhodnější nahradit hladinu elipsoidem místo geoidu**. Potom by výpočty byly skutečně jednoduché, určit výšku nad elipsoidem je snadné. Ale dostáváme se do situace znázorněné na **obr. 5.1**. Místo roviny bychom sice uvažovali elipsoid, ale již víme, že **geoid se od elipsoidu odchyluje v desítkách metrů (viz kap. 1.4.1)**, a proto by nám opět „tekla voda do kopce“ – povrch elipsoidu nedefinuje dostatečně přesně směry nahoru a dolů v souladu s naším fyzikálním světem.

5.1.4 Problém jedné mořské hladiny

Protože jsou moře světového oceánu navzájem propojena, zdálo by se logické, že **vytvářejí jednu hladinovou plochu** – jsou reprezentovány jedním geoidem. Tak by tomu bylo, kdyby na hladinu nepůsobily jiné vlivy než zemská tíže. Ve skutečnosti je **úroveň hladiny formována i jinými vlivy**, což je možné objasnit na příkladu Středozemního moře. To je sice spojeno s Atlantským oceánem, ale odpařování z hladiny je rychlejší než přítok z řek i než

stačí přitékat přes relativně úzký Gibraltarský průliv. Proto je **úroveň hladiny Středozemního moře nižší**, než je hladina Atlantiku. V důsledku tohoto a dalších jevů si **jednotlivé nulové body neodpovídají**.

5.1.5 Výškové systémy

Podobně, jako mají jednotlivé státy svoje **vlastní systémy určování polohy** (a ty se ještě mění s časem), **platí totéž i o určování výšek**. Každý stát má stanoven **svůj počátek měření** – bod, kde byla určena střední mořská hladina – a **svůj způsob výpočtu průběhu geoidu**, tedy způsob výpočtu výšek.

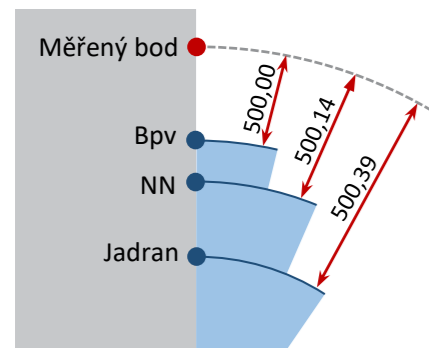
V Česku je v současnosti (od roku 1957) používán **systém Baltský – po vyrovnání** označovaný **Bpv**. Přídomek **Baltský** naznačuje, že nulový bod leží na pobřeží Baltského moře. Je jím **mareograf v Kronštadtu**. (*Kronštadt je ruské město, dříve vojenská pevnost, na ostrově Kolin ve Finském zálivu.*) Rozhodně není bez zajímavosti, že Česká republika má počátek polohového systému i počátek výškového systému ve Finském zálivu. Druhá část názvu „*po vyrovnání*“ udává **způsob výpočtu výšek** a odlišuje od dočasně užívaných systémů **Balt -68** a **Balt -46**.

Historicky nejdéle používaným výškovým systémem na našem území byl **systém Jadranský s nulovým bodem v Terstu**. Systém se používal v letech **1872 až 1942** a v upravené podobě i po druhé světové válce.

V letech 1942 až 1945 se používal německý výškový systém Normal-Null (NN) vztažený k vodočtu v Amsterdamu, tedy k Severnímu moři.

Z evropských výškových systémů je jako příklady možné uvést: nulový bod v Amsterdamu (Německo, Nizozemí, Švédsko, Norsko, Finsko), nulový bod Terst (Rakousko, Slovinsko, Srbsko, Chorvatsko), nulový bod Marseille (Francie, Švýcarsko) a další. Jednotlivé státy navíc používají různé způsoby výpočtů výšek a proto se i při stejném nulovém bodě výšky mezi státy liší (např. Německo vs. Nizozemí, Francie vs. Švýcarsko).

Rozdíly nadmořských výšek určených v systémech používaných na našem území ukazuje obr. 5.2. Na obrázku jsou schematicky znázorněny jednotlivé nulové body a výšky jednoho bodu určeného v různých systémech. Rozdíly ve výškách uvedené na obrázku jsou pouze orientační, protože se obecně nejedná o konstantní hodnoty. V důsledku různých způsobů výpo-



Obr. 5.2 – Rozdíly vybraných výškových systémů.

čtů výšek se v rámci území ČR mění rozdíly v jednotkách centimetrů. Uvedené hodnoty však jasně ukazují, že rozdíly je nutné při zpracování dat uvažovat, protože hodnota okolo 40 cm přesahuje přesnost měření výšek současnými metodami (přesnost DMR 5G je 18 až 30 cm) a zanedbáním rozdílu ve výškových systémech by bylo měření znehodnoceno.

5.1.6 Jednotky pro určování výšek

Jak bylo uvedeno výše, jsou výšky svislými vzdálenostmi, proto se měří v jednotkách délek. V kartografii je zajímavé, že výsledná mapa nezávisí na jednotkách délek používaných při měření, rozhodující je měřítko, které je poměrem bez jednotek (neobvyklé měřítko ovšem odkazuje na použití nemetrických jednotek).

Pro měření výšek však tato libovůle neplatí, protože na mapách se hodnoty výšky vyskytují v podobě kót uvedených u výškových bodů nebo vrstevnic, a ty se v mapovém poli píšou zásadně bez jednotek. Hodnota výšky vrcholu je tedy pro čtenáře nejasná, pokud nezná jednotky, ve kterých je uvedena. Jednotky by spolu s měřítkem a dalšími parametry mapy měly být na mapě uvedeny, ale často jsou považovány za tak samozřejmé, že je autor neuvádí (u vrstevnic může být uveden interval vrstevnic, který jednotky prozrazuje).

Použité jednotky jsou pochopitelně poplatné době a místu vzniku mapy. Na současných českých (ev-

ropských) mapách jsou výšky uváděny obvykle v metrech, v USA jsou na civilních topografických mapách U.S. Geological Survey (vydavatel mapového díla USA) výšky uváděny ve stopách. V USA ale existují i instituce, které používají metrickou míru, je tedy možné se setkat i s americkými mapami s výškami uváděnými v metrech. Na historických mapách se užívají historické jednotky, kterých bylo velké množství. Při zpracování map na našem území se lze setkat s výškami ve vídeňských sázích, které jsou užity na mapách II. vojenského mapování. Přepočtení uvedených jednotek je následující:

- 1 ft = 1 stopa (U.S. customary foot) = 30,48 cm,
- 1° = 1 vídeňský sáh (Wiener Klafter) = 189,6484 cm.

5.2 Zdroje a metody získání výškopisných dat

Základem pro jakoukoli vizualizaci výškopisných dat jsou výškopisná data samotná, která mohou vnikat různými způsoby, a být různým způsobem reprezentována.

Nejpřesnějším způsobem získání výškopisných dat jsou metody geodetické, ať již se jedná o nivelaci nebo tachymetrii. Nivelace je nejpřesnější z metod určování výšek (řádově se jedná o milimetry), ale měření je pomalé a výsledkem je pouze výška, resp. převýšení, bez polohy. Proto se používá pro přesné určení výšek jednotlivých bodů s již známou polohou. Pro plošné mapování se pou-

žívá tachymetrie. Jejím výsledkem je množina bodů s polohopisnými i výškovými souřadnicemi s přesností měření řádově v centimetrech. Z hlediska věrnosti reprezentace reliéfu je důležitá jak hustota (počet) takto změřených bodů, tak jejich rozmístění. Měřené body by měly zachycovat tzv. terénní kostru – významné body na hřbetnicích a údolnicích či v místech změn charakteru reliéfu (např. křivosti svahu apod.). Tyto body tedy bývají v terénu rozmístěny nepravidelně.

Další metodou často používanou při geografickém mapování je barometrické určování výšek. Principem je měření tlaku vzduchu, který je přepočítáván na nadmořskou výšku. Při dodržení správného postupu měření (kontrola změny tlaku) je přesnost metody v decimetrech až jednotkách metrů. Výhodou je jednodušost metody a dostupnost přístroje – barometrický výškoměr je součástí mnoha mobilních zařízení. Měřením se určují pouze výšky, proto je nejvhodnější spojení barometrického výškoměru s přijímačem GNSS. Samotný princip GNSS umožňuje určovat výšky, ale chyba může být i několik desítek metrů, proto jsou přijímače vybaveny řádově přesnějším barometrickým výškoměrem.

Pro získání pravidelné sítě bodů pokrývající zájmové území rovnoměrně, což je obvykle důležitým předpokladem pro vizualizaci reliéfu, je třeba chybějící hodnoty dopočítat – interpolovat. Metod interpolace existuje velké množství,

výsledky se liší (často velmi výrazně) jak v závislosti na zvolené metodě, tak na jejím nastavení (viz kap. 6.1.4). Interpolace může probíhat i ručně – např. zákresem vrstevnic do sítě změřených bodů.

Fotogrammetrické získávání výškopisných dat je založeno na stereoskopickém principu – zobrazením překrývajících se snímků pořízených z různých míst, čímž vzniká realistický obraz terénu. Na něm je pak možno přímo vykreslit vrstevnice. Přesnost této metody je menší (řádově metry až nižší desítky metrů), výrazně navíc záleží na pokrytí vegetací – v oblastech pokrytých stromy je mnohem menší, než u bezlesí. Výhodou je ale rychlé a relativně snadné pokrytí velkých, i těžko dostupných území. Výškopis získaný leteckou fotogrammetrií (doplněný či zpřesněný geodetickými údaji) byl nejčastějším základem topografických map ve 20. století.

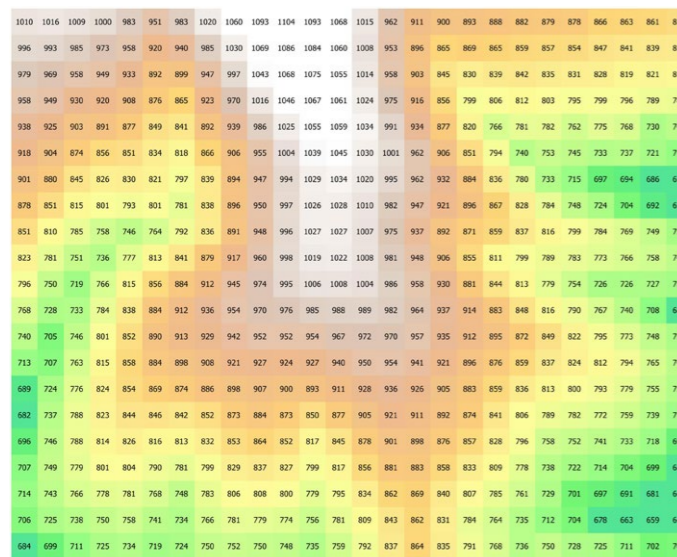
Nejmodernější technikou je získávání výškopisných údajů aktivními metodami dálkového průzkumu Země, tedy na základě vysílání paprsků a zpracování jejich odrazu od terénu. Využity mohou být různé principy (radar, laser), výsledkem je mračno (relativně pravidelně rozmístěných) bodů se známými prostorovými souřadnicemi. V závislosti na technologii a způsobu měření může být hustota těchto bodů od jednoho bodu na centimetry až po jeden bod na desítky metrů (což má přímý vliv na rozlišení, respektive přesnost vý-

sledného modelu reliéfu). Výhodou aktivních metod je jejich schopnost proniknout i pod vegetační kryt (na rozdíl od letecké fotogrammetrie). V současné době je velmi používané letecké laserové skenování (airborne laserscanning), umožňující poměrně přesně (výšková přesnost řádově jednotky centimetrů, hustota bodů vyšší než 1 bod/m²) a rychle naskenovat velké území. (Touto metodou vznikly mj. aktuálně používané digitální modely reliéfu/povrchu ČR poskytované ČÚZK, viz kap. 2.4.) Jelikož výsledkem je velmi hustá síť bodů, mezi přímo naměřenými hodnotami již není třeba interpolace.

Data pro reprezentaci a vizualizaci výškopisu

Výškopisná data mohou být uložena v různých formátech, z nichž mnohé jsou mezi sebou navzájem převoditelné. Nejtypičtěji je výškopis reprezentován digitálním modelem terénu (DMT), a to buď v rastrové, nebo vektorové formě.

Rastrové modely (gridy) (obr. 5.3) jsou asi nejčastěji používané, klíčovým parametrem je jejich rozlišení – velikost buňky. Potřebnou velikost lze zjistit přepočtem dle měřítko mapy. Nutné rozlišení DMT vychází z doporučené hustoty bodů (DPI, viz kap. 2.1.1) při daném způsobu prezentace mapy (90–130 u digitální mapy, 300 u tištěné) a měřítko. Zbytečně velké rozlišení DMR v mapě zvětšuje velikost souboru a zpomaluje zobrazování,



Obr. 5.3 – Rastrový digitální model reliéfu.

proto je vhodné u výstupů toto zohledňovat. **Příklad pro tisk:**

- 300 DPI = 300 bodů na palec
- velikost bodu na vytištěné mapě:
 $2,54 \text{ cm}/300 = 0,847 \text{ mm}$
- 1 : 10 000 > 0,847 mm
- 1 : 50 000 > 4,23 mm
- 1 : 1 000 000 > 85 mm

Změna velikosti buňky se provádí funkcí *Resample*, případně zadáním nové velikosti buňky při jiných operacích (např. převodu kartografického zobrazení). Vzhledem k typu dat je třeba myslet na **způsob přiřazení nové hodnoty** (průměr, modus, medián apod.).

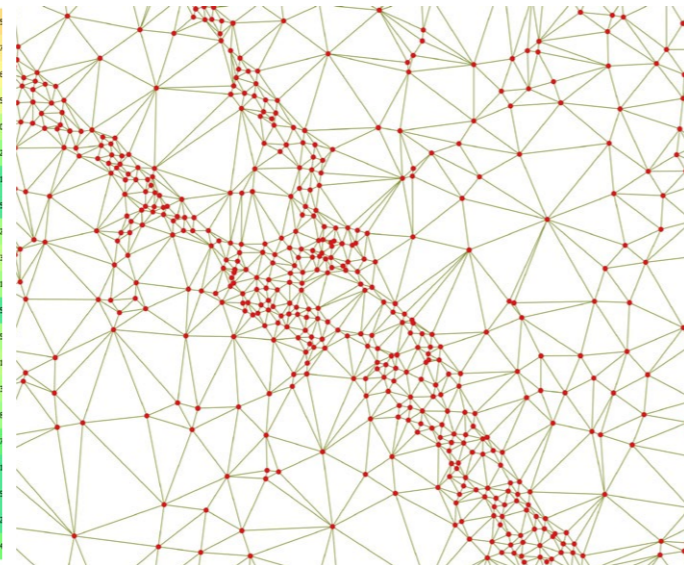
Specifickým formátem – principiálně podobným rastrové reprezentaci – jsou **textové (např. ASCII nebo XYZ) soubory**, obsahující v hlavičce informaci o počtu buněk,

souřadnici rohu, velikosti buňky a hodnotě *NoData*, za nimiž následují údaje o výšce pro jednotlivé buňky.

Vektorové modely nejčastěji využívají strukturu **TIN (Triangular irregular networks)**, tedy nepravidelné sítě tvořené trojúhelníky (resp. jejich vrcholovými body) (obr. 5.4). Obecně reprezentují povrch lépe než rastrové modely a vynikají i menší datovou náročností, nevýhodou je náročnost dalších analýz, proto se obecně častěji používají modely rastrové.

Výšková data ale mohou být **reprezentována i jinými způsoby:**

- **vektorová bodová vrstva** (body se známými souřadnicemi a výškami);
- **vektorová liniová vrstva** (vrstevnice);
- **vektorová polygonová vrstva** (polygony zabírající území v určitém rozmezí nadmořských výšek);

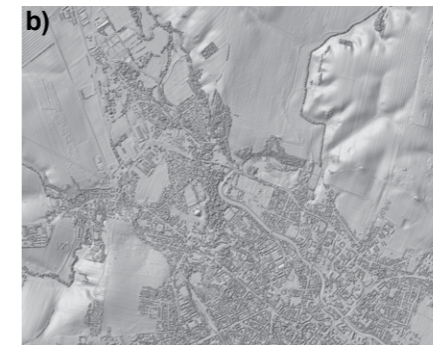
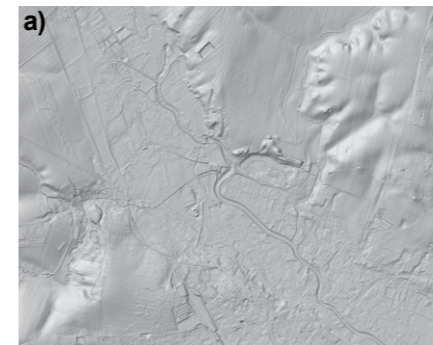


Obr. 5.4 – Vektorový digitální model reliéfu (TIN).

• **generalizovaná rastrová data** – výškové pásy (hodnoty rastru odpovídají výškovým stupňům). Tyto formáty lze mezi sebou **různým způsobem převádět**. U digitálních reprezentací výškopisu je také důležité rozlišovat mezi **digitálním modelem reliéfu**, (který reprezentuje reliéf zemského povrchu), a **digitálním modelem povrchu**, (který reprezentuje povrch reliéfu i objektů na něm – např. staveb, vegetace apod.) (obr. 5.5).

Práce s výškopisnými daty v ArcGIS

Převod (nepravidelně rozmístěné) bodové vrstvy na rastrový DMR – interpolace. Interpolačních metod nabízí ArcGIS (*3D Analyst > Raster Interpolation*) několik, pro tvorbu DMR



Obr. 5.5 – Digitální model reliéfu (a) a povrchu (b).

se nejčastěji používá *Kriging*.

Interpolační nástroj Topo to Raster je určen pro tvorbu DMR na základě bodové výškové vrstvy, ale rozsáhlejšího souboru dat popisujícího reliéf komplexněji. Do tvorby mohou vstupovat data zahrnující: výšku (body, vrstevnice), vodní toky, bezodtoké oblasti, vodní plochy, terénní hrany a pobřeží.

K **vytvoření TIN** z bodové vrstvy slouží nástroj *Create TIN*, další možnosti práce s ním nabízí sada *3D Analyst > Triangulated Surface*.

Textová ASCII data (pravidelnou sítí bodů) do **rastrového DMR** převádí funkce *ASCII to Raster* (*Conversion tools > To Raster*), nebo naopak *Raster to ASCII* (*Conversion tools > From Raster*).

Vektorové vrstevnice z rastrového DMR vytvoří nástroj *Contour* (*3D Analyst tools > Raster surface*) (v zadaném intervalu) nebo *Contour list* (vrstevnice pouze v zadaných hodnotách). Takto vytvořené vrstevnice je obvykle nutné následně upravit (vyhlazení), případně upravit přímo rastrový DMR před generováním vrstevnic (filtrace a vyhlazení).

Rastrový DMR můžeme **reklasifikovat** (*3D Analyst tools > Raster Reclass > Reclassify*) na nové (kódové) hodnoty, odpovídající definovaným výškovým stupňům. Takto reklasifikovaná data jsou vhodnější pro následné generalizační funkce.

Rastrová reklasifikovaná data můžeme **převést na polygonovou vektorovou vrstvu** (snížení datové náročnosti mapy) pomocí funkce *Raster to Polygon* (*Conversion tools > From Raster*).

Práce s výškopisnými daty v QGIS

Nejdříve je nutné **zdrojová XYZ data**, která jsou ve formě textu, importovat v *Data Source Manager* pomocí volby *Add Delimited text layer*. V něm jsou přiřazeny souřadnice X a Y načteným polím dat a na jejich základě je po importu vykreslena bodová vrstva. Vzniklou bodovou vrstvou je možné následně přeložit do některého z běžně dostupných vektorových formátů, nebo zpracovávat přímo dále.

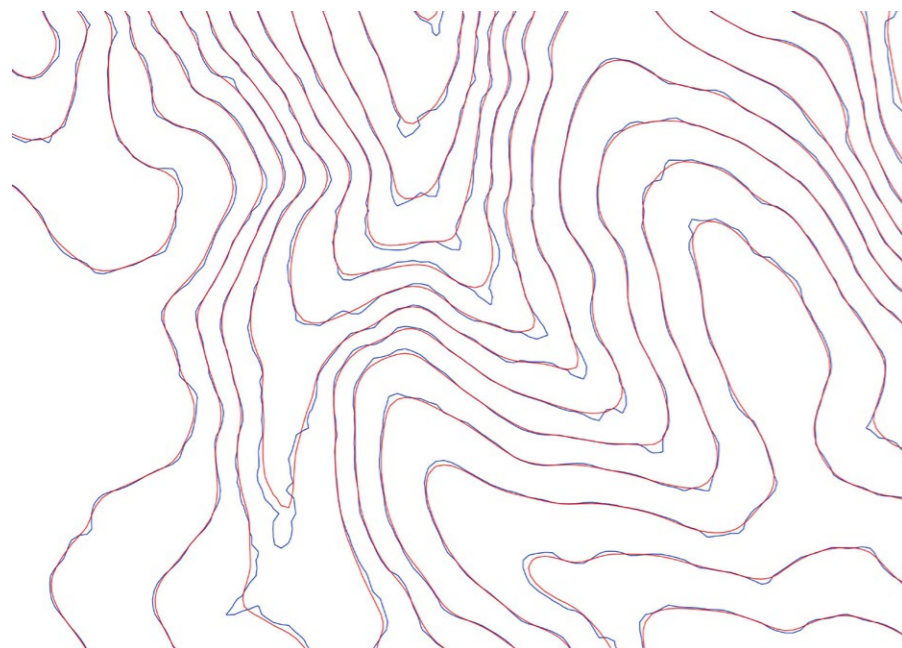
QGIS má ve svém processingu dostupnou **řadu nástrojů pro interpolaci**, které jsou dostupné v

rámci toolboxů od jednotlivých poskytovatelů (QGIS, GDAL, GRASS, SAGA). Základními nástroji jsou *IDW Interpolation* a *TIN Interpolation* (*QGIS > Interpolation*). Pro nepravidelně rozmístěné body, se běžně používá TIN interpolace, výstupem je rastrová vrstva (DMR), na základě které se provádí další zpracování a analýzy.

Pravidelně rozmístěné body (grid) nejdříve načteme pomocí volby *Add Delimited text layer*. Pokud známe přesnou rozteč mřížky (např. u produktu DMR 4G je rozteč 5 m) a takovéto rozlišení je pro nás dostačující, zvolíme nástroj *GDAL > Vector conversion > Rasterize (vector to raster)*. Velikost pixelu je však nutné nastavit přesně dle parametrů vstupních dat. Pokud vyžadujeme vyšší rozlišení, zvolíme *QGIS > Interpolation > IDW Interpolation*.

ASCII grid soubory (*.asc) se přidávají přes volbu *Add Raster layer*, jsou ihned vykresleny a použitelné pro další analýzy.

Vrstevnice vytvoříme pomocí *GDAL > Raster extraction > Contour*. Je nutné zadat **interval vrstevnic**, hodnota nadmořské výšky je pak uložena v poli ELEV. Pokud požadujeme **shlazené vrstevnice**, nejlepším způsobem je **shladit nejdříve samotný DMR**. Toho lze dosáhnout například nástrojem *SAGA > Raster filter > Gaussian filter*. Parametry shlazení se odvíjí od rozlišení vstupního DMR a požadovaného výsledného intervalu vrstevnic. Například pro DMR vzniklý z DMR 4G (rozlišení 5 metrů) se jako vhodné pro interpolaci, které jsou dostupné v



Obr. 5.6 – Srovnání vrstevnic z neshlazeného (modře) a shlazeného (červeně) DMR.

jíci parametry: *Standard deviation: 2; Search mode: Circle; Search radius: 3.* Porovnání vrstevnic z neshlazeného a shlazeného DMR ukazuje obr. 5.6.

V případě, že potřebujeme **shladit již existující vrstevnice**, použijeme nástroj *QGIS > Vector geometry > Smooth*. Je nutné nastavit především počet iterací (kolikrát se má algoritmus opakovat na jednom objektu) a *offset* (určuje, jak moc musí shlazené vrstevnice respektovat průběh původních; čím je vyšší hodnota *offsetu*, tím více se průběh shlazených vrstevnic může odlišovat od originálních). Ve výsledku se snažíme o co nejlepší čitelnost při zachování dostatečného detailu, kdy vrstevnice vhodně vyjadřují reliéf a zároveň jsou odstraně-

ny ostré lomy a „kudrnatost“ častá v plochých částech u podrobných dat leteckého laserového skenování.

Pokud chceme **rastrový DMR překlasifikovat na nové hodnoty**, je možné k tomu využít *Raster calculator* nebo několik dostupných nástrojů. V případě tvorby výškových stupňů lze využít nástroj *r.recode* (*GRASS > Raster > r.recode*) umožňující reklasifikaci desetinných a *floating-point* dat. Dostupný je také nástroj *r.reclass*, ale pozor, tento nástroj pracuje pouze s celými čísly, spíše než pro výškopisná data je vhodný pro již kategorizovaná data. U nástroje *r.recode* je nutné nadefinovat textový soubor, obsahující **rekódovací pravidla**. Pro DMR s výškou min = 378 m a max = 555 je struktura následující:

```
*:400:350
400:450:400
450:500:450
500:550:500
550:*:550
Syntax: stará_nížká_hodnota:stará_vysoká_hodnota:nová_hodnota.
* značí veškeré hodnoty pod/nad.
```

Trochu jednodušeji a s definicí výsledné barvy, pracuje nástroj **Relief** (*QGIS > Raster terrain analysis > Relief*). Rozpětí hodnot se zde zadává přímo v menu nástroje.

Výsledný rastr lze následně **vektorizovat** a získat tak jednotlivé výškové pásy ve vektoru. Toho dosáhneme nástrojem *GDAL > Raster conversion > Polygonize (raster to vector)*.

Práce s výškopisnými daty v OCAD

Ocad 12 umožňuje vcelku pohodlné a rychlé zpracování výškopisných dat. Je schopen zpracovat následující formáty: ESRI ASCII Grid (*.asc), ASCII XYZ file (*.xyz), ASCII Grid XYZ file (*.xyz), LAS file (*.las), komprimovaný LAS soubor (*.laz, *.rar or *.zlas), SRTM file (*.hgt). Kromě běžných výstupů, jako je **stínovaný reliéf nebo sklonitost svahů**, umožňuje tento program při použití komplexních dat leteckého laserového skenování zpracovat některé **specifické výstupy** (např. klasifikace výšky vegetace).

Po načtení vstupních dat je vytvořen DMR, který OCAD ukládá do souboru *.OcdDem. V průvodci pak stačí zaškrtnout, které výstupy z něj chceme generovat. U každého výstupu lze nastavit parametry, v pří-

padě vrstevnic pak vybrat odpovídající mapové značky, které mají být použity z dostupného značkového klíče. Rastrové výstupy se standardně ukládají do formátu *.tiff, jejich správa je však v OCAD omezena na nastavení pořadí, překrytí a průhlednost. Od verze OCAD 2018 byly rozšířeny možnosti **shlazení vrstevnic**, kdy vrstevnice lze generovat přímo shlazené využitím **algoritmu TPI (Topographic Position Index)**.

5.3 Metody znázornění výškopisu

5.3.1 Výškové body a kóty

Nejjednodušší způsob znázornění výškopisu je pomocí **výškových bodů (spot heights)** – jednoduchých bodových znaků s kótou – popisem odpovídajícím jejich výšce (obr. 5.7). Udávaná výška může být **absolutní** (nadmořská výška) nebo **relativní** (k okolnímu povrchu, například hloubka lomu). U **vodních ploch** se můžeme setkat v podstatě se **třemi**



Obr. 5.7 – Okótované výškové body.

typy kót: absolutní výškou hladiny, absolutní výškou dna, hloubkou. V takovém případě je důležité **jednoznačné odlišení** (např. barvou, typem písma) jednotlivých typů tak, aby bylo jasné, o jaký údaj se jedná. Znázorněné a popsané výškové body bývají obvykle získány přímým měřením (geodeticky).

Důležitý je **výběr zobrazených výškových bodů** – ty by měly **reprezentovat důležitá místa reliéfu** (terénní kostru). Jinými slovy, měl by být vybrán **co nejmenší počet** takových výškových bodů, z nichž si lze udělat **co nejlepší představu o výškách reliéfu**. Obecně lze doporučit **kótovat vrcholy, sedla, nejnižší body terénních depresí, terénní hrany, hranice plochých částí reliéfu, soutoky, hladiny vodních ploch, dále důležité antropogenní objekty** (sídlá, kostely, železniční stanice, horské chaty a hotely, křižovatky, mosty, horní a dolní stanice lanovek apod.). Umístění výškového bodu by mělo být podle mapy snadno **jednoznačně identifikovatelné v terénu** (proto je důležité jejich umístění např. u cesty apod.). Zvláště velká pozornost výběru umístění výškových bodů musí být věnována v mapách bez vrstevnic (nebo v oblastech mapy bez vrstevnic, např. v místě skalních šraf). **Hustota výškových bodů** u topografických map závisí na měřítku mapy a členitosti reliéfu (tab. 5.1).

Obvykle používanou **značkou pro výškový bod je tečka nebo křížek**; důležité **geodetické body** mo-

měřítko	a	b
1 : 10 000	10	20
1 : 25 000	20	40
1 : 50 000	30	50
1 : 100 000	30	50
1 : 200 000	20	40
1 : 500 000	20	40
1 : 1 000 000	25	50

Tab. 5.1 – Doporučená hustota kót na 100 cm² mapy v (a) rovinatém a (b) členitém horském terénu. [podle IMHOF 1982]

hou mít vlastní symbol, někdy je namísto ke značce výškového bodu kóta přiřazena k bodové značce prvku, k němuž se vztahuje (budova, most apod.). Obvykle se pro výškové body a jejich popis používá **černá, tmavě hnědá nebo červená barva**. Barva může také rozlišovat typ výškového bodu, resp. záviset na jeho poloze (např. hnědá kóta pro body na běžném povrchu, tmavě modrá pro kóty na vodní hladině, světle modrá pro kóty na ledovcích/trvale zasněžených oblastech). Mimo výškového údaje obvykle popisujeme vrcholové body i **názvem**

• 1603	1603 •
Sněžka • 1603	• 1603
• 1603 Sněžka	• Sněžka 1603

Obr. 5.8 – Vhodné a nevhodné způsoby popisu výškových bodů.

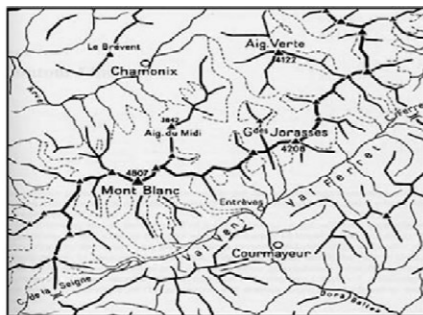
vrcholu. Pozice popisku s výškou záleží na podobě konkrétního místa, obecně lze doporučit (obr. 5.8):

- vzdálenost popisku by měla být maximálně v šířce dvou číslic;
- nejlepším místem pro umístění popisu výškového bodu je vpravo nahoře, případně nahoře/dole;
- popis by neměl být zakřiven;
- u nadmořských výšek obvykle nepoužíváme oddělení tisíců mezerou;
- při popisu výškou i názvem lze doporučit umístění názvu nad symbolem, kóty pod symbolem; pokud jsou název i kóta umístěny pod sebou, výška by měla být blíže výškového bodu než název;
- při použití tečky jako značky pro výškový bod je třeba dávat pozor na možnost záměny s diakritickou tečkou popisku.

Vzhledem k tomu, že ze samotných výškových bodů je poměrně komplikované až nemožné získání představy o tvarech reliéfu, bývají obvykle používány v kombinaci s dalšími metodami.

5.3.2 Orografické čáry

Orografické čáry (*Skeletal lines*) jsou půdorysné obrazy terénních linií a hran (terénní kostry) – údolnic, hřbetnic, hran (okrajů teras, amfiteátrů, závrťů, stolových hor) a dalších (obr. 5.9). Rozlišujeme pozitivní (znázorňující konvexní tvary reliéfu – hřbetnice) a negativní (znázorňující konkávní tvary reliéfu – údolnice) orografické čáry. Jed-



Obr. 5.9 – Orografickými čarami znázorněný reliéf okolo Mont Blanc.

[převzato z IMHOF 1982]

notlivé typy čar můžeme odlišovat barvou, tloušťkou či strukturou čáry. Orografické čáry jsou vhodné pro jednoduché schematické zobrazení reliéfu, umožňují totiž snadno vystihnout jeho charakteristiku; z toho důvodu se používají v měřicích náčrtech při geodetických měřeních a v geomorfologii. Ne všechny typy reliéfu je ale možné pomocí orografických čar snadno, jednoduše a názorně postihnout. Na běžných topografických mapách bývají orografické čáry použity ke znázornění terénních hran (diskontinuit). Velký význam mají také při tvorbě jiných metod znázornění výškopisu (stínování, vrstevnice, barevná hypsometrie), kde je terénní kostra důležitým podkladem (byť ve výsledku nejsou samotné čáry obsaženy).

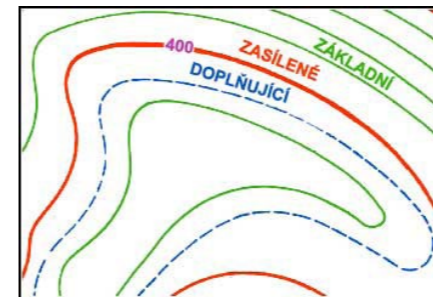
5.3.3 Vrstevnice

Vrstevnice (též izohypsy; *contours*, *contour lines*) jsou linie tvořené body se stejnou nadmořskou výškou. Pokud linie spojují místa se

stejnou hloubkou (např. pod hladinou jezera), nazývají se **izobáty** (hloubnice). Klíčovým parametrem vrstevnic je jejich interval – výškový rozdíl mezi dvěma následujícími vrstevnicemi. Tento interval může být stejný (jednoduché vrstevnice), nebo využívat různých typů vrstevnic, odlišených na mapě zpravidla šířkou čáry.

Stanovení základního intervalu je důležitým, ale často nelehkým úkolem. Obecně závisí interval na měřítku mapy, tloušťce liniové značky použité pro vrstevnice a typu (členitosti, zejména pak sklonitosti) reliéfu. Problémem bývá, že právě členitost reliéfu se obvykle v různých částech mapy výrazně liší. V ideálním případě je interval takový, aby vrstevnice co nejdětalněji a nejpřesněji vystihly tvar reliéfu (z tohoto pohledu tedy čím menší, tím lepší), na druhou stranu musí být takový, aby mapa nebyla vrstevnicemi příliš zahlcena a na místech s největším sklonem se vrstevnice neslévaly. Interval by měl být také tvořen snadno počitatelnými čísly.

Vzhledem k tomu, že na většině map není možné jednoduchými vrstevnicemi terén správně vystihnout, používají se systémy složitější, s vrstevnicemi základními (*main contour*), zdůrazněnými (*index contour*) a doplňkovými (*intermediate contour*) (obr. 5.10). Základní interval je odvozen dle měřítka a účelu mapy a charakteru reliéfu. Každá n-tá (nejčastěji čtvrtá, pátá nebo desátá) vrstevnice je zdůrazněná, tedy zná-

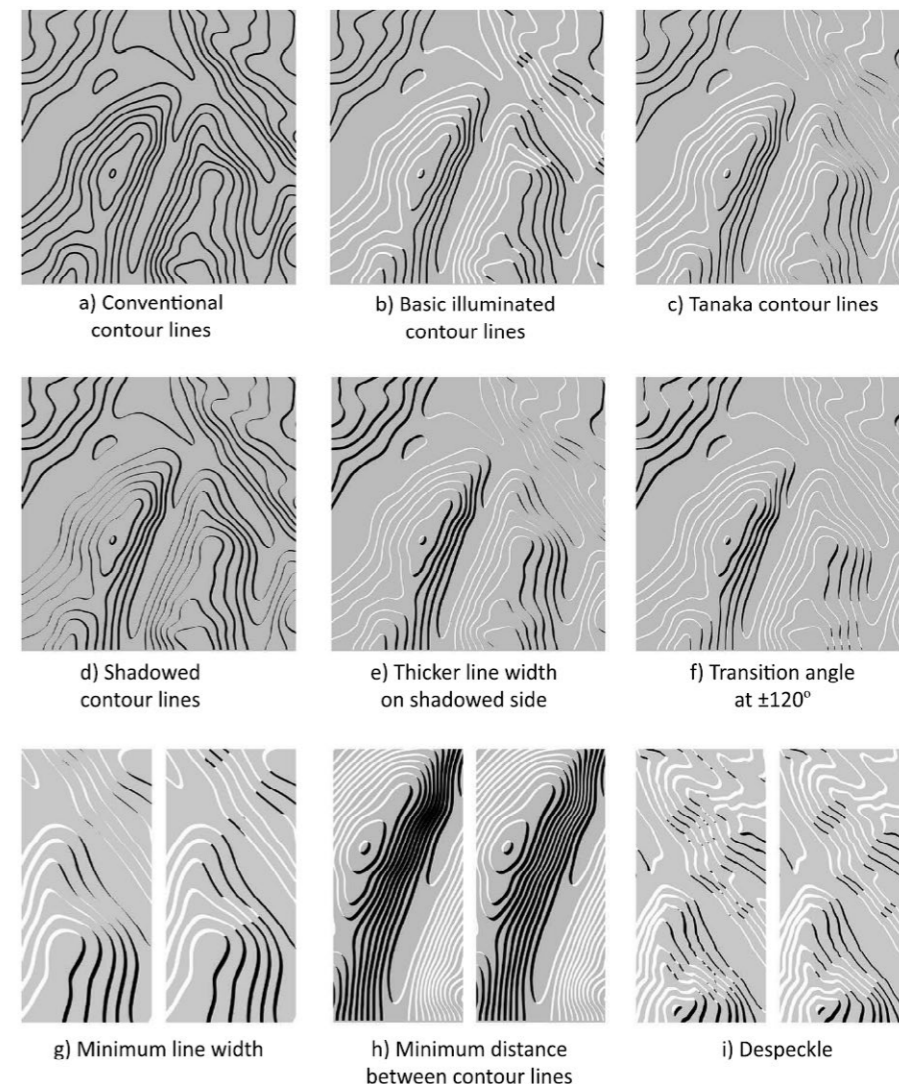


Obr. 5.10 – Základní typy vrstevnic.

zorněna zpravidla třikrát silnější čarou. V místech s vysokými sklonem, kde by docházelo ke slévání základních vrstevnic, mohou být tyto vynechány a na mapě jsou zobrazeny pouze zdůrazněné vrstevnice. Naopak v místech, kde je sklon reliéfu malý a zároveň platí, že základní vrstevnice nedokáží postihnout tvar reliéfu, použijeme vrstevnice doplňkové. Ty mají menší interval, než je základní, a bývají vykresleny nejčastěji čárkovanou čarou.

Pro správný vjem z mapy je důležité, aby základní vrstevnice byly vynechány pouze na místech s extrémním sklonem, a naopak doplňkové vrstevnice byly používány pouze v případech, kdy je to nezbytné vzhledem k jinak nevyjádřitelným důležitým detailům reliéfu. Špatné použití tohoto systému (vedoucí k tomu, že na mapě je téměř všude podobná hustota vrstevnic bez ohledu na sklon reliéfu) vede k dezinterpretaci reliéfu.

Generalizace vrstevnic (viz kap. 7.3.6) je důležitou součástí použití této metody (její důležitost ještě narůstá při využívání velmi podrobných



Obr. 5.11 – Různé možnosti pseudo 3D vizualizace vrstevnic. [převzato z EYNARD & JENNY 2016]

podkladů typu laserového skenování jako zdroje výškopisných dat). Tvar vrstevnic musí správně znázorňovat (případně je ještě zdůrazňovat) hlavní tvary a charakteristiky reliéfu (jako je křivost, plynulost nebo naopak nespojitost apod.), naopak

průběh linie v mapě musí být oproštěn od nepodstatných rušivých detailů. Zároveň musí vrstevnice korespondovat s polohopisnými prvky mapy (zejména vodopisem).

Na vrstevnicích mohou být umístěny krátké kolmé linky

– tzv. **spádovky** – znázorňující **směr sklonu reliéfu**. Směr sklonu reliéfu je sice obvykle zřejmý z kontextu dalšího obsahu mapy, avšak na **některých typech reliéfu** (např. krasová plošina se závrtvy a vyvýšeninami) je jejich **použití nezbytné**.

Vrstevnice mohou mít **všechny stejnou barvu** (nejčastěji je tmavě hnědá nebo šedá), mohou využívat princip **barevné hypsometrie**, nebo mít **barvu v závislosti na krajiněm krytu** (nejčastěji postup na topografických mapách). V tomto případě se nejčastěji používá **tmavě hnědá barva** pro běžný reliéf, **šedá/černá** pro skalní povrchy a **světlá modrá** pro zaledněné/trvale zasněžené povrchy. Kresbou **stínu vrstevnicové linie**, proměnnou šířkou linie nebo znázorněním osvětlené strany můžeme dosáhnout **trojrozměrného efektu (obr. 5.11)**.

Popis vrstevnic je nezbytnou součástí metody. Popisek (kóta, obvykle nadmořská výška, eventuálně relativní výška) se umísťuje na **střed popisované vrstevnice**, obvykle je nutné přerušit čáru vrstevnice tak, aby byl popis čitelný (používáme stejnou barvu, jako mají vrstevnice). Z hlediska **orientace** existují dva přístupy: **popis „do kopce“ (uphill arrangement)** a **orientace podle stránky (page arrangement)**; tak, aby popis nebyl pro čtenáře vzhůru nohama). Výhodou prvního postupu, který je standardně používán na českých mapách a většinou evropských, je **snadné určení směru sklonu**. Druhý způsob

upřednostňuje **lepší čitelnost popisů** a je možné se s ním setkat na amerických topografických mapách vydávaných USGS. **Interval popisu** záleží na okolnostech – obecně může být po celé ploše mapy **stejný** (obvykle bývá větší než interval zesílených vrstevnic), nebo (v závislosti na konkrétní lokalitě a jejích charakteristikách) **různý** (umístění pomocného popisku do méně členité oblasti i tam, kde by v základním intervalu nevycházel). Popisky by měly být **rozmístěny rovnoměrně**, ne uspořádaně nad sebou.

Vrstevnice jsou jednou ze **základních metod** pro znázornění výškopisu na **topografických mapách**. Jejich výhodou je poměrně **přesné a detailní znázornění reliéfu**, umožňující snadno odvozovat nadmořské výšky pro prakticky všechny prvky, konstruovat výškové profily apod. **Nevýhodou** je poněkud **horší interpretace** (správné představení si reliéfu z vrstevnic vyžaduje určitou znalost a zkušenost), a v některých typech reliéfu (s velkými nespojitostmi – ostře zarezané kaňony, skalní hrany apod.) **snížená názornost**.

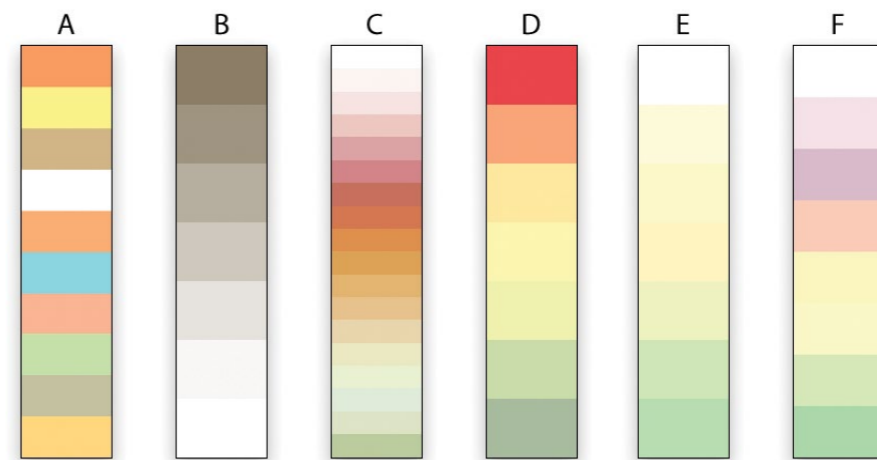
5.3.4 Barevná hypsometrie

Princip barevné hypsometrie spočívá v **přiřazení různých barev oblastem se stejnou nadmořskou výškou** (obvykle rozdělenou do několika intervalů). V podstatě tedy jde o **vybarvení pásů mezi vrstevnicemi**. Základními otázkami při tvorbě barevné hypsometrie jsou **volba**

barevné stupnice, volba intervalů, a přiřazení barev intervalům. Tyto volby záleží na **mnoha faktorech**: účelu mapy a jejím obsahu, měřítku, charakteru zobrazovaného území, a případné kombinaci s dalšími metodami zobrazení výškopisu. Zejména otázka barevných stupnic (**obr. 5.12**) je řešena dlouhodobě nejčastěji.

Mezi nejstarší hypsometrické barevné stupnice patří **stupnice kontrastní**, používaná v 19. století na mapy malých měřítek bez kombinace s jinými metodami (**obr. 5.12a**). Cílem bylo dosáhnout **maximálního kontrastu** mezi po sobě následujícími vrstvami, takže jednotlivé odstíny (v různých modifikacích) se opakují v různých výškách. Tento princip **neumožňuje vnímat kontinuitu reliéfu** a celkový charakter území (zejména v horských oblastech působí chaoticky), proto je nevhodný.

Princip „čím výše, tím světleji“ je podobně starý jako předchozí. Na rozdíl od něj ale **umožňuje vnímat kontinuitu reliéfu**, do určité míry napodobuje **nasvícení pomyslného modelu (reliéfu) světlem shora**. Metoda může využívat jen **jeden odstín** (např. od tmavě hnědé po světle okrovou) nebo **kombinovat více barevných tónů** při zachování hlavního principu. V kombinaci se stínováním nebo šrafováním se ukázalo jako vhodné znázornění horských (a tedy členitých) oblastí světlými barvami, které s těmito metodami umožňovaly zřetelnou kombinaci. Na druhou stranu, vy-



Obr. 5.12 – Barevné hypsometrické škály: a) kontrastní; b) čím výše, tím tmavěji; c), d) spektrální; e) barevná stupnice E. Imhofa pro kombinaci se stínováním a dalšími metodami; f) spektrální. [převzato z PATTERSON & JENNY 2011]

plnění níže položených oblastí (v nichž se obvykle koncentruje nejvíce všeobecně-geografických jevů jako je zástavba či dopravní síť) tmavou barvu je komplikací.

Opačný princip „čím výše, tím tmavěji“ byl motivován právě vhodností **zachování níže položených oblastí co nejsvětlejších** pro snadné umístění množství mapových značek (**obr. 5.12b**). Nejstarší mapy s touto metodou používaly pro **horské oblasti tmavě hnědou** (to mohlo vycházet z faktu, že vysoko položené oblasti jsou často bez vegetace, skalnaté, s přirozeně hnědými tóny) a pro nižší velmi světle hnědou, která začala být relativně brzy nahrazována **zelenou** (vlivem časté vegetace), což bylo základem pro spektrální stupnice s přechody barevných tónů.

Spektrální barevné hypsometrické stupnice v různých modifika-

cích jsou používány nejčastěji (**obr. 5.12c, d, f**). Obvyklá paleta sahá od **modro-zelených tónů pro nejnižší oblasti přes zelenou, zeleno-žlutou, žlutou, žluto-hnědou, hnědou po červeno-hnědou**. Tato škála částečně odpovídá i **přirozeným přírodním barvám krajiněho krytu** (alespoň ve střední Evropě). Navíc využívá působení použitých barevných odstínů jako **pozorovatelů blízkých/vzdálených**, což účinek podtrhuje. Používané modifikace zahrnují například vynechání žluté (přechod z olivově zelené do olivově hnědé), nebo přidání šedo-fialových či jasně červených tónů pro nejvyšší oblasti.

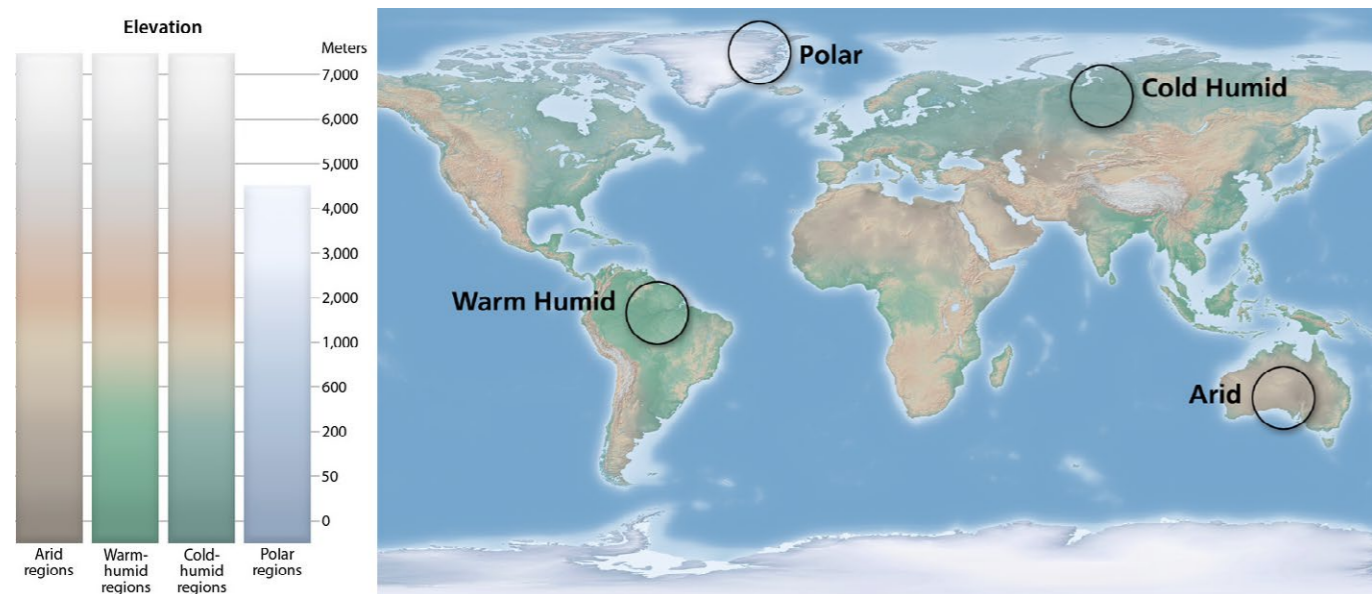
Předchozí stupnice mohou být použity i v **kombinaci s jinými metodami** (kdy ale celkový výsledek může být poměrně dost tmavý), jsou však dostatečně funkční i samy

o sobě. V případě kombinace se stínováním a/nebo vrstevnicemi na mapách větších měřítek je vhodné použít stupnice (**obr. 5.12e**), které s touto kombinací pro co **nejlepší dosažení trojrozměrného efektu** přímo počítají. Použité barvy vychází jak s přirozených přírodních barev, tak **efektu působení atmosféry** (resp. oparu) na vzhled blízkých/vzdálených objektů. Zároveň je co nejsvětlejší tak, aby při kombinaci s dalšími metodami bylo dosaženo optimálního účinku.

Barevná hypsometrie poskytuje **dobrou představu o výškových poměrech reliéfu**, její největší nevýhodou (zejména u map malého měřítka zobrazujících velké území) je použití stejného odstínu pro území se sice stejnou nadmořskou výškou, ale **naprosto jinými klimatickými a vegetačními podmínkami**. Například obvyklé použití **zelené barvy pro nížiny** dává smysl v podmínkách mírného pásu, ale zeleně vybarvená Sahara (nemluvě o arktických oblastech) působí nenázorně. Podobně **hnědá barva pro nadmořské výšky 2–3 tis. m n. m.** je odpovídající v mírném pásu, ale ne v Himálaji, kde se běžně vyskytují lesy.

Určitou možností, jak se s tím vyrovnat, je použití **více barevných škál na jedné mapě**, aplikovaných v **závislosti na klimatických podmínkách**, například jako navrhl PATTERSON & JENNY (2011) (**obr. 5.13**).

Další nevýhodou barevné hypsometrie je praktická nemožnost její **kombinace s barevnými areá-**



Obr. 5.13 – Použití odlišných barevných hypsometrických stupnic pro různé oblasti světa na jedné mapě. [převzato z PATTERSON & JENNY 2011]

lovými značkami. Z těchto důvodů je možné princip barevné hypsometrie doporučit pro mapy, kde reliéf hraje primární roli.

Při volbě konkrétní barevné stupnice pro použití na dané mapě je obecně vhodné vycházet z kartografických konvencí (ve většině případů bude nejvhodnější klasická zeleno-žluto-hnědá stupnice), s přihlédnutím k regionálním specifikům, například:

- Odstín pro nejvyšší horské oblasti je vhodné volit podle klimatických podmínek a podoby hor v mapované oblasti: u hor i v nejvyšších polohách pokrytých vegetací volíme odstíny hnědé či hnědočervené, u hor s převažujícím skalnatým povrchem odstíny šedo-hnědo-fialové, u zaledněných hor bílé či

světlesedé. Použití bílé pro nejvyšší oblasti např. českých pohoří působí spíše nepatřičně.

- Počet použitých odstínů závisí na výškové členitosti území. Pokud je rozdíl mezi nejnižším a nejvyšším bodem na mapě 200–300 metrů, není vhodné použít celou škálu od zelené po hnědou.
- Celkové tónování a výběr odstínů by měl být přizpůsoben regionálním podmínkám tak, aby jim použité barvy odpovídaly. Příkladem může být použití šedo-modro-fialovo-bílých odstínů pro arktické oblasti, nebo (proti kartografickým konvencím) škála od hnědožluté po zelenou, použitá pro mapu amerického Grand Canyonu (obr. 5.14), kde tyto barvy spíše odpovídají su-



Obr. 5.14 – Příklad atypické hypsometrické škály na mapě Grand Canyonu. [převzato z MAPCARTE]

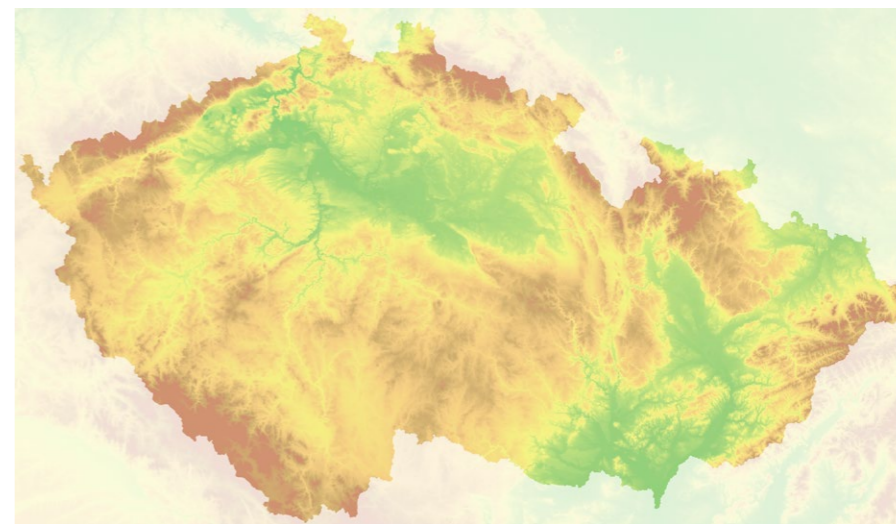
chému, vyprahlému dnu kaňonu a vegetací pokrytým vyšším oblastem plošiny, do níž je kaňon zaříznut.

Pro barevné stupnice batymetrické se takřka výhradně používá škála modrých odstínů dle principu „čím hlouběji, tím tmavěji“. Pobřežní mělčiny mohou mít až skoro bílý odstín, naopak pro nejtmaší (nejhlubší) části často modrá přechází do modrozelené nebo modro-žluté, naopak používání fialové je nevhodné.

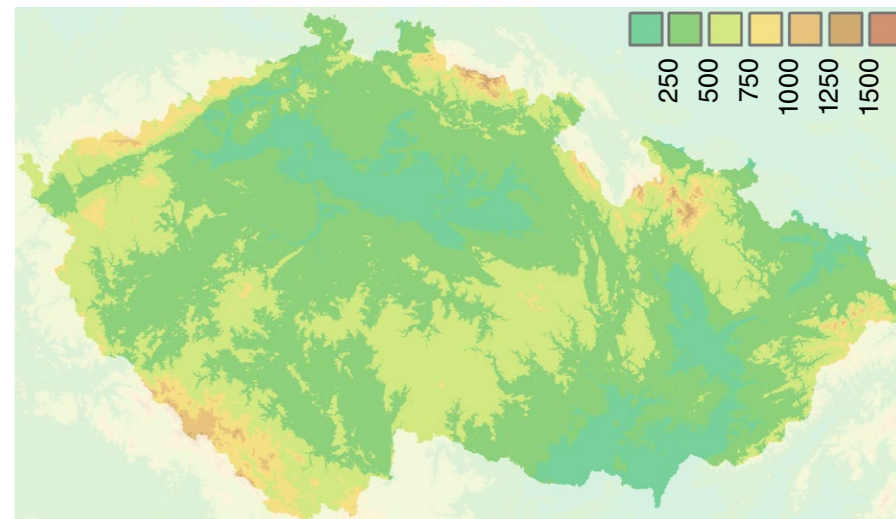
Hypsometrická škála může být kontinuální (spojitá, gradientová), nebo rozdělená do intervalů. Dříve se používaly takřka výhradně intervalové škály, tvorbu plynulých výrazně usnadnila příprava v GIS. Obě řešení mají své výhody a nevýhody – intervalová škála klasifikuje reliéf do pásem, mimořádně důležité pro vjem z mapy je proto stanovení intervalů a jejich hranic. Plynulá nabízí negeneralizovaný pohled na povrch a (aspoň teoreticky) umožňuje přesnější určení výšky každého bodu (obr. 5.15).

Použití stejných (rovnoměrných) intervalů je ve většině případů (s výjimkou horských území na mapách spíše středních až větších měřítek) nevhodné – těchto intervalů bývá potřeba velké množství a v naprosté většině případů velká část zobrazeného povrchu spadne do dvou intervalů, zatímco ostatní budou na mapě plošně zastoupeny minimálně (obr. 5.16).

Další možností je použití dvou intervalů – menších (např. po 400



Obr. 5.15 – Barevná hypsometrie Česka s kontinuální škálou.



Obr. 5.16 – Barevná hypsometrie Česka se stejnými intervaly (po 250 m).

metrech) pro níže položené oblasti a větších (např. dvojnásobných, tedy po 800 metrech) pro vyšší oblasti (obr. 5.17). Počet potřebných intervalů ale stále zůstává velký a skokový přechod mezi dvěma in-

tervalovými hodnotami může čtenáři mapy mást.

V praxi nevhodné a nepoužívané je vytvoření výškových stupňů tak, aby pokrývaly stejnou plochu (obr. 5.18). To vede jednak k vybarvení

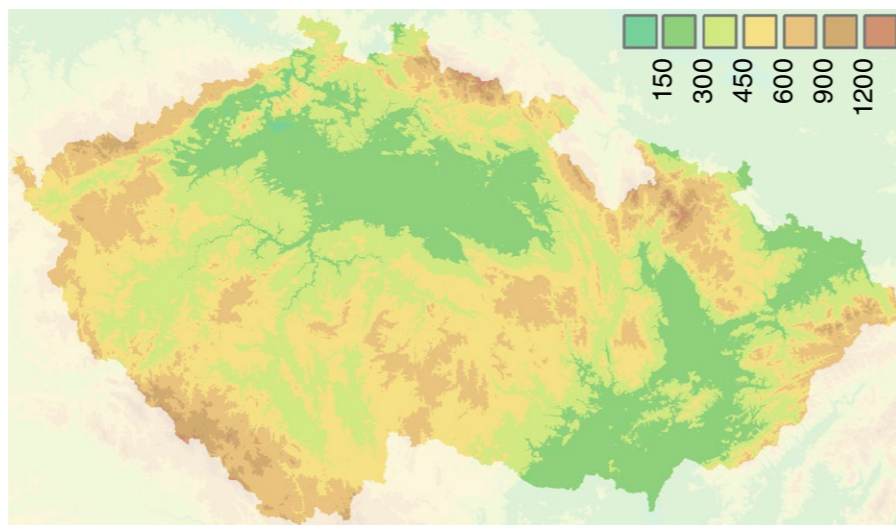
velké části výše položených oblastí stejnou barvou, skýtá praktické problémy při výpočtu hraničních stupňů, škálu je třeba při změně zájmového území přepočítávat, a hraniční hodnoty intervalů nedávají smysl. Dvě mapy naprosto odlišných území – zhotovené dle tohoto principu – navíc budou působit stejným dojmem, což je matoucí.

Nepřavidelné (individuálně stanovené) intervaly dokáží postihnout specifika daného území. Vhodné jsou pro mapy velkých měřítek zachycující malá, z hlediska orografie uniformní území, při použití malého počtu intervalů. Pro čtenáře jsou však náročné na interpretaci.

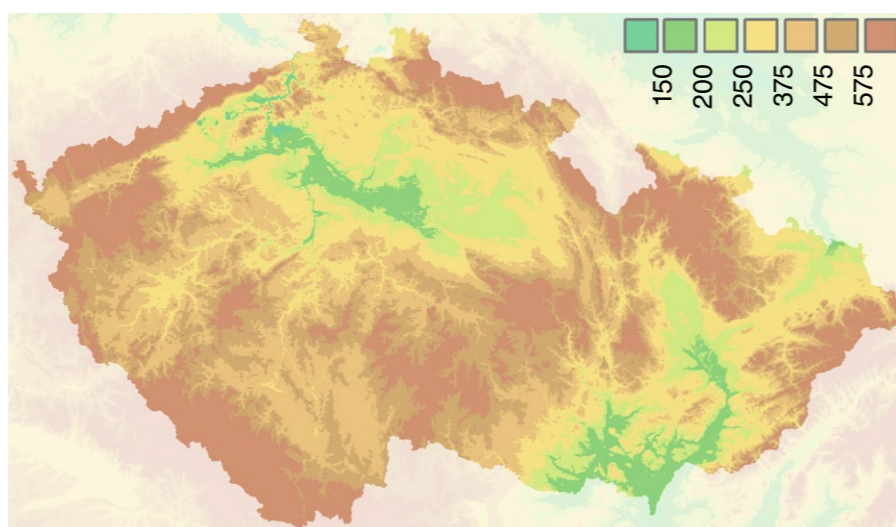
Využití aritmetické posloupnosti (každý další interval je větší o konstantu) je využitelné u map menších území/větších měřítek, u velkých měřítek je nárůst velikosti intervalů příliš pomalý a přičítání konstanty vede k nevhodným hraničním hodnotám intervalů (obr. 5.19).

V praxi (u map malých měřítek/velkých území) nejvhodnější a nepoužívanější je využití geometrické posloupnosti (obr. 5.20) s případnými drobnými úpravami (vynechání některých intervalů, zaokrouhlení hodnot).

Otázka počtu intervalů je podobně důležitá. Obecně počet intervalů závisí na měřítku (vyšší se používá u map velkých měřítek, menší u map malých měřítek – obr. 5.21), výškové členitosti území i požadované barevné stupnici. Ať už je pro klasifikaci do intervalů použita ja-



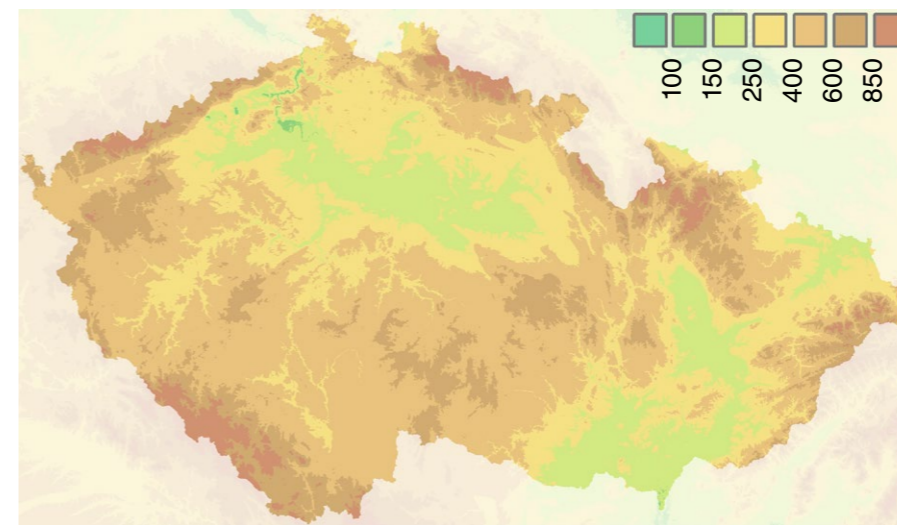
Obr. 5.17 – Barevná hypsometrie Česka se dvěma intervaly (150 m do 600 m n. m., 300 m nad 600 m n. m.).



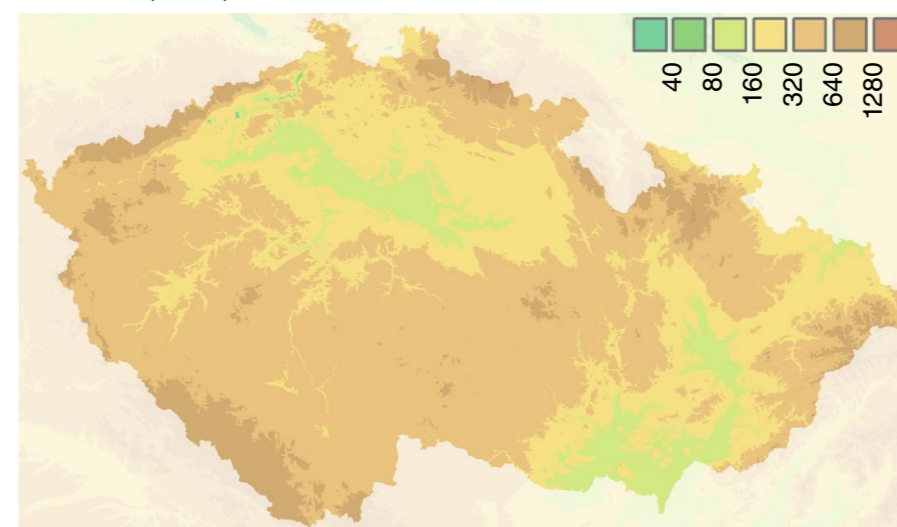
Obr. 5.18 – Barevná hypsometrie Česka s intervaly zvolenými tak, aby jednotlivé výškové pásy měly stejnou rozlohu.

kákoli metoda, hraniční hodnoty by měly být zaokrouhlené a bývá zvykem zachovávat některé důležité hranice (200, 1 000, 4 000 m n. m.).

U batymetrické stupnice je zvykem volit první interval 0–200 metrů, protože dvousetmetrová hloubnice zhruba odpovídá hranici kontinen-



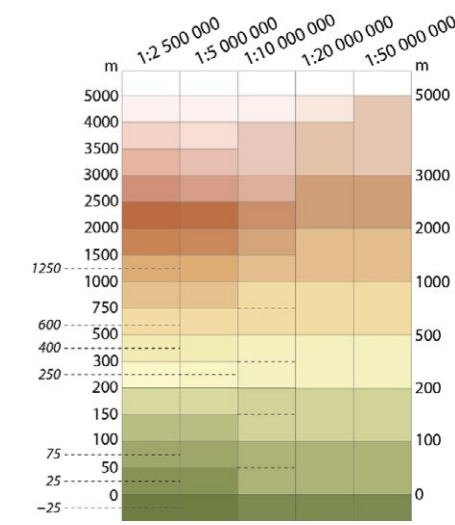
Obr. 5.19 – Barevná hypsometrie Česka s intervaly vytvořenými na základě aritmetické posloupnosti.



Obr. 5.20 – Barevná hypsometrie Česka s geometrickými intervaly.

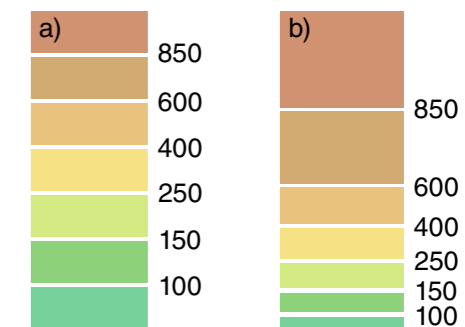
tálního šelfu. Hranice dalších intervalů pak bývají již v kilometrech. Při tvorbě mapy s hypsometrickou barevnou škálou, která vychází z podrobných digitálních modelů

reliéfu, je pro dosažení optimálního výsledku nezbytná generalizace dat (viz kapitola 7.3.6), při níž dochází ke zvýraznění hřbetních a údolních partií.



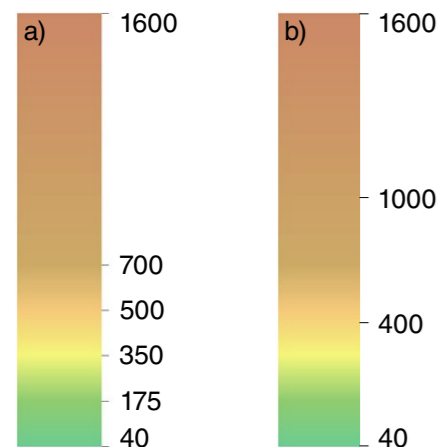
Obr. 5.21 – Závislost hypsometrických intervalů a měřítka mapy. [převzato ze SAMSONOV 2011]

Pokud to rozvržení prvků na mapovém listu dovolí, obecně vhodnější uspořádání hypsometrické legendy je ve sloupci než vedle sebe (dle výšky od nejmenší dole, nahoru). Velikost barevných polí (obr. 5.22) může být stejná (nezávislá na velikosti intervalu) nebo odpovída-



Obr. 5.22 – Intervaly legendy a) neodpovídající a b) odpovídající velikosti intervalů barevné hypsometrie.

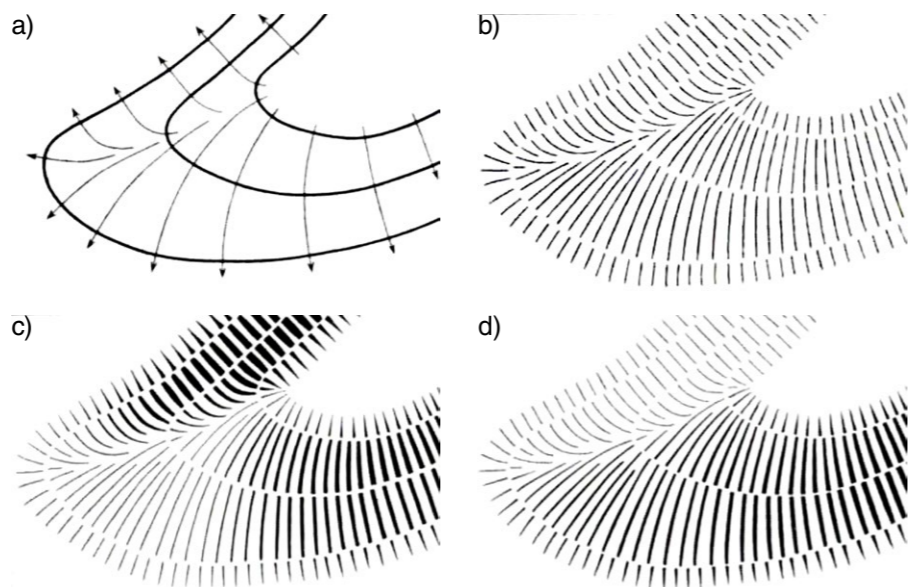
jší velikosti intervalu, což je názornější. I u kontinuální škály jsou nutné popisky nejen minima a maxima, ale i uvnitř škály. Doporučit lze počet popisek odpovídající použitým „čistým“ základním barvám, mezi nimiž jsou vytvořeny přechody (obr. 5.23). Součástí legendy by měly být použité jednotky.



Obr. 5.23 – Správný (a) a špatný (b) popis kontinuální hypsometrické škály.

5.3.5 Šrafy

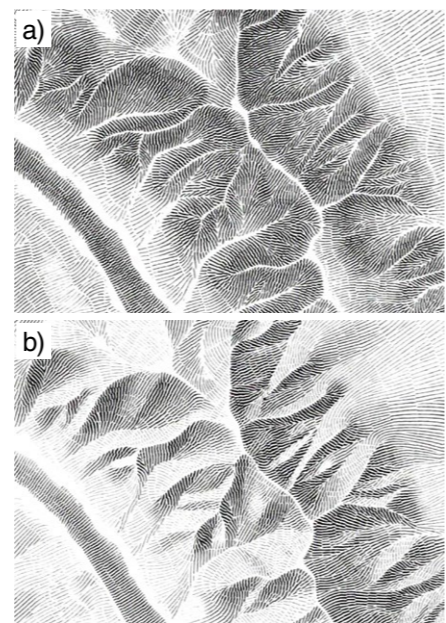
Šrafy (*Hachures*) jsou tradiční metodou pro znázorňování reliéfu, jejíž rozvoj nastal při používání techniky mědirytiny, která tvorbu velkého množství drobných čárek umožňovala. V naprosté většině případů jsou šrafové čáry orientovány ve směru spádu (tedy kolmo na vrstevnice, které jsou důležitým podkladem pro tvorbu šraf – obr. 5.24) a rozeznáváme dva základní konceptuální typy šraf (obr. 5.25): sklonové (označované také jako Lehmannovy) šra-



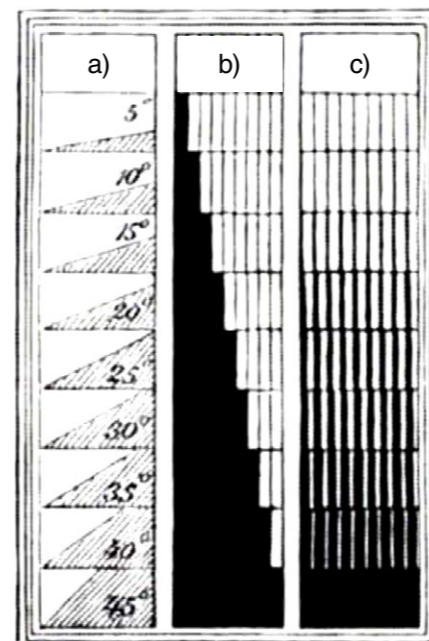
Obr. 5.24 – Šrafování: a) vrstevnice a spádnice slouží jako podklad pro tvorbu šraf; b) vykreslení základu šraf; c) sklonové šrafy; d) stínové šrafy. [převzato z IMHOF 1982].

fy (fungující na principu „čím větší sklon, tím tmavší efekt“) a stínové šrafy (fungující na stejném principu jako směrové stínování).

U sklonových šraf délka šrafy odpovídá sklonu svahu – čím menší sklon, tím delší šrafa. Minimální délka šrafy (pro nejprudší slony) by měla být 0,2–0,3 mm, z měřítka mapy získáme odpovídající interval vrstevnic (které slouží pro jejich konstrukci). Aby bylo dosaženo efektu „čím prudší, tím tmavší“, šířka šraf se zvětšuje se zvětšujícím sklonem (obvykle po mezní hranici 45° nebo 60°). Často bývá využíván právě Lehmannův diagram (obr. 5.26), který pro jednotlivé hodnoty sklonu svahu určuje požadovaný poměr černé a bílé (resp. šířku čar). Počet šraf na jednotku délky hori-



Obr. 5.25 – Srovnání (a) sklonových šraf a (b) stínových šraf. [převzato z IMHOF 1982].

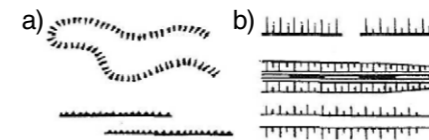


Obr. 5.26 – Lehmannův diagram sklonových šraf: a) sklon svahu; b) poměr černé/bílé; c) šrafy. [převzato z IMHOF 1982].

zontály (vrstevnice) by měl být po celé mapě (a tedy všech typech reliéfu) konstantní.

Stínové šrafy jsou v základu konstruovány stejným způsobem jako šrafy sklonové, jen šířka jejich čar (a tedy i efekt světlosti/tmavosti) je určen efektem nasvícení/zastínění daného svahu.

Sklonové šrafy byly dlouho používány jako standardní metoda pro znázorňování výškopisu na mapách velkých měřítek, nicméně jejich použití má poměrně velké nevýhody: vysoká hustota v horských oblastech vedla ke slévání obrazu, proto bylo nutno jednotlivé svahy od sebe oddělovat bílým pásem



Obr. 5.27 – Topografické (a) a technické (b) šrafy. [převzato z HOJVEC ET AL. 1987].

(v místě hřbetu/údolnice – viz příklad na obr. 5.25a), což působilo dojmem plochosti těchto částí. Kvůli samotnému principu fungování ale šrafy (jak sklonové, tak stínové) nejsou schopné zachytit drobné detaily velmi členitého reliéfu (sama metoda je poměrně generalizující, v členitém reliéfu by vznikla změť překrývajících se šraf), což se ukázalo problematické s postupným zpřesňováním výškopisných dat. Velká hustota čar pokrývajících celou mapu je navíc problematická z hlediska kombinace s dalším obsahem mapy. Proto je v dnešní době použití šraf prakticky omezeno na stínové šrafy u map malých měřítek (i to se ale používá vzácně) a šrafy technické a topografické, užívané pro vyjádření úzkých či protáhlých výrazných tvarů, jako jsou hráze, příkopy či terénní rýhy a stupně (obr. 5.27).

5.3.6 Stínování

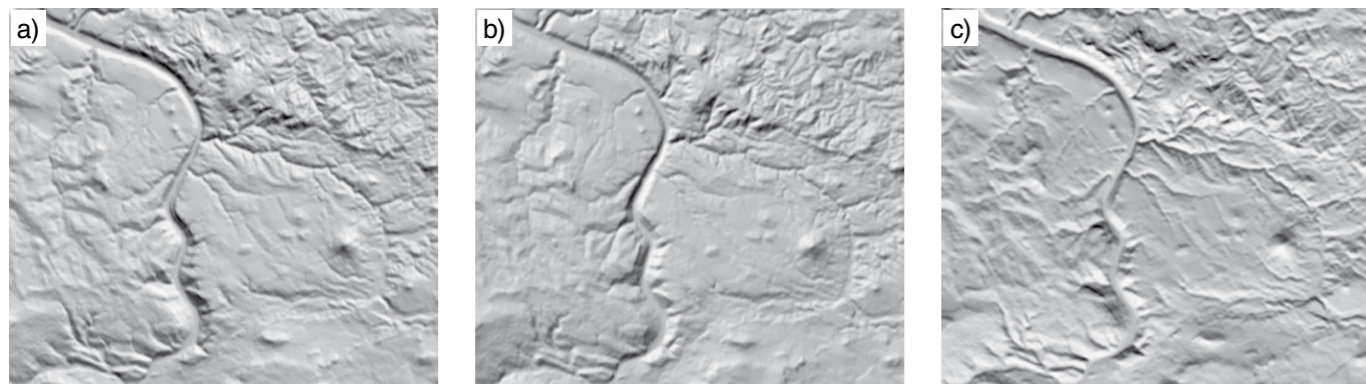
Stínování je obecně použitím monochromatické (černo-bílé) barevné škály na základě určitého principu. Existují dva základní principy a jejich kombinace: stínování prostorové (*Oblique Shading*, *Hill shading*) vycházející ze znázorňování stínů a osvětlených částí re-

liéfu, a stínování sklonové (*Slope Shading*) fungující na principu „čím větší sklon, tím tmavší“. Do určité míry tedy jde o podobné principy, jako byly uvedeny v rámci metody šrafování, jen efekt mnoha čar-šraf je nahrazen plošným tónem.

Sklonové stínování je abstraktní a nepřiliš intuitivní model. Přestože byly vymyšleny nejrůznější modifikace, jeho použití není v praxi příliš časté.

Prostorové stínování (stínování při šikmém osvětlení) je naopak jednou z vůbec nejpoužívanějších metod znázorňování výškopisu (nejen samostatně, ale zejména v kombinaci s dalšími metodami – barevnou hypsometrií a vrstevnicemi). Jeho největší výhodou je velká intuitivnost a názornost, dávající dobrou představu o tvarech reliéfu (avšak už vůbec ne o výškových poměrech, proto je vhodná právě kombinace s dalšími metodami). Rozvoj metody podnítl rozvoj GIS umožňujících velmi snadnou tvorbu stínování na podkladě digitálních modelů reliéfu, ačkoliv metoda byla (v manuálně tvořené formě) používána poměrně běžně během celého 20. století. V praxi může být kombinováno prostorové stínování (jako základní) se sklonovým pro co nejvíce plastický vjem terénu, nebo zdroj světla pro prostorové stínování modifikován na základě sklonu a orientace reliéfu (viz dále).

Základním parametrem prostorového stínování je směr a výška pomyslného světelného zdroje. Z hlediska směru můžeme rozlišit

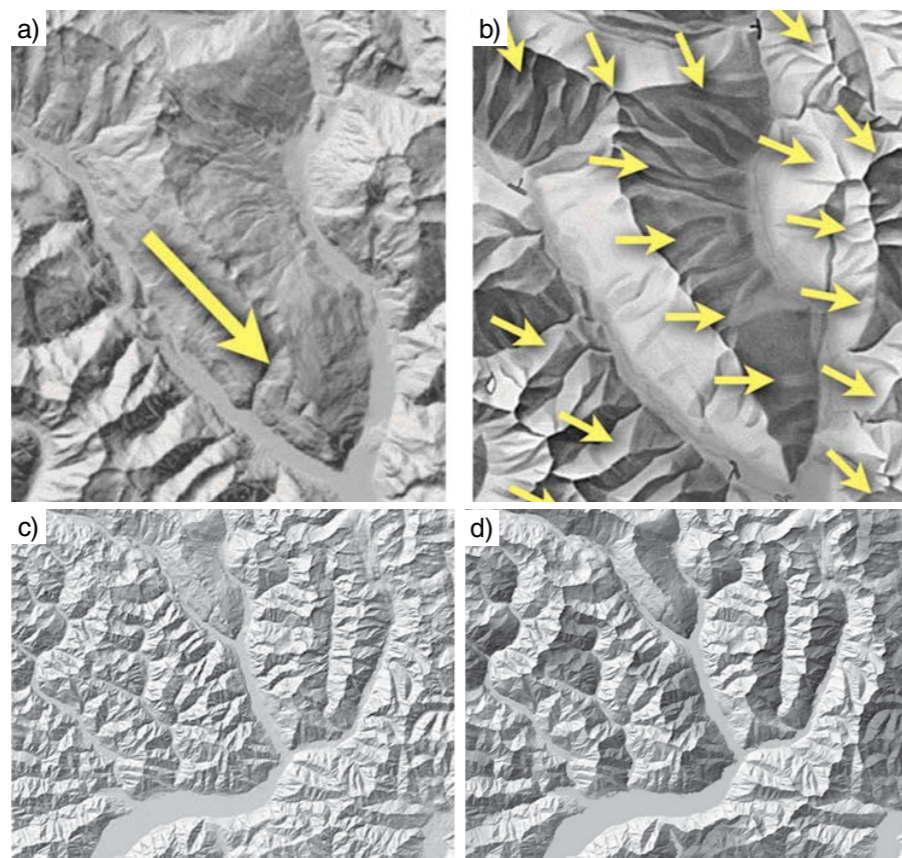


Obr. 5.28 – Krajina v okolí Děčína a Hřenska, stínování s azimutem světelného zdroje: a) 30° (SSV); b) 315° (SZ); c) 190° (JJZ).

metody **jednosměrové** (osvětlení z jednoho bodu) a **vícsměrové** (osvětlení z více bodů).

Jednosměrové stínování využívá **jeden světelný zdroj**. Pro dosažení správného vnímání reliéfu používáme zdroj **umístěný na severu** (resp. nad horním okrajem mapy; nejčastěji se používá **severozápadní směr**), ne na jihu, což způsobuje obrácené vnímání (obr. 5.28). Nevýhodou této metody je **špatné zobrazení tvarů** jak na celkově zastíněných (typicky jižních, jihovýchodních) svazích, tak **svazích přímo nasvícených** (severozápadních). Z toho důvodu existují metody využívající **více (dvě až v podstatě nekonečno) světelných zdrojů**, jejichž použití je dáno **sklonem a zejména orientací svahu** tak, aby bylo dosaženo **maximální zřetelnosti a názornosti** všech forem reliéfu (obr. 5.29).

Výška světelného zdroje má vliv na **délku a výraznost stínů** a tedy na i na **vjem plasticity reliéfu**. Čím výše světelný zdroj je, tím kratší (a méně výrazné) stíny jsou (a naopak). Stejně



Obr. 5.29 – Srovnání jednosměrového stínování (a, c) a vícsměrového manuálního (b) a počítačového (d) stínování horského reliéfu. [převzato z MARTSON & JENNY 2011].

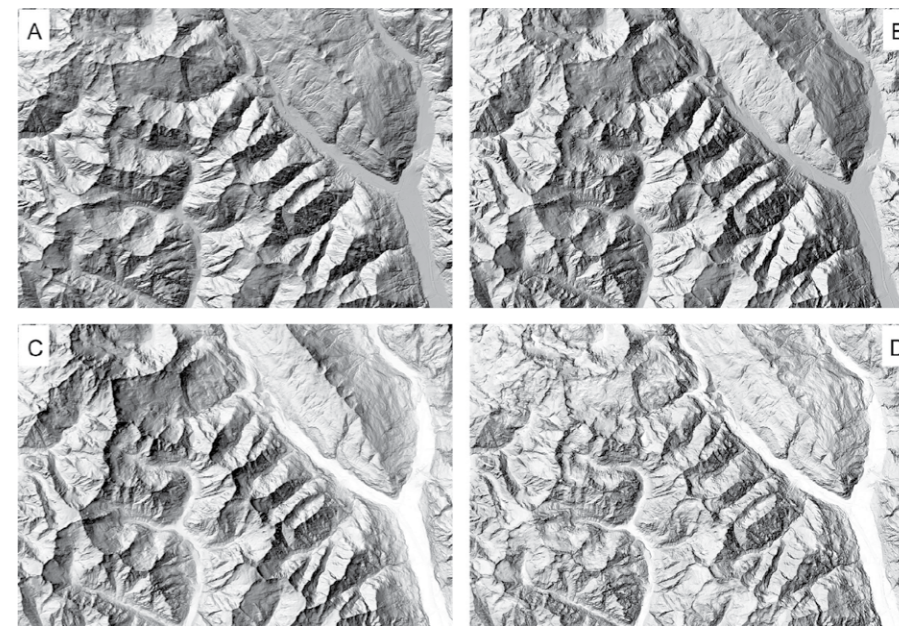
jako u směru, i pro výšku zdroje může být použita jedna hodnota nebo více, určených třeba sklonem nebo nadmořskou výškou (obr. 5.30).

Důležitým aspektem je **tón rovinných povrchů**. Existují v zásadě dvě varianty (obr. 5.30): **střední šedá** (kterou generují standardní nástroje) a **bílá** (resp. odstranění stínování z rovinných povrchů). V kartografické literatuře můžeme najít argumenty na podporu obou možností. **Použití bílé** dává více vyniknout sklonitým územím a nezatěžuje rovinnaté povrchy (často obsahující nejvíce polohopisných značek) ztmavením (které navíc ovlivňuje – např. při kombinaci s barevnou hypsometrií – i její barvy).

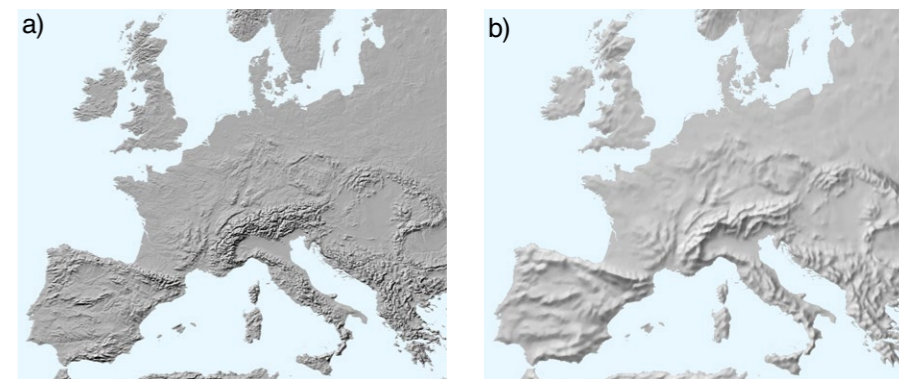
V reálné krajině se vyskytují i **objekty vržené stíny** nebo naopak **osvětlení odraženým světlem**. Pro kartografické účely se doporučuje obojí nepoužívat, protože tyto prvky **zastírají primární účel stínování**.

Pro dosažení **maximálně reálného vjemu** se někdy používají další techniky. Například **zvýšení jasu a kontrastu výše položených oblastí** (zdánlivě bližších k pozorovateli) a naopak **ztmavení jasu a snížení kontrastu níže položených oblastí** (zdánlivě vzdálenějších od pozorovatele) **simuluje efekt vzdušné perspektivy/oparu**. Na podobném principu je založen jeden z prvků tzv. **švýcarské metody stínování**, které namísto černo-bílé škály používá **modro-žlutou**.

Naprosto klíčová je při tvorbě stínování **generalizace**, respektive **filtrace a vyhlazování**. Účelem



Obr. 5.30 – Srovnání různých typů stínování: a) standardní stínování v ArcGIS; b) dvousměrové stínování s konstantní výškou světelného zdroje (45°); dvousměrové stínování s výškou světelného zdroje závislou na nadmořské výšce (c) a sklonu svahu (d). Rozdílné je také ztvárnění rovinnatých povrchů. [převzato z VERONESI & HURNI 2015]



Obr. 5.31 – Srovnání počítačového (a) a manuálního (b) stínování reliéfu Evropy v měřítku 1 : 50 000 000 na podkladu dat SRTM. [NaturalEarthData.com]

stínování je vytvoření co **nejlepší představy o tvarech reliéfu**, proto stínování musí **vystihovat základní prvky a formy reliéfu**, a naopak ty

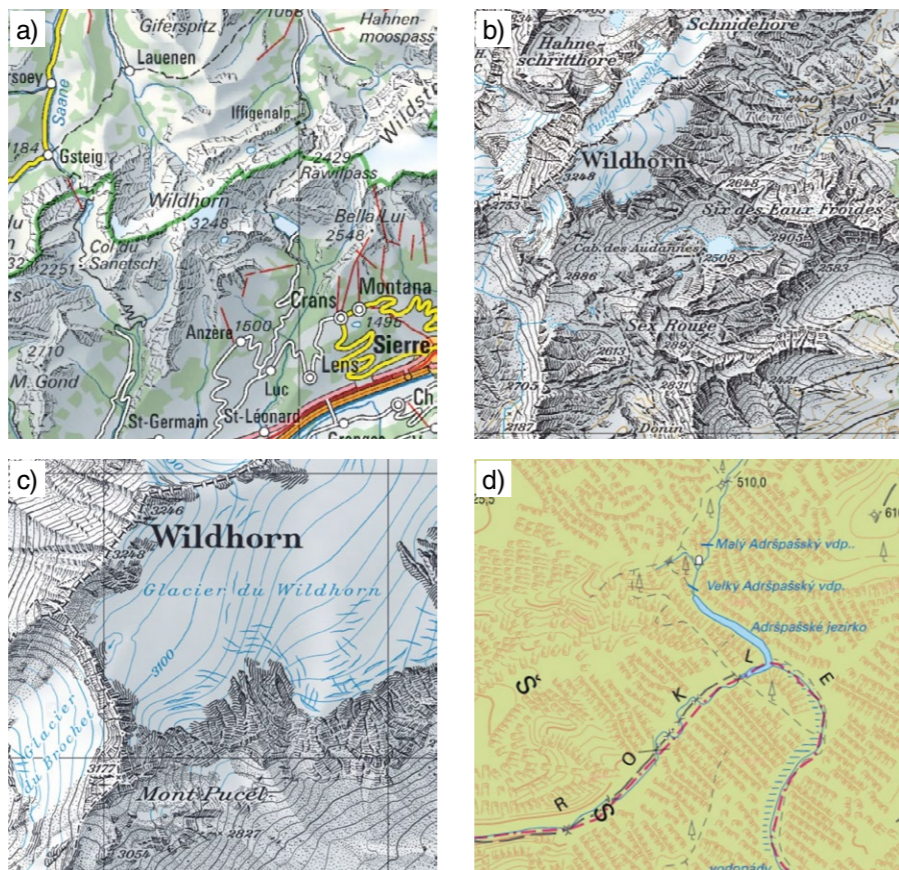
nepodstatné skrývat. To platí dvojnásob u stínování pro mapy malých a středních měřítek. Při **manuální tvorbě** byla tato generalizace prak-

ticky samozřejmostí (obr. 5.31), zatímco (polo)automatické postupy jsou poměrně složité a ne vždy dosahují ideálních výsledků. Jde ale o aktuální téma, k němuž existuje spousta zdrojů (např. LEONOWITZ & JENNY 2010, MARSTON & JENNY 2015, VERONESI & HURNI 2015) i praktických aplikací, postupů a nástrojů.

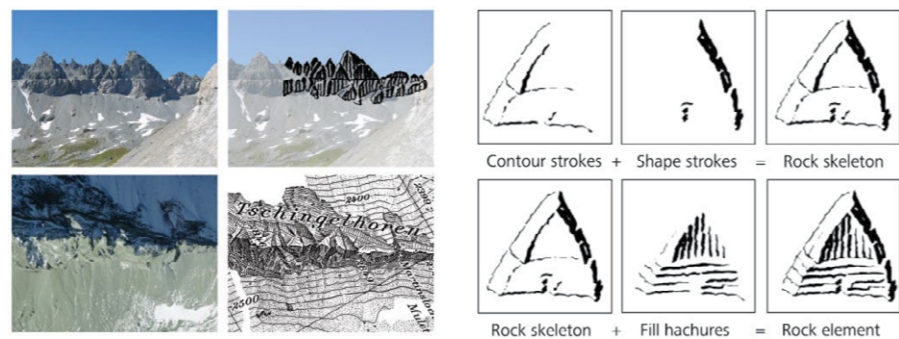
5.3.7 Skalní kresba

Skalní kresba (někdy taky označovaná jako **skalní šrafy**) se používá k lepšímu a názornějšímu zobrazení skalního reliéfu, než umožňují další metody (vrstevnice, stínování) (obr. 5.32). Cílem kartografa je co nejjednodušeji, stylizovaně zachytit hlavní rysy dané formy reliéfu tak, aby věrně reprezentovaly geomorfologii (obr. 5.33). Klíčovým úkolem je identifikace hlavních linií, jako jsou samotné hranice skalních forem, skalní hrany, strže a kaňony, a jejich následné doplnění linkami vnitřní struktury (ty jsou ovlivněny např. zvrstvením, vlastnostmi horniny a probíhajícími procesy). K dosažení větší názornosti se kresby skalních linií doplňují např. stínováním.

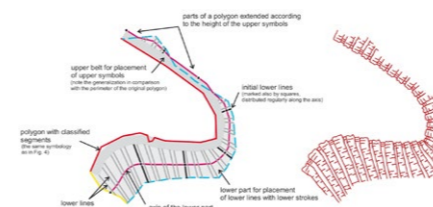
Míra detailu/generalizace je závislá na měřítku mapy, příliš malé formy (ale důležité z hlediska reliéfu) mohou být nahrazeny bodovými značkami (jejichž podoba by měla vycházet z podoby daného tvaru). Ačkoliv probíhá intenzivní výzkum zaměřený na automatizaci těchto postupů (viz např. GILGEN & JEN-



Obr. 5.32 – Příklad skalní kresby ze švýcarských topografických map v různém měřítku (a-c) a základní mapy ČR (d). [SwissTopo, ČUZK]



Obr. 5.33 – Příklad postupu při vzniku skalní kresby a základní prvky skalní kresby. [převzato z JENNY ET AL. 2014]



Obr. 5.34 – Základní prvky algoritmi-zace skalní kresby. [převzato z LYSÁK 2016]

NY 2010, JENNY ET AL. 2014, LYSÁK 2016) (obr. 5.34), skalní kresba stále zůstává z velké části manuální záležitostí.

5.3.8 Výběr a kombinace metod znázornění výškopisu

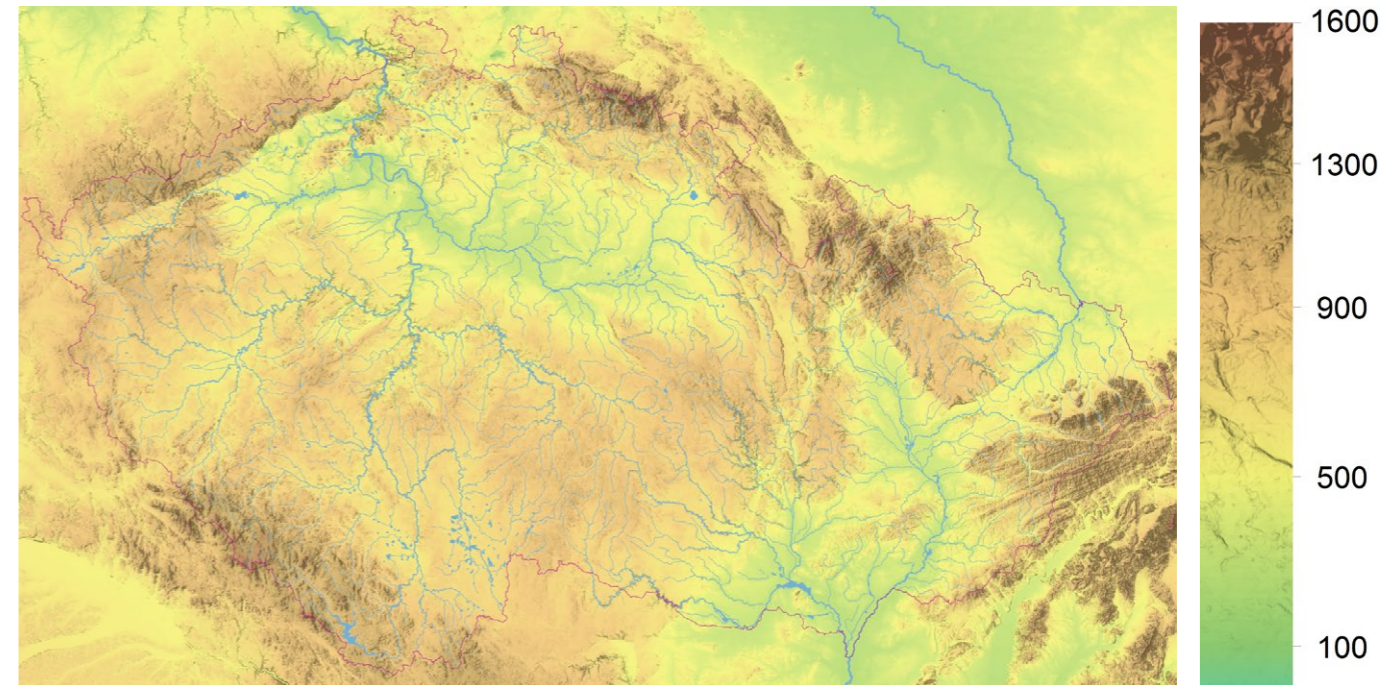
Jednotlivé metody se na mapách obvykle kombinují. Při volbě metod (a jejich kombinací) je v první řadě

třeba zvažovat účel mapy a volit takové metody, které jej umožní naplnovat. V případě kombinací více metod je třeba zajistit soulad konceptuální (kombinovat metody, které mají odlišné výhody a nevýhody a navzájem se tedy doplňují), a soulad graficko-technický (metody a jejich provedení k sobě musí sedět, je třeba brát ohled na vzájemné ovlivňování se, na možnosti tisku/percepce a také další obsah mapy).

Pro mapy velkých měřítek je nevhodnější kombinace kót, vrstevnic, prostorového stínování a skalní kresby (obr. 5.32b), které interpretuje reliéf s dostatečnou přesností i názorností. Vekou pozornost je třeba věnovat souladu stínování (které má

znázorňovat hlavní, generalizované formy) a vrstevnic (které zachycují i menší, detailnější formy).

Pro mapy malých měřítek se nejčastěji kombinuje barevná hypsometrie (dávající informaci o nadmořských výškách) s prostorovým stínováním (nejnáznornějším pro představu tvarů reliéfu), doplněná o nejdůležitější vrcholové kóty (obr. 5.35). V případě jakýchkoli kombinací stínování je třeba uvědomovat si vliv stínování na podkladové barvy (ať již jde o barevnou hypsometrii, barvy krajinného krytu nebo tematických map) a dbát na dobrou odlišitelnost/přiřaditelnost těchto odstínů. Zároveň použitá kombinace více vrstev musí být zohledněna v legendě – ta



Obr. 5.35 – Kombinace barevné hypsometrie a prostorového stínování pro Česko včetně správně vyhotovené legendy.

nesmí obsahovat např. čisté barvy barevné hypsometrie v případě, že je přes ni umístěno stínování (s nastavenou průhledností – obr. 5.35).

Vizualizace výškopisu v ArcGIS

Základní možnosti ArcGIS rozšiřuje volně dostupný toolbox **ESRI Terrain Tools** (FIELD & BEALE 2016, český popis funkcí SOUČEK 2016).

Vrstevnice

Práce se značkami vrstevnic (jako liniové vrstvy) je stejná jako u jiných liniových značek. Z praktických tipů lze zmínit:

- použití **atributu pro označení typu vrstevnice** (základní, vedlejší, doplňková) nebo **atributu s velikostí intervalu** (vrstevnice po 5, 10, 25, 50, 100 metrech atd.): u rozsáhlejších souborů dat to umožní snadnou práci se silami vrstevnic bez nutnosti zdlouhavého individuálního výběru hodnot;
- pro použití **rozdílných barev u vrstevnic běžných, na skalním terénu, ledovci** apod. musí být tato informace v **atributech** (přidat ji lze funkcí *Identity*, kam vstoupí vrstevnice jako *Input features* a polygonová vrstva krajinného krytu jako *Identity features*), následně barvu nastavit jako doplňkový parametr symbolizace: tloušťka čáry musí být stanovena jako *Graduated symbols*, barva přes *Vary symbology by attribute > Color*.

ESRI Terrain tools nabízí nástroj **Illuminated Contours** pro tvorbu stíno-

vaných vrstevnic. Nástroje pro popis vrstevnic jsou uvedeny v kapitole 9.4.

Barevná hypsometrie

V ArcGIS lze pro vizualizaci rastrového DMR tímto způsobem použít několik možností (panel *Symbology*). Průhlednost vrstvy, její jas a kontrast lze upravovat v záložce *Raster layer > Appearance*.

Stretch zobrazí barevnou hypsometrii plynule (spojitá škála) na základě zvolené barevné stupnice (*Color scheme*, viz kap. 8). V záložce *Stretch* je možno pracovat s histogramem dat a upravit přiřazení minimálních/maximálních hodnot počátku/konci barevné škály. Hodnota *Gamma* všechny barvy zesvětlí (hodnota vyšší než 1), resp. ztmaví (hodnota nižší než 1). Nová verze umožňuje v legendě popsat pouze minimum/maximum, u starší bylo možno nastavit libovolný počet popisků přes volbu *Labeling* přímo v nastavení *Symbology*. Možné varianty jsou (i) **nastavení počtu intervalů** a (ii) **nastavení šířky intervalu**. U první možnosti je možno pomocí hodnoty *Value* nastavit, jakým hodnotám bude náležet daný přesný odstín barvy. Úpravou *Label* je pak možno nastavit trochu jiný popisek, než přesně odpovídá nastavení (např. zaokrouhlení pro lépe vypadající hodnoty).

Classify klasifikuje hodnoty do stanoveného počtu tříd, na výběr je několik možností klasifikace včetně možnosti manuální úpravy hranic intervalů (a jejich popisků).

Unique values můžeme použít na reklasifikovaný DMR (tedy hodnoty

buněk odpovídají určitému rozsahu nadmořských výšek).

Šrafy

Vytvoření šraf je možné nástrojem *Hachures* ze sady *ESRI Terrain Tools*. Princip jeho fungování spočívá ve vytvoření sítě (vektorových) bodů, jimž jsou přiřazeny atributy sklonu a orientace svahu, které jsou následně použity pro vykreslení symbolů šraf (obr. 5.36). Se symboly (jejich velikostí a dalšími vlastnostmi) lze dále pracovat, důležité je u této funkce referenční měřítko (viz FIELD & BEALE 2016). Výsledek je od tradičních šraf odlišný vzhledem k jinému principu umístování.

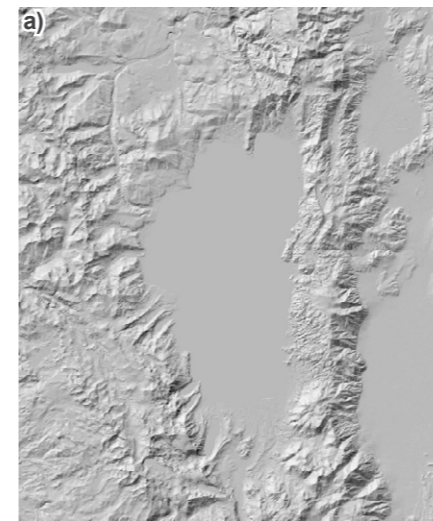


Obr. 5.36 – Šrafy vytvořené nástrojem ESRI Terrain Tools. [převzato z FIELD & BEALE 2016]

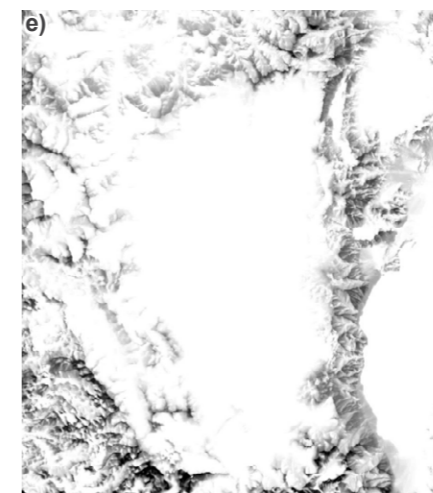
Stínování

Základním nástrojem pro vytvoření jednoduchého stínovaného reliéfu (obr. 5.37a) je *Hillshade* (*3D Analyst > Raster Surface > Hillshade*) s parametry směru a výšky osvětlení a *Z factoru* (zvýšením nad 1 dosáhneme výraznějšího stínování, po-

užívá se také ke korekci jednotek v případě, že data nejsou v kartografickém zobrazení /*Projected coordinate system*/). Lepších výsledků lze dosáhnout generováním stínovaného reliéfu z **vyhlazeného (filtrovaného) DMR**, například pomocí funkce



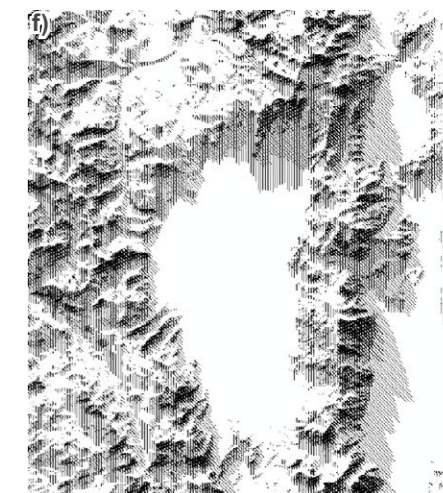
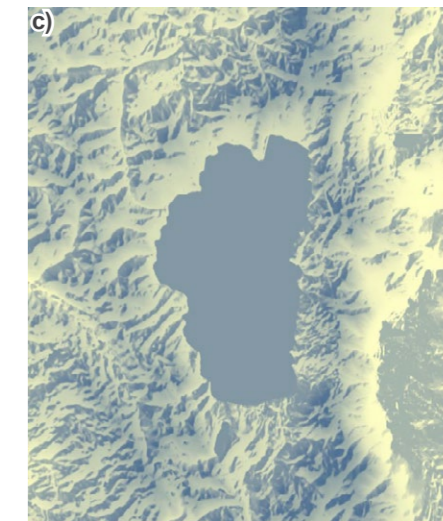
Focal statistic, nebo lze vyhlazení pomocí funkce *Focal statistic* použít na výsledný stínovaný reliéf. Výslednému rastru přiřazujeme obvykle černo-bílou barevnou škálu (i když můžeme použít i přechody barevných tónů, např. modré a žluté, jako je



tomu u švýcarské metody stínování).

Pokročilejší metody stínování nabízí toolbox *ESRI Terrain Tools*:

- **Multidirectional Hillshade** používá čtyři zdroje světla (obr. 5.37b);
- **Swiss Hillshade** vytváří dvě nové vrstvy (filtrovaný stínovaný reliéf



Obr. 5.37 – Stínování vytvořené v ArcGIS a) standardní metodou, b) Multidirectional Hillshade, c) Swiss Hillshade, d) Cluster Hillshade (varianta Elevation), e) Sky Model a f) Shadow lines. [převzato z FIELD & BEALE 2016]

éf, stínovaný reliéf s perspektivním zesvětlením výše položených a ztmavením níže položených oblastí), které spolu s originálním DMR kombinuje s určitou průhledností a použitím žluto-modré barevné škály) (obr. 5.37c);

- **Cluster Hillshade** je také vícesměrové stínování, nabízí navíc další dvě varianty (*Slope* a *Elevation*), které využívají kolmý směr světla a zdůrazňují tedy svahy, zatímco roviny jsou bílé (obr. 5.37d);

- **Sky Model** je opět varianta více-směrového stínování, která se ale snaží simulovat jak světlo rozptýlené v atmosféře, tak i odrazem od zemského povrchu (tedy např. i stíny kopců) (obr. 5.37e). Výstup kombinuje velké množství zdrojů (v ukázkových souborech je jich použito přes dvě stě, pomocí aplikace *SkyLuminance* si ale lze vytvořit vlastní kombinace);

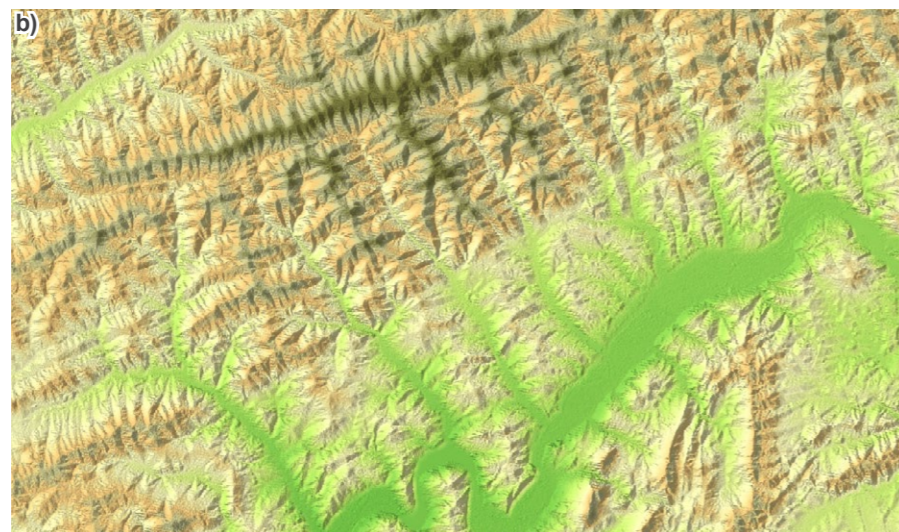
- **Shadow lines** jsou výrazně odlišným způsobem, který na mapu umísťuje různě šitoké a směrované linie k dosažení výsledného efektu podobnému stínování (obr. 5.37f).

Kombinace barevné hypsometrie a stínování

Pro kombinaci dvou rastrových vrstev (hypsometrická a stínovaná) se nabízí tři možnosti přístupu.

1) **Prosté nastavení průhlednosti v ArcGIS (obr. 5.38a):** Nejjednodušší varianta, kdy vrstvě stínovaného reliéfu nastavíme určitou průhlednost (*Raster layer > Appearance > Layer Transparency*), případně

upravujeme kontrast nebo jas vrstvy (ať už pomocí práce s histogramem, nebo jednoduchým nastavením v *Raster layer > Appearance > Enhancement*). Nevýhodou je snížení saturace a světlosti vrstvy hypsometrie,



Obr. 5.38 – Kombinace vrstvy barevné hypsometrie a stínování a) vytvořená s využitím průhlednosti v ArcGIS, b) zkombinovaná v Adobe Photoshop s režimem prolnutí Násobit.

a k relativně uspokojivému výsledku je potřeba experimentování s nastavením parametrů zobrazení. Průhlednost stínované vrstvy je pak nutno zohlednit i v legendě, nejjednodušší je přes barevnou škálu legen-

dy hypsometrie vložit novou – stejně velkou – mapu, obsahující vrstvu stínovaného reliéfu se stejnými vlastnostmi zobrazení (průhlednost, kontrast aj.), jako je tomu v mapě.

2) **Využití PanSharpeningu:** Postup využívající pokročilého míchání barev několika vrstev popsal NAGI (2012). Výsledek je podobný níže popsané kombinaci v grafickém programu, probíhá však celý v GIS, na druhou stranu je výrazně složitější.

3) **Kombinace vrstev v grafickém software (obr. 5.38b):** Podobných výsledků, ale rychlejším způsobem, lze dosáhnout kombinací obou vrstev v grafickém programu (např. *Photoshop* nebo *Gimp*). Klíčem je nastavení režimu prolnutí vrstev jako *Násobit (Multiply)*. Tento způsob zachovává původní (hypsometrické) barvy tam, kde vrstva stínu je světlá (bílá), a ztmavuje je naopak tam, kde je vrstva stínu tmavá. Výsledkem je tedy kontrastnější a saturovanější obraz. Navíc i zde je možno (pohodlněji než v ArcGIS) pracovat s různými úpravami kontrastu. Nevýhodou je snad jen nutnost opětovného vložení výsledné prolnuté vrstvy do ArcGIS pro další práci a komplikovanější příprava legendy. Možný postup:

- vygenerování stínovaného reliéfu v GIS, nastavení barevné škály hypsometrie;
- export obou vrstev (*Export raster*) do formátu TIF se zatržením voleb *Force RGB* a *Use renderer*;
- otevření vrstvy barevné hypsometrie v grafickém programu, vložení vrstvy stínování jako další vrstvy, nastavení průhlednosti

a režimu prolnutí (případně další úpravy – např. filtrace apod.);

- sloučení obou vrstev a uložení změny ve vrstvě barevné hypsometrie, která od této chvíle obsahuje i prolnuté stínování. Pokud nedošlo k ořezu či přejmenování vrstvy, bude po vložení do ArcGIS umístěna do souřadnic. Barvy budou pravděpodobně posunuté z důvodu aplikace automatických vylepšení, bude nutné vypnout roztažení histogramu (*Stretch type > None*), případně nastavit hodnotu *gamma* na 1,0;

- legendu připravíme obdobným způsobem – export škály (s popisem) do TIF, otevření v grafickém programu, vložení vrstvy stínu (se stejnými nastaveními a úpravami, jako jsme použili pro vlastní vrstvy) a uložení, vložení výsledku na mapový list jako obrázku.

Tímto způsobem je samozřejmě možno kombinovat více vrstev (třeba navíc černo-bílou hypsometrickou škálu pro dodání perspektivy) nebo i stínování s jinými vrstvami než s barevnou hypsometrií.

Vizualizace výškopisu v QGIS

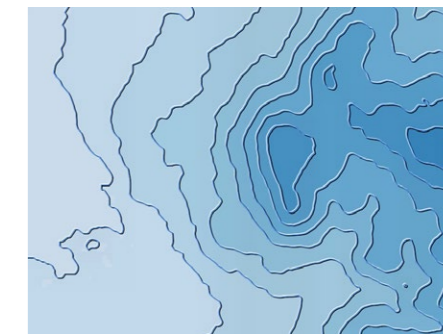
Vrstevnice

Vizualizace vrstevnic probíhá standardně ve vlastnostech vrstvy na kartě *Symbology*. Pokud máme v atributové tabulce údaj o nadmořské výšce vrstevnice (např. v poli *ELEV*), můžeme rozlišit **základní a zesílené vrstevnice**. Toho lze dosáhnout přepnutím do režimu *Rule-based*, který umožňuje nastavovat pravidla pomocí

dotazů SQL. Například při vrstevnicovém intervalu 10 metrů bude zesílená vrstevnice každá končící hodnotou 00 nebo 50. SQL dotaz je poté: „*ELEV LIKE ,%00' OR ,ELEV' LIKE ,%50' .*“

Pokud potřebujeme takovéto rozlišení **trvale**, je vhodnější vrstevnicové dotazem označit a pomocí *Field calculator* zapsat příznak do nového pole v atributové tabulce.

QGIS má integrovanou řadu **grafických efektů**, pro vytvoření plastického vjemu si často vystačíme s kombinací efektů stínu (obr. 5.39).



Obr. 5.39 – Aplikace dvou druhů stínů na vrstevnici: bílý pod úhlem -45° , černý pod úhlem 135° , oba s nulovým rozmazáním (*blur*).

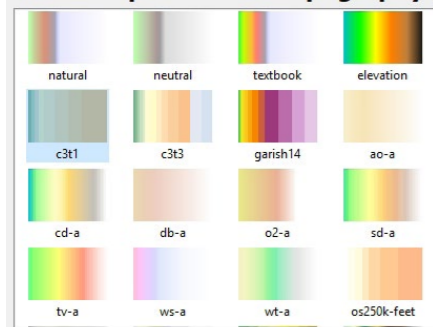
Barevná hypsometrie

Jednokanálové (*singleband*) rastry lze v QGIS vizualizovat ve třech nastaveních: *Palletted/unique values*, *Singleband gray* a *Singleband pseudocolor*. Poslední ze zmiňovaných se využívá pro vizualizaci **barevné hypsometrie**. Nejdříve je nutné v symbologii vrstvy přepnout *Render type* ze *Singleband Grey* na *Singleband Pseudocolor*. Následně je možné volit in-

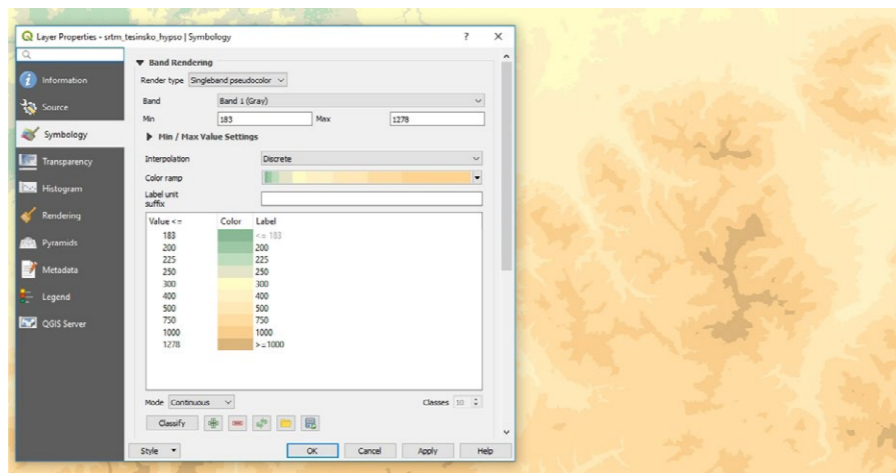
terpolaci: *Linear* (lineární), *Discrete* (nespojité), *Exact* (Přesná) a vybrat **barevnou škálu**. Základní barevné škály nám však většinou nebudou vyhovovat a proto v menu *Color ramp* zvolíme *Create new color ramp* a vybereme z dostupných katalogů barev katalog *cpt-city*. V tomto katalogu pod kategorií *Topography* zvolíme v závislosti na naší preferenci vhodnou barevnou škálu. Lze volit z řady spojitých (plynulých) i nespojitých (intervalových) stupnic (obr. 5.40). Dále je potřeba zvolit způsob přiřazení barevné škály hodnotám buněk rastru. K dispozici jsou klasifikační módy *Continuous* (spojitý), *Equal interval* (rovnoměrné intervaly) a *Quantile* (kvantily), z nichž pro tvorbu hypsometrie z hlediska přiřazení barevné škály jsou vhodné pouze první dva:

- *Continuous* (spojitý) roztáhne zvolenou barevnou škálu mezi minimální (*Min*) a maximální (*Max*) hodnotu v rastru, nelze zde specifikovat počet tříd. Tento mód je

Selected palettes for topography



Obr. 5.40 – Příklady barevných škál pro barevnou hypsometrii.



Obr. 5.41 – Barevná hypsometrie s nastavením spojitě barevné škály.

primárně určen pro spojitě barevné škály, ale lze v něm bez problémů pracovat i s nespojitou (intervalovou) barevnou škálou (obr. 5.41).

- *Equal interval* (rovnoměrné intervaly) roztáhnou barevnou škálu mezi minimální (*Min*) a maximální (*Max*) hodnotu v rastru, je možné specifikovat počet tříd. Metoda je primárně určena pro spojitě (plynulé) stupnice, které chceme rozdělit do intervalů. **Pozor:** v případě použití nespojitě (intervalové) barevné škály dojde při vyšším počtu tříd, než je počet barevných intervalů, k chybnému přiřazení stejné barvy více třídám.

Stínování

Stínování vytvoříme pomocí nástroje *Hillshade* (QGIS > *Raster terrain analysis* > *Hillshade*). Funkci *Hillshade* nalezneme také u jednopásmových rastrů v symbologii vrstvy v poli *Render type*. Tato funkce však zde nepracuje příliš dobře, neboť produkuje velmi

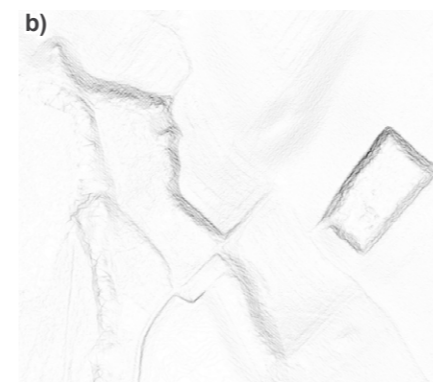
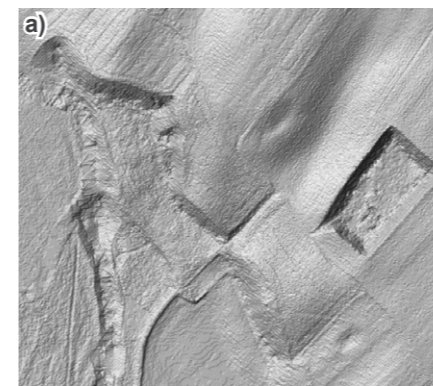
tmavé výsledky a ploché oblasti jsou chybně vykresleny. Pro kombinaci s barevnou hypsometrií je možné použít průhlednost, nebo přímo využít zabudované funkce pro prolnutí vrstev *Multiply* (Násobit).

Vizualizace výškopisu v OCAD

Vzhled vrstevnic je v OCAD přiřazen z nadefinovaných značek již v průběhu jejich generování. Veškeré úpravy jejich vzhledu se tak provádějí v rámci použitých značek v okně symbolů.

OCAD nabízí dva základní výstupy pro stínování (obr. 5.42): stínování svahů optimalizované pro zachycení terénních hran a stínování kombinované se šikmým světlem vhodné jako pozadí především u topografických map, neboť neztmavuje osvětlené části mapy a nesnižuje tak jejich čitelnost. Oba výstupy zpracujeme v menu *DEM*.

Z běžných funkcí OCAD dále nabízí zpracování barevné hypsometrie,



Obr. 5.42 – Srovnání dvou výstupů stínování v OCAD: a) běžné stínování, b) stínování se šikmým světlem.

nutno ovšem poznamenat, že nabídka je omezena na několik předdefinovaných barevných škál. Kombinace hypsometrie se stínováním je v tomto programu možná nastavením průhlednosti a překrytím rastrů v menu *Podklad / Spravovat*.

Další volně dostupné programy

Kromě nástrojů v ArcGIS, QGIS či OCAD lze pro práci s vizualizací výškopisu použít také alternativní specializované programy, dostupné zdarma.

ma. Jejich funkčnost je často omezená např. z hlediska podporovaného formátu vstupních dat (často ASCII soubor; ten lze vytvořit exportem z GIS) nebo maximální velikosti DMR.

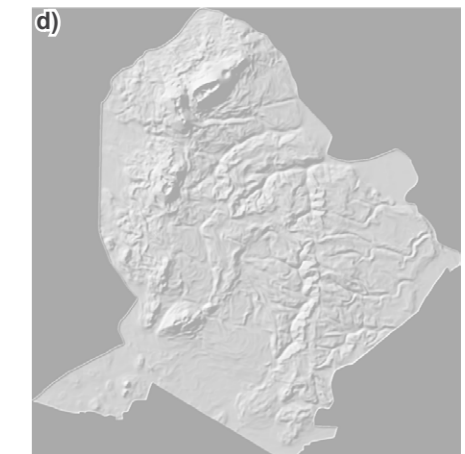
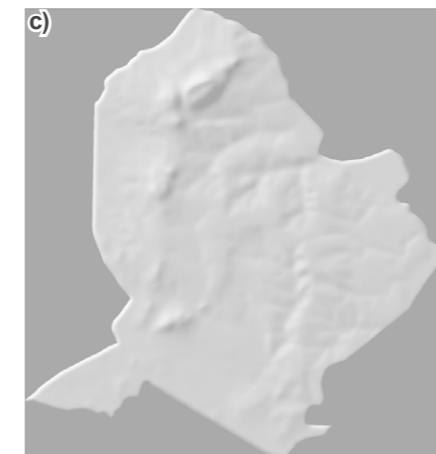
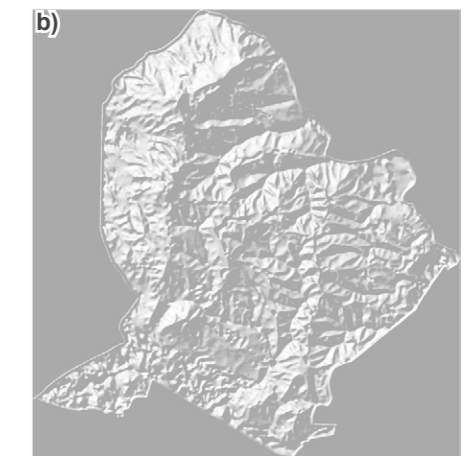
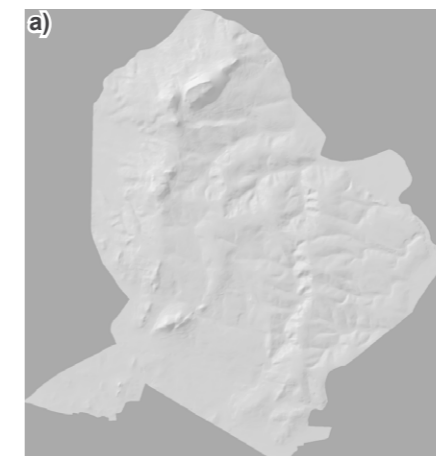
PyramidShader

Program *Pyramid Shader* umožňuje z DMR ve formátu ASCII vytvořit stínovaný reliéf (včetně jeho generalizace), stínované vrstevnice (*Illu-*

minated contours), hypsometrii a další způsoby vizualizace.

TerrainSculptor

Nástroj specializovaný na generalizaci stínovaného reliéfu (obr. 5.43), obsahuje několik nastavitelných parametrů, avšak kombinací různých hodnot dosáhnout velmi odlišných výsledků (LEONOWICZ ET AL. 2010).



Obr. 5.43 – Generalizace stínovaného reliéfu v Terrain Sculptor: a) originální data; b), c), d) různé varianty generalizovaných dat.

ScreePainter

Vytváří obraz skalních a kamenných moří ve vybrané části území na základě DMR (vhodné jako doplněk topografických map) (JENNY ET AL. 2010).

Literatura a použité zdroje

- EYNARD, J. D. & JENNY, B. (2016). Illuminated and shadowed contour lines: improving algorithms and evaluating effectiveness. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(10): 1923–1943.
- FIELD, K. & BEALE, L. (2016). *Terrain Tools v1.1*. Redland: ESRI.
- GILGEN, J. & JENNY, B. (2010). Digital Rock and Scree Drawing in Vector and Raster Mode. *Geographia Technica, SpecIs*: 24–31.
- IMHOF, E. (1982). *Cartographic Relief Presentation*. New York: De Gruyter.
- JENNY, B. & RÄBER, S. (2017). *Relief Shading website*. [www]
- JENNY, B., HUTZLER, E. & HURNI, L. (2010). Scree representation on topographic maps. *The Cartographic Journal*, 47: 141–149.
- JENNY, B., GILGEN, J., GEISTHÖVEL, R., MARSTON, B. E. & HURNI, L. (2014). Design principles for Swiss-style rock drawing. *The Cartographic Journal*, 51(4): 360–371.
- GEISTHÖVEL, R. (2017). *Automatic Swiss style rock depiction* [Ph.D. Thesis]. Zürich: ETH Zürich.
- LEONOWICZ, A. M. & JENNY, B. (2010). Automated small-scale relief shading: A new method and software application. *Geographia Technica, SpecIs*: 90–95.
- LEONOWICZ, A.M., JENNY, B. & HURNI, L. (2010). Terrain Sculptor: Generalizing terrain models for relief shading. *Cartographic Perspectives*, 67: 51–60.
- LYSÁK, J. (2016). An algorithm for automated digital rock drawing in the style used in Czech topographic maps. *AUC Geographica*, 51(1): 5–16.
- MARSTON, B. E. & JENNY, B. (2015). Improving the representation of major landforms in analytical relief shading. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(7): 1144–1165.
- NAGI, R. (2012). Using Image Analysis Functions to Display Layer Tints on Hillshades. *ArcWatch: GIS News, Views, and Insights [www]*
- PATTERSON, T., & JENNY, B. (2011). The development and rationale of cross-blended hypsometric tints. *Cartographic Perspectives*, 69: 31–46.
- RÄBER, S., JENNY, B. & HURNI, L. (2009). *Swiss Style Relief Shading Methodology: Knowledge base for further development and application in digital cartography*. In: *Conference Proceeding for ICC2009 the 24th International Cartographic Conference, Santiago de Chile*.
- SAMSONOV, T. (2011). *Multiscale hypsometric mapping*. In: *Advances in Cartography and GIScience*, vol. 1, s. 497–520. Berlin: Springer.
- SOUČEK, J. (2016). Nástroje Terrain Tools. *ArcRevue*, 25(3): 34–39.
- VERONESI, F. & HURNI, L. (2015). A GIS tool to increase the visual quality of relief shading by automatically changing the light direction. *Computers & Geosciences*, 74: 121–127.

VI

*Metody
tematické
kartografie*



Metody tematické kartografie bývají také často označovány jako **metody pro znázornění kvantitativních údajů** do mapy. Jejich cílem je totiž vizualizovat kvantitativní (tedy číselné) údaje, vztahující se k prostoru (například počet obyvatel měst, hustota zalidnění v krajích, intenzita provozu na silnici). Jako **prostorové jednotky** mohou být použity prvky a členění jak **fyzickogeografického**, tak **administrativního** charakteru (města, kraje, geomorfologické jednotky, povodí apod.).

6.1 Přehled metod

Metod tematické kartografie existuje celá řada. Při **volbě konkrétní metody** hraje roli zejména charakter dat – jejich **geometrie** (bodová, liniová, plošná) a **škála** (absolutní nebo relativní hodnoty, spojitě nebo nespojitě hodnoty apod.). Tradičně bývají **tříděny do nejrůznějších skupin** (viz přehled MIKLÍN & DUŠEK 2018), z nichž některé pojmy se objevují napříč klasifikačními systémy (**kartogram** či **metoda teček**), jiné jsou specifické nebo chápány trochu odlišně, principiální rozdíly existují také mezi národními přístupy. **Volba správné metody** a jejího konkrétního provedení je **mimořádně důležitá**, protože při použití špatné metody může dojít ke ztížení interpretace, případně až dezinterpretaci údajů z mapy.

Následující členění vychází z již zmíněné práce MIKLÍNA & DUŠKA (2018), v níž jsme navrhli **hierarchický**

systém založený na graficko-komunikačním principu metod. Jako **základní skupiny** můžeme rozlišit (i) **kartodiagramy** (k vyjádření hodnoty využívají parametr velikosti nebo počtu symbolů), (ii) **intenzitní barvy** (hodnotu vyjadřuje intenzita barvy), (iii) **metodu teček** (bodové symboly reprezentující daný počet výskytů jevu, rozmístěné dle skutečného rozložení výskytu), (iv) **povrchy** (různé způsoby vizualizace topografického či statistického povrchu) a (v) **anamorfózy** (mapy využívající deformaci prostoru na základě vyjadřovaných hodnot). Tyto základní principy mohou být navzájem **kombinovány**, v praxi je častá např. kombinace kartodiagramů nebo anamorfních map s metodou intenzitních barev.

V dalším třídění (používáme hierarchický přístup, který usnadňuje chápání logické struktury, důležitosti jednotlivých úrovní a rozdílů mezi metodami) obvykle metody třídíme podle **geometrie** (bodové, liniové, plošné), **přesnosti umístění symbolu** (topografické nebo schematické) a **složitosti metody** (kolik parametrů pro daný prvek můžeme vyjádřit). V dělení dle přesnosti umístění symbolu využíváme pojmy **topografické** a **schematické**. U **figurálních symbolů** chápeme jako topografické umístění takové, kdy znázorňujeme prvek, jež by v daném měřítku byl vyjádřen bodovou značkou, jako schematické pak vyjádření hodnoty figurální značkou, který se ale vztahuje k ploše (prvku, v měřítku mapy

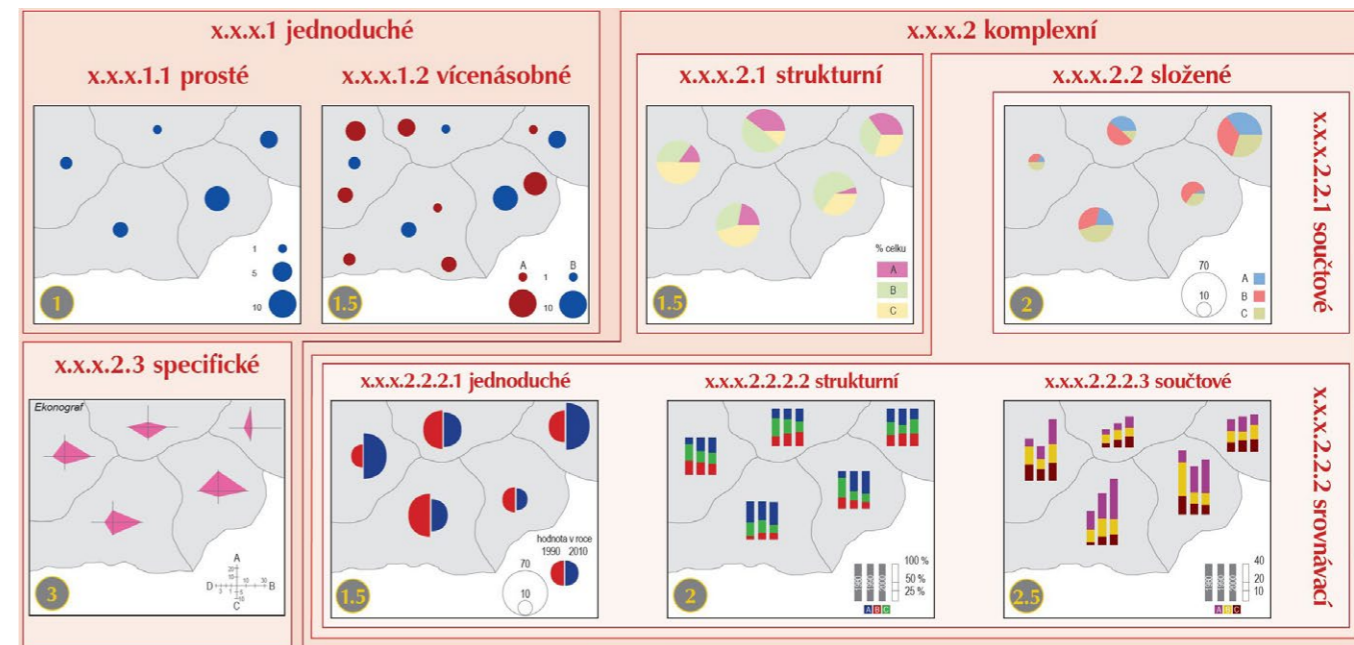
vyjádřeném plošně). U **liniových prvků** musíme u topografického umístění uvažovat vliv měřítka a generalizace, stejně tak úroveň schematicnosti může být různá (od zachování jen prvního a počátečního bodu po silné zjednodušení průběhu linie, které je však vždy vyšší, než by odpovídalo generalizaci).

V textu uvádíme i **anglické názvy pro metody**, a to ze dvou důvodů. Jednak je třeba je znát kvůli anglickému rozhraní GIS programů, hlavně se ale často liší a podobně vypadající pojmy znamenají odlišné věci.

6.1.1 Kartodiagramy

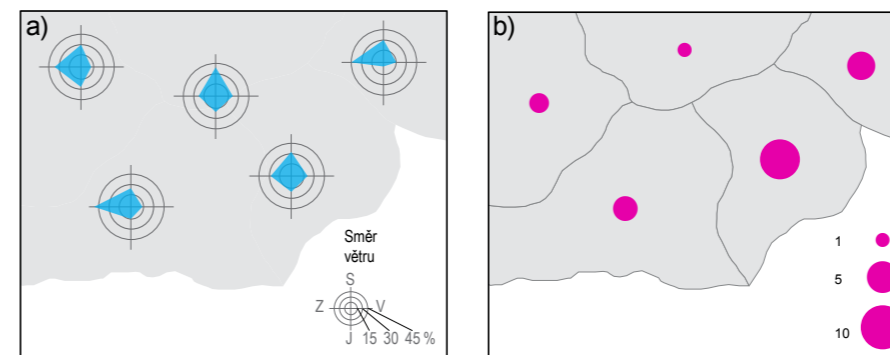
Metoda (1) **kartodiagramu** (*value-by-size/count maps*) vyjadřuje číselnou hodnotu **geometrickým parametrem** – buď **velikostí symbolu**, nebo **počtem symbolů** rozmístěných v určité ploše. Dle **geometrie** můžeme kartodiagramy dělit na (1.1) **figurální** (diagram nebo graf umístěný v mapě, vztažený k bodovému nebo plošnému prvku), (1.2) **liniové** (liniová značka se šířkou jako parametrem) a (1.3) **areálové** (diagramy vyplňující celou plochu jednotky). Podle **složitosti** (množství vyjadřovaných parametrů) můžeme kartodiagramy dělit dále (obr. 6.1); toho dělení lze aplikovat na figurální i liniové kartodiagramy, v praxi je však – zejména u složitějších forem – využíváno u figurálních forem.

(1.1) **Figurální** (někdy se používá také pojem bodové, byť je méně vhodný) kartodiagramy (*proportio-*



Obr. 6.1 – Dělení kartodiagramů dle složitosti.

nal symbols, graduated symbols, point diagrams) mohou být (1.1.1) **orientované** (tedy jejich orientace nebo orientace části má geografický význam – např. větrná růžice) nebo (1.1.2) **neorientované** (většina pou-

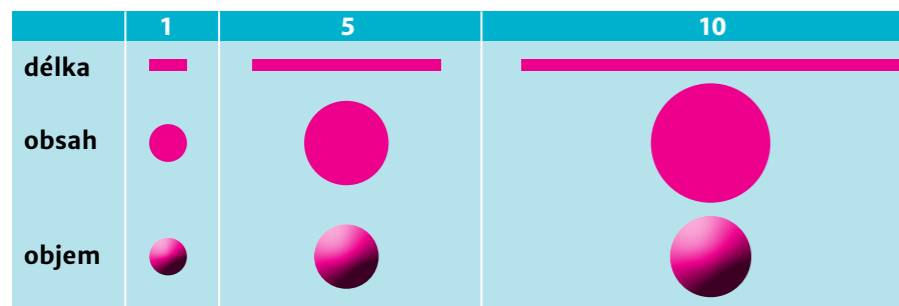


Obr. 6.2 – Figurální kartodiagram orientovaný (a) a neorientovaný (b).

žití) (obr. 6.2). Figurální kartodiagramy mají podobu **diagramu nebo grafu**, od nejjednodušších forem (kruh, čtverec) po formy složitější (víceosé grafy, srovnávací symboly a další). **Velikostní parametr**, kte-

rý vyjadřuje vlastní číselnou hodnotu jevu, může být trojí (obr. 6.3): **délkový** (tedy 1D – výška sloupce), **plošný** (tedy 2D – plocha kruhu, čtverce aj.) nebo **objemový** (pseudu 3D – objem nakreslené koule, krychle apod.). Z výzkumů vyplývá, že **nejpřesnější odhad** vyjadřované hodnoty je u 1D parametrů.

Z hlediska **tvaru symbolů** bývají za nevhodnější (z více důvodů) považovány **kruhy**, následované dalšími jednoduchými geometrickými tvary (čtverce, trojúhelníky apod.). **Složitě (obrázkové) symboly** jsou vizuálně atraktivní, ale z kartografického hlediska **méně vhodné**. Čím složitější tvar mají, tím **hůře čtenář odhaduje** vyjadřovanou hodnotu,



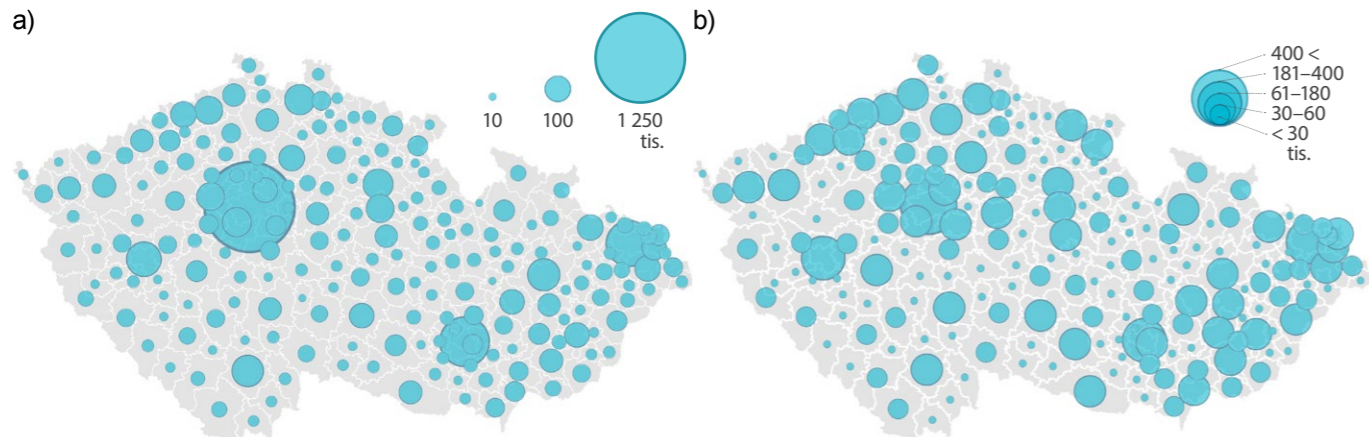
Obr. 6.3 – Použití délky, obsahu a objemu jako proměnné figurálního kartodiagramu.

případně poměr mezi dvěma symboly v mapě. Složitější tvary se také budou spíše překrývat a více opticky zaplní mapu než tvary jednoduché.

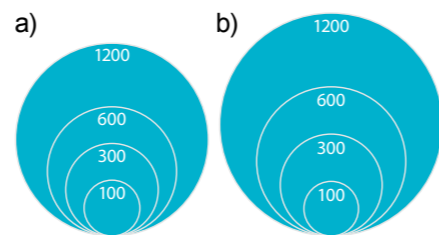
Při použití plochy nebo (zejména) objemu obrazce jako proměnné vyjadřující hodnotu je často dochází k podhodnocení údajů. U symbolů, které vyjadřují hodnotu plochou (kruhu, čtverce) se někdy využívá zvětšení symbolů (Flanneryho kompenzace, perceptuální škálování – obr. 6.4), které má za cíl eliminovat riziko podhodnocení údajů čtenářem. Využití objemu jako nejhůře

vnímání proměnné má opodstatnění v podstatě pouze u specifických případů, kdy existují mimořádně velké rozdíly mezi minimální a maximální hodnotou. Vyjádření takových dat právě objemem výrazně zmenší rozdíl velikosti, který bude symbol na mapě zabírat.

Změna velikosti symbolu může být plynulá (spojitá, neklasifikovaná), nebo skoková (intervalová, klasifikovaná – viz kap. 6.3) (obr. 6.5). Každé řešení má své výhody a nevýhody. U plynulé stupnice nedochází ke generalizaci dat vlivem rozřazení



Obr. 6.5 – Kartodiagram počtu obyvatel v ORP se spojitou (a) a skokovou (b) škálou.



Obr. 6.4 – Absolutní (a) a perceptuální (b) škálování na příkladu kruhového kartodiagramu.

do několika intervalů, a tak může přesně určit každou jednu konkrétní hodnotu. Na druhou stranu je (i při správně zhotovené legendě) určení hodnoty trochu obtížnější a celkově se z mapy hůře odhalují charakteristické vzorce/skupiny s podobnými hodnotami jevu. Skoková stupnice umožňuje jednoznačnější přiřazení hodnoty, vždy však známe pouze rozsah hodnot, ne konkrétní hodnotu. Skoková stupnice nemusí být přesně svázaná s velikostí obrazce (jinými slovy, pro snadnější odlišení konkrétních hodnot můžeme

velikost obrazců trochu upravit), to je však třeba pečlivě zvažovat, aby nedošlo ke zmatení čtenáře a dezinterpretaci mapy.

Praktické zásady pro tvorbu figurálních kartodiagramů

- Kartodiagramy vyjadřujeme zejména **absolutní hodnoty**, případně relativní hodnoty nepřepočtené na plochu.
- Důležitá je **vhodná velikost** (respektive rozsah velikostí) použitých symbolů.
- Metodu volíme pro data, jejichž hodnoty se **dostatečně liší** – budou rozpoznatelné rozdíly ve velikosti symbolů.
- Symboly by se (až na výjimky) **neměly překrývat** a měly by být umístěny uvnitř hranic jednotek.
- Pokud se symboly překrývají, umísťujeme **menší symboly na větší**, vždy ale tak, aby bylo možno odečíst i velikost symbolu spodního.
- **Kombinaci** s metodou intenzitních barev (viz dále) používáme k **vyjádření další informace**, nikoliv duplikaci informace.
- U **skokové stupnice** volíme dostatečný rozestup velikostí tak, aby bylo možno každý symbol jednoznačně zařadit do správné kategorie.

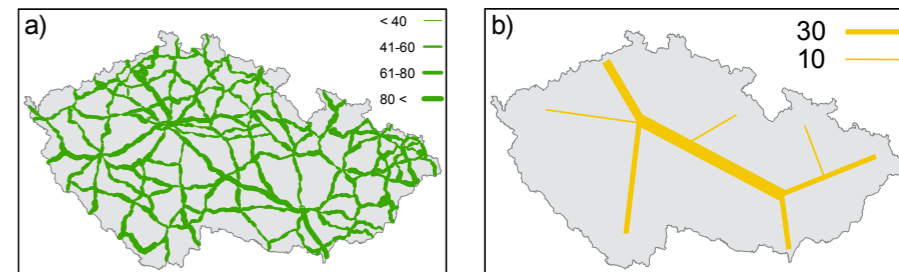
Pro legendu kartodiagramů platí:

- U **plynulé stupnice** by legenda měla obsahovat **minimálně dvě velikosti symbolů** (nejvyšší a nejnižší hodnotu), lépe však alespoň **tři velikosti**. Ideální je doplnění funkční

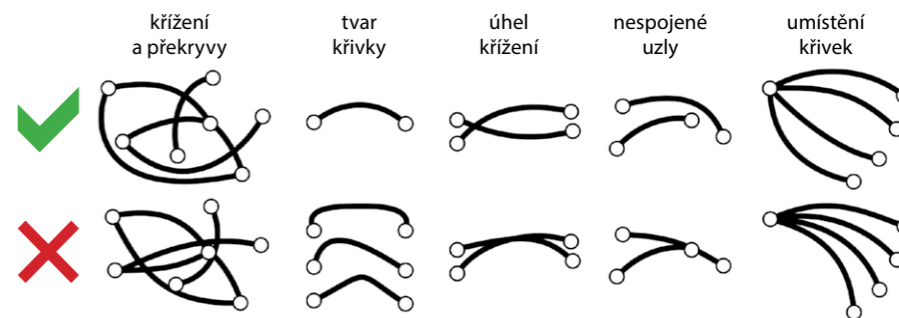
křivkou pro znázornění přesného vztahu mezi velikostí a hodnotou.

- U **skokové (intervalové) stupnice** uvádíme **všechny velikosti symbolu** použité v mapě (žádná tedy nesmí chybět, ani přebývat).

(1.2) **Liniové kartodiagramy** (v angličtině se používají pojmy jako *flow-line/flow maps, ribbon lines, diagram linear symbols*) dělíme podle **přesnosti umístění linií** na (1.2.1) **topograficky** nebo (1.2.2) **schematicky umístěné** (obr. 6.6). U schematicky umístěných linií (někdy označovaných jako *origin-destination flow maps*) existují různé možnosti tvaru a průběhu linií, některé vhodnější, jiné méně (obr. 6.7). Hodnota jevu



Obr. 6.6 – Liniový kartodiagram lokalizovaný topograficky (a) a schematicky (b).

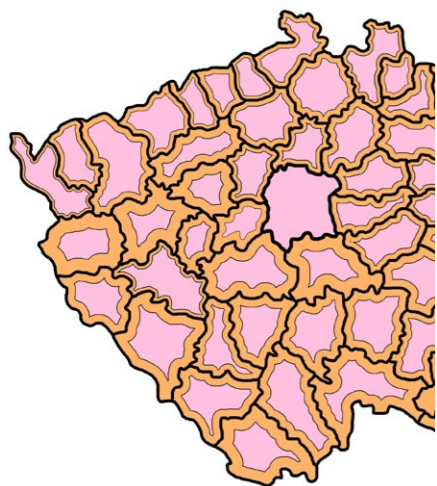


Obr. 6.7 – Designové aspekty schematicky umístěných liniových kartodiagramů.

[převzato z JENNY ET AL. 2018]

je vyjádřena šířkou linie. Vzhledem k tomu, že čím širší je linie v mapě, tím méně detailů může zachytit, bývají liniové kartodiagramy častěji **schematické**, s průběhem velmi zjednodušeným nebo jen spojujícím dva body (například města) bez ohledu na skutečnou trasu. Stejně jako u figurálních kartodiagramů, i zde mohou být **stupnice plynulé nebo skokové**, pro jejich tvorbu a legendu platí stejné zásady.

(1.3) **Plošné kartodiagramy** dělíme na (1.3.1) **geografické strukturální**, (1.3.2) **geometrické strukturální** a (1.3.3) **segmentové**. U geografických strukturálních kartodiagramů (obr. 6.8) je hranice jednotky (např. okresu) směrem dovnitř **lemována**

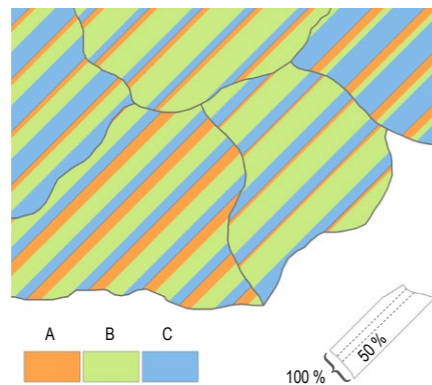


Obr. 6.7 – Kartodiagram plošný strukturální geografický. Poměr plochy vnitřní (fialové) a vnější (oranžové) části okresu je rovný poměru počtu obyvatel ve městech a na venkově. [upraveno podle Atlasu Československé socialistické republiky]

pruhem (jedním nebo více), přičemž jeho **šířka** (respektive **plocha** jím vyhraničená) určuje hodnotu jevu. Z hlediska tvorby, ale i interpretace se jedná o poměrně **složitou** a **málo** užívanou metodu.

Geometrické strukturální kartodiagramy (obr. 6.8) mají plochu celku rozdělenou na **stejně široké pruhy**, které jsou dále děleny podle vnitřní struktury daného jevu. Typickým příkladem využití je například zaměstnanost v primárním, sekundárním a terciárním sektoru. Pro tvorbu tohoto typu kartodiagramu platí následující pravidla:

- **součet hodnot** musí dávat **100 %**;
- pruhy obvykle mají **sklon 45 %** (případně sklon pruhů můžeme



Obr. 6.8 – Kartodiagram plošný strukturální geometrický.

využít k vyjádření nějaké další proměnné);

- **šířka pruhu** musí být taková, aby se do nejmenšího celku vešel alespoň jeden celý pruh;
- čím **užší** na mapě 100% pruh je, tím vyšší je minimální znázornitelná (resp. čitelná) hodnota jevu a zároveň tím menší je minimální postřehnutelný rozdíl hodnot;
- vzhledem k obvykle poměrně malé šířce pruhu na mapě je tato metoda vhodná pro vyjádření **menšího počtu prvků vnitřní struktury** (obvykle maximálně čtyř až pěti; můžeme si pomoci sloučením málo zastoupených kategorií do jedné – „ostatní“), zároveň je obtížná na přesnou interpretaci a špatně se znázorňují malé hodnoty.

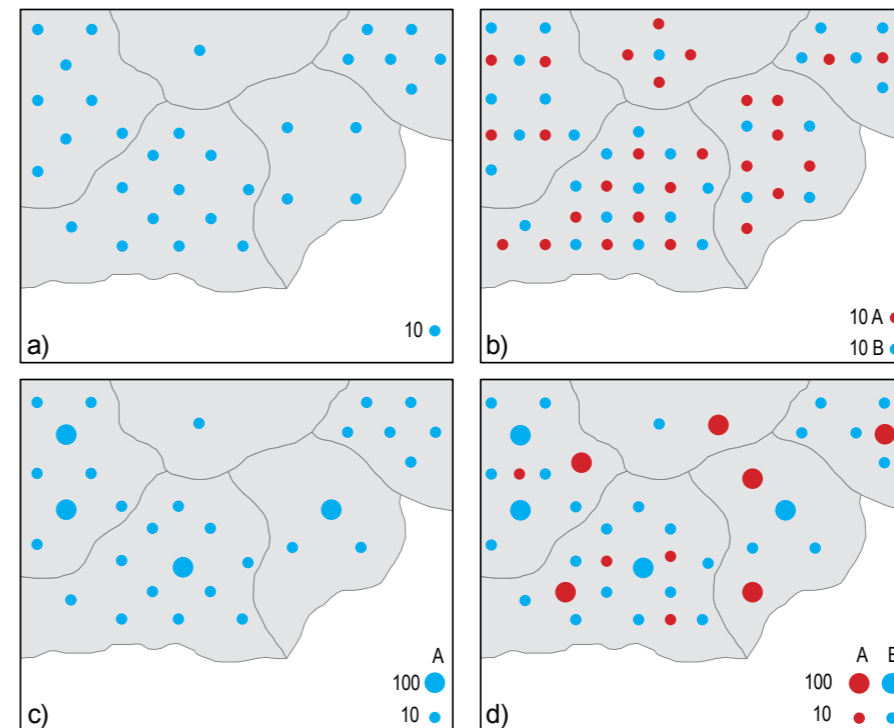
Zejména dříve se jednalo o poměrně běžnou metodu (zejména u **demografických map**), dnes je pro náročnou tvorbu v prostředí GIS používána výrazně méně.

Segmentové kartodiagramy (obr. 6.10) využívají podobný princip, jako metoda teček (viz dále). Bodový symbol zastupuje určité množství výskytu daného jevu (**váha symbolu**: např. jedna tečka odpovídá tisíci obyvatelům), tyto symboly jsou však v ploše jednotky **rozmístěny pravidelně**.

K získání informace o celkové hodnotě jevu je proto třeba **sečíst počet symbolů v dané jednotce**. Z hlediska principu metody se vlastně jedná o určitý přechod k metodě intenzitních barev (rozmístěné symboly můžeme chápat jako svého druhu rastr). Na rozdíl od metody teček však nejsme schopni zjistit skutečné rozmístění jevu uvnitř dané jednotky. Vyroženě **matoucí** je pak rozmístění symbolů nikoliv pravidelně, ale **náhodně**.

Pro tvorbu segmentových kartodiagramů platí následující zásady:

- volíme **správnou velikost a váhu symbolů** tak, aby se v žádné jednotce nepřekrývaly;
- při velkých rozdílech hodnot mezi jednotlivými jednotkami můžeme použít **symboly s různou vahou** (odlišené velikostí);
- do jedné mapy můžeme **kombinovat více jevů**, symboly pak odlišujeme tvarem nebo barvou;
- čím **menší jednotky** použijeme, tím **přesnější** obraz o skutečném rozmístění znázorňovaného jevu získáme;
- mapa by pro snadnější interpretaci měla být v **plochojevném kartografickém zobrazení**.



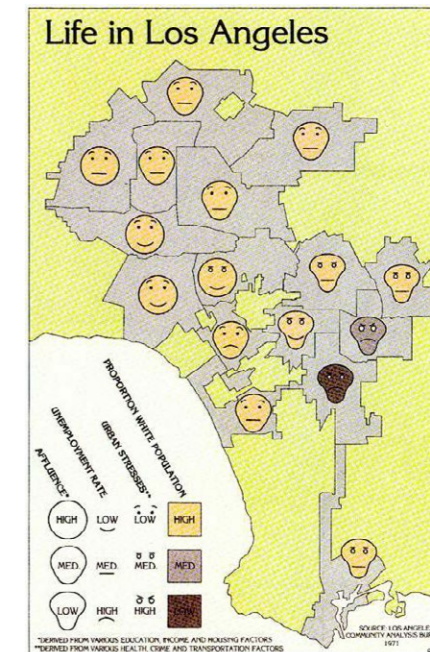
Obr. 6.10 – Plošný kartodiagram segmentový prostý (a, c) a vícenásobný (b, d) se stejnou (a, b) a různou (c, d) vahou teček.

Některé **složitější formy kartodiagramů** mají své vžitě názvy – například **ekonogramy** či **kartotypogramy** pro víceosé grafy. Specifickým případem metody pro znázornění vícerozměrných dat jsou tzv. **Chernoffovy tváře** (CHERNOFF 1973), které k vyjádření hodnot více proměnných využívají obličej a parametry jeho součástí – tvar, typ či barvu hlavy, očí, nosu apod. V praxi se nejčastěji využívají pro **mapy kvality života** (obr. 6.11) – tedy jevu, který se těžko vyjadřuje jedním (číselným) parametrem, ale spíše se skládá z několika dílčích součástí.

Vhodným přiřazením proměnných hodnotám můžeme snadno dosáhnout **intuitivního – emotivního** – vnímání celkového vyznění (usměvavý versus zamračený obličej), což však bývá považováno i za nevýhodu této metody.

6.1.2 Intenzitní barvy

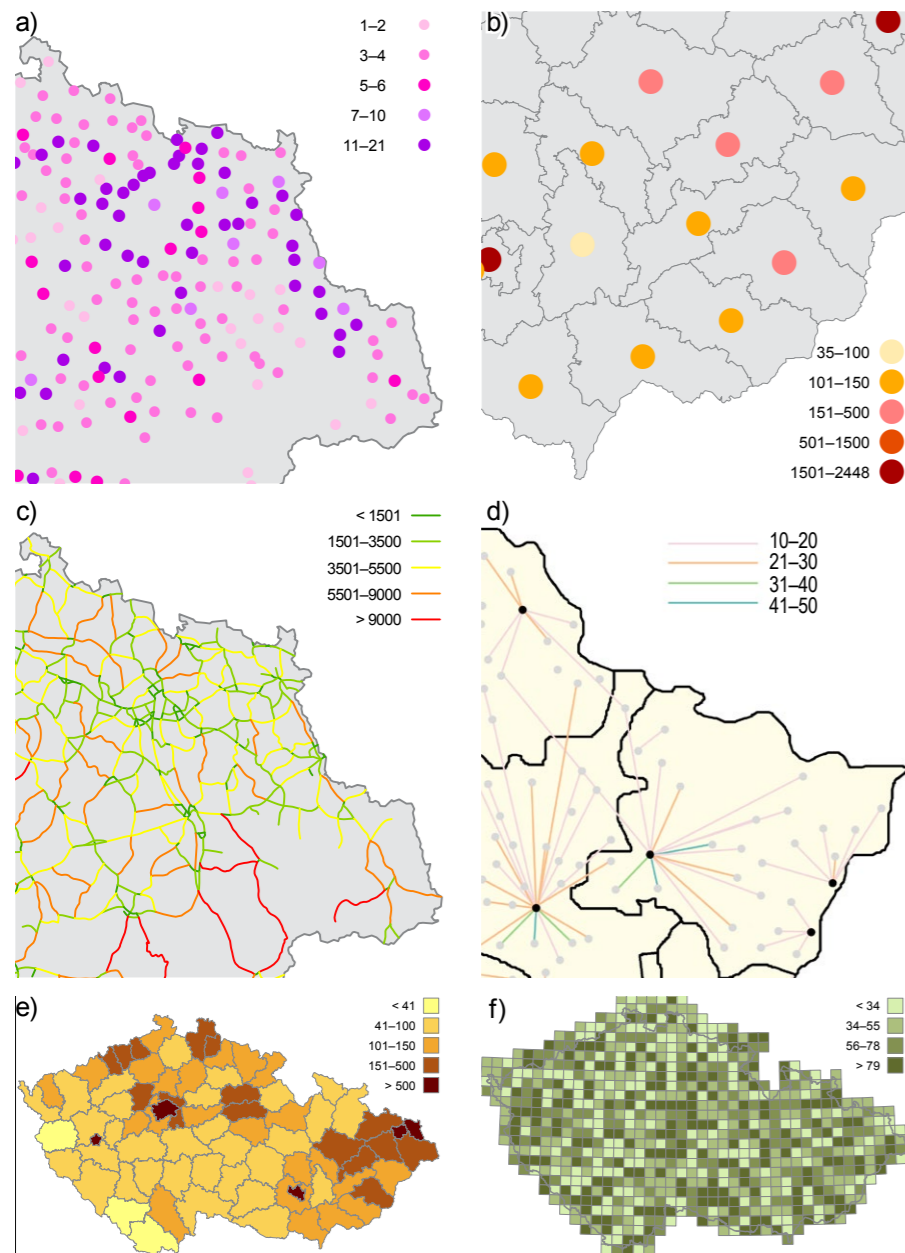
Metoda **intenzitních barev** (*value-by-colour maps*) vyjadřuje hodnotu jevu **barvou** (respektive odstínem šedé, rastrem, šrafováním), přičemž tyto barvy jsou **uspořádány do stupnice** (viz kapitulu 8.4). Primárně tyto



Obr. 6.11 – Příklad mapy využívající metodu Chernoffových tváří. [www]

metody dělíme podle **geometrie** (obr. 6.12) na (2.1) **figurální**, (2.2) **liniové** a (2.3) **plošné**. Právě plošné použití je v praxi nejčastější a tradičně se označuje jako **kartogram** (anglicky *choropleth*; výraz pochází z řeckých slov *choros* – místo a *plethein* – vyplňovat). Figurální a liniové znaky mohou být **lokalizovány** (2.x.1) **topograficky** nebo (2.x.2) **schematicky**, plošné mohou využívat (2.3.1) **geografické jednotky** (okresy, povodí aj.) nebo **geometrické** (2.3.2) **areály** (čtverce, šestiúhelníky).

Podle **složitosti** můžeme metody intenzitních barev dělit (v praxi téměř výhradně plošné; příklady na obr. 6.13) na (2.x.x.1) **jednoduché**

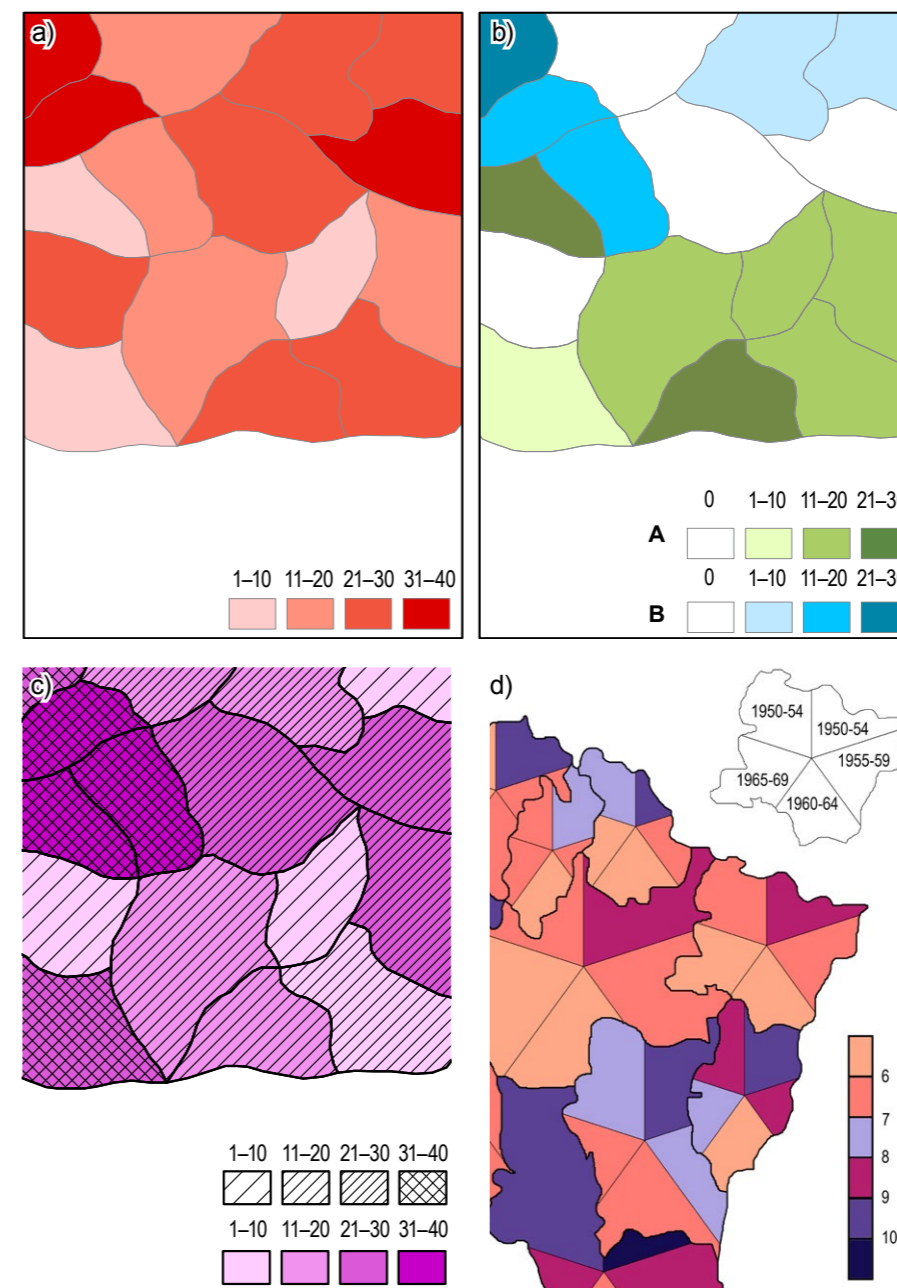


Obr. 6.12 – Metoda intenzitních barev: figurální, lokalizované topograficky (a) a schematicky (b); liniové, lokalizované topograficky (c) a schematicky (d); plošné s geografickými (e) a geometrickými (f) areály.

prosté (mapa vyjadřuje hodnoty jeho jevu, stejného pro všechny jednotky); (2.x.x.1.2) jednoduché vícenásobné (pro každou jednotku vyjadřujeme jen jednu hodnotu, avšak v rámci mapy můžeme používat více stupnic; do mapy můžeme kombinovat buď nepřekrývající se jevy, nebo pro každou jednotku vybrat jev nejdůležitější apod.); (2.x.x.2) složné (kombinace více jednoduchých kartogramů na sobě, vyjádřených např. barevnou stupnicí a šrafami, nebo kombinací různě nakloněných šraf); a (2.x.x.3) kompozitní (plocha jednotky je geometricky rozdělena na několik částí, každá z nich vyjadřuje jinou hodnotu – buď hodnotu jiného jevu, nebo hodnotu stejného jevu v jiném časovém období).

Zásady metody intenzitních barev:

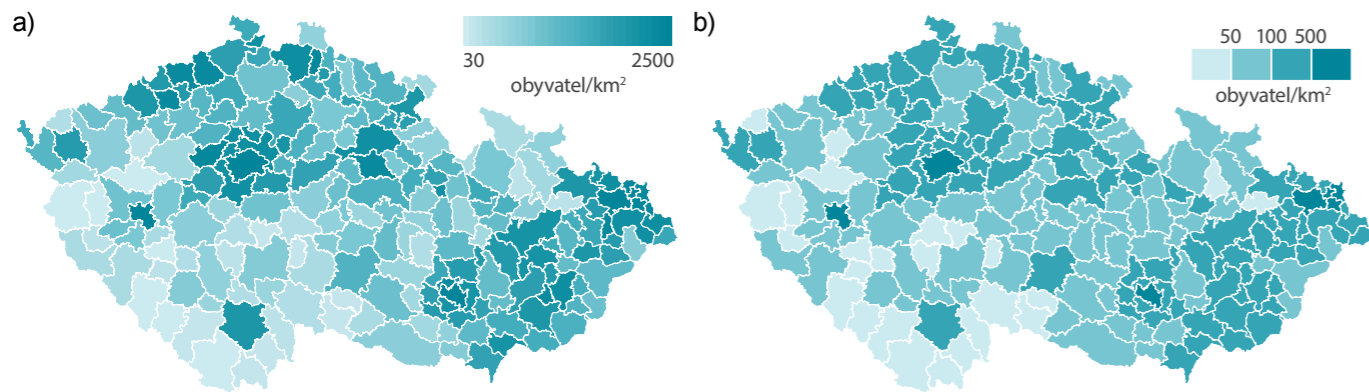
- Stupnice může být plynulá nebo intervalová (klasifikovaná) (obr. 6.14). Častěji se využívá stupnice klasifikovaná, která (při vhodném rozdělení intervalů) umožňuje snadněji odhalovat vzorce a skupiny v datech. Plynulá stupnice umožňuje negeneralizovaný pohled na data, v praxi je však čtení konkrétních hodnot nesnadné.
- Plošné intenzitní barvy (kartogramy) slouží k vyjádření relativních hodnot, ideálně přepočtených na plochu (např. hustota zalidnění) nebo případně jinou proměnnou. Absolutní hodnoty můžeme do kartogramu vynést pouze v případě stejně velkých jednotek (obvykle tedy pravidelné sítě čtverců, šestiúhel-



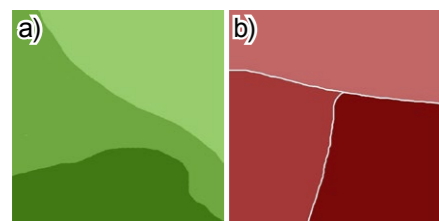
Obr. 6.13 – Kartogram jednoduchý prostý (a), jednoduchý vícenásobný (b), složený (c), kompozitní (d).

níků apod.). V ostatních případech je použití absolutních hodnot v kartogramu matoucí a vede k dezinterpretaci mapy.

- Mapy s kartogramy by měly být v plochojevném kartografickém zobrazení.
- Počet intervalů určuje míru detailu, při určování počtu kategorií musíme brát ohled jak na statistické rozdělení dat (viz kapitolu 6.3), tak na barevnou stupnici a možnost praktického odlišení barev (viz kapitolu 8.2). Obvyklý počet intervalů bývá 4-8.
- Mezi jednotkami kartogramu by měly být znázorněny hranice, a to tak, aby byly zřetelné vůči všem barvám a odstínům použitých v kartogramu.
- Při interpretaci (případně i volbě metody) kartogramů je třeba si uvědomit, že plošné rozložení zobrazovaného jevu (například hustoty zalidnění) nemusí korelovat s použitými územními jednotkami – jinými slovy i když je celý okres vybarven jednou barvou značící určitou hustotu zalidnění, ve skutečnosti se může hustota zalidnění v jednotlivých částech okresu výrazně lišit (obr. 6.14).
- Vždy je třeba zvolit vhodný typ barevné stupnice (viz kap. 8.4.2). Zvláštním případem složených kartogramů jsou tzv. value-by-alpha mapy (ROTH et al. 2010), česky by se daly označit jako průhlednost normalizovaný kartogram (MIKLIN 2016). Principem této metody je využití a kombinace dvou vrstev (obr.

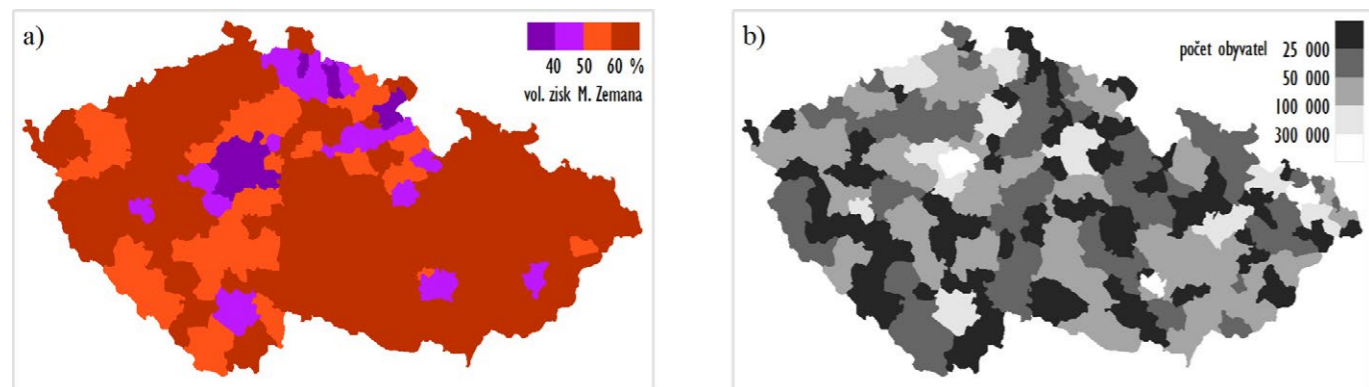


Obr. 6.14 – Kartogram hustoty zalidnění v ORP se spojitou (a) a intervalovou (b) škálou.



Obr. 6.15 – Skutečná distribuce mapovaného jevu (a) může být výrazně odlišná od průběhu hranic jednotek, použitých v kartogramu (b).

6.16): **tematické** (obsahující data o zájmovém jevu, vyjádřené barev-

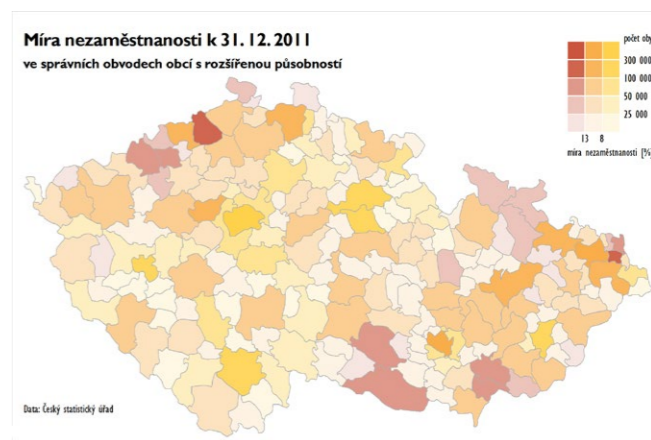
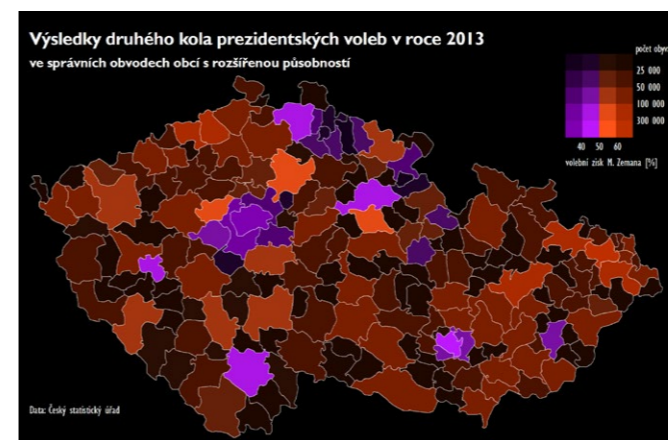


Obr. 6.16 – Tematická (a) a normalizační (b) vrstva pro tvorbu value-by-alpha mapy.

nou škálou) a **normalizační** (obsahující data o jevu, použitím pro vyjádření důležitosti – a tím následně vizuální váhy – daného místa; např. počet obyvatel územního celku). Použití této metody je vhodné u kartogramů **zobrazujících data nepřepočtená na plochu**, například procentní výsledky voleb. Pokud tato data – vyjádřená barevnou stupnicí – normalizujeme za použití vrstvy obsahující počet obyvatel každé jednotky tak, že barvy jednotek s malým počtem obyvatel

budou **více průhledné** (a tedy méně zřetelné) než barvy jednotek s velkým počtem obyvatel (které tedy na celkový výsledek voleb mají výrazně větší vliv), **zlepšíme míru interpretovatelnosti mapy**.

Autoři metody *value-by-alpha* map doporučují pro **tematickou (barevnou) vrstvu** používat stupnici se **dvěma až třemi intervaly** (v případě **divergentního schématu čtyřmi až šesti intervaly**). Barvy, použité pro tematickou vrstvu, by neměly mít sytost ani barevnou hodnotu (vyjád-



Obr. 6.17 – Value-by-alpha mapa s použitím černé (vlevo) a bílé (vpravo) normalizační barvy.

dřeno v barevném modelu HSV nebo HSL) pod 50 %, neboť v tomto případě by při naložení normalizační vrstvy došlo k poklesu těchto hodnot na nerozlišitelnou úroveň.

Vrstva normalizační by pro dosažení optimálního vzhladu výsledné mapy měla naopak obsahovat **větší počet intervalů**; autoři doporučují rozmezí **pěti až sedmi intervalů**. Normalizační vrstva může být tvořena **bílou nebo černou barvou** (obr. 6.17), přičemž jednotlivé intervaly se navzájem odlišují průhledností: maximální (tedy 0% krytím) pro maximální hodnoty (např. nejvyšší počet obyvatel) a minimální (autoři doporučují používat krytí zhruba 80–85 %; vyšší krytí by zcela znemožnilo určení barevného odstínu hodnoty tematické vrstvy) pro minimální hodnoty (např. nejmenší počet obyvatel).

Použití **bílé nebo černé barvy** má výrazný vliv na výslednou podobu mapy. **Normalizační černá barva**

mění celkovou barevnou hodnotu tematické barvy; oblasti s nízkými normalizačními hodnotami se jeví jako spíše tmavé a nevýrazné, čímž dávají vyniknout oblastem s hodnotami vysokými, kde je tematická barva výrazně světlejší i sytější a tím výraznější. Naopak **normalizační bílá barva** mění primárně sytost (a jen doplňkově) tón barvy. Jelikož samotná sytost jako barevná proměnná je v kartografii považována za nedostatečnou, *value-by-alpha* mapy s použitím bílé jako normalizační barvy jsou méně kontrastní a tedy efektivní, než ty s využitím černé.

Tvorba value-by-alpha map v praxi
V zásadě existují dva základní přístupy k (počítačové) tvorbě *value-by-alpha* map. První možností je **(i) vytvoření obou vrstev** (tematické a normalizační) v GIS a jejich vzájemné **prolnutí v grafickém programu** (WOODRUFF 2015), nebo **(ii) využití**

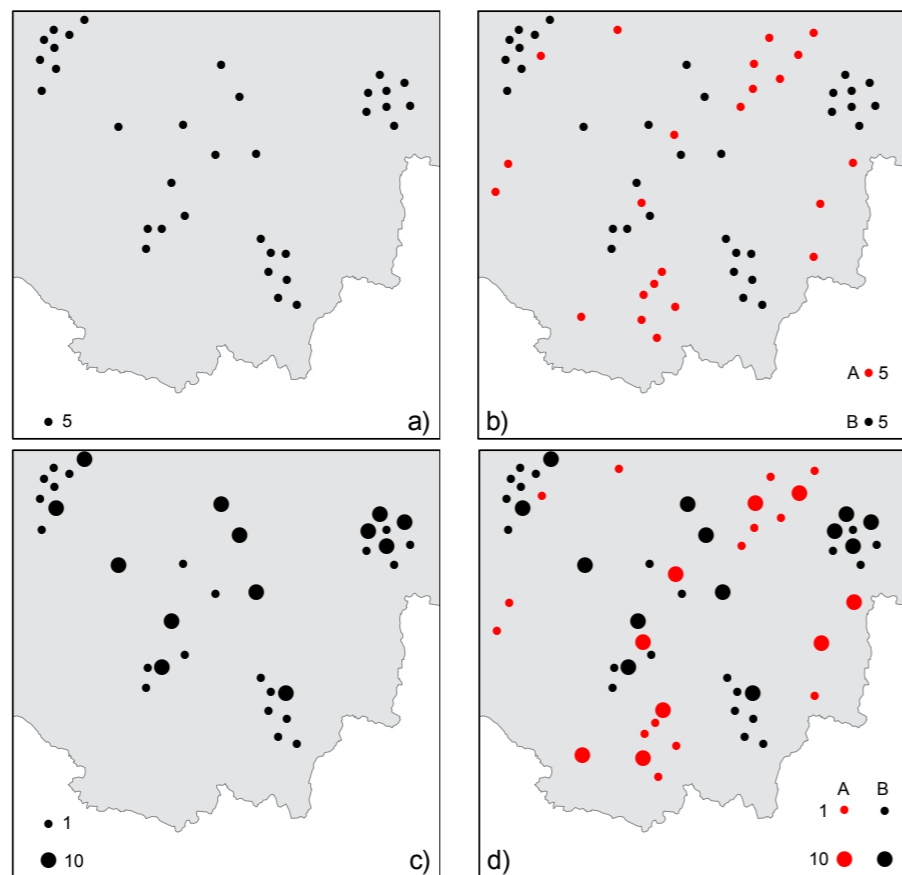
různých průhledností tematických vrstev v kombinaci s pozadím přímo v GIS programu (WHEELER 2015). Principiálně zcela odlišným přístupem je pak **(iii) výpočet konečných hodnot barevné škály** (tedy tematické již v kombinaci s normalizační) a jejich přiřazení jednotlivým prvkům pomocí pomocných (nově vytvořených) atributů v GIS software (WOODROW 2015). Podobně si lze vytvořit atribut kombinující hodnoty tematické a normalizační vrstvy a každé kombinaci následně přímo přiřadit barvu.

Ad (i). Prvním krokem je vytvoření **tematické vrstvy** v GIS software, s barevnou škálou a intervaly odpovídajícími jak všeobecným kartografickým zásadám (např. volba stupnice), tak specifikům tvorby *value-by-alpha* map (tedy spíše nižší počet intervalů). Druhým krokem je vytvoření **vrstvy normalizační** s využitím škály od velmi tmavě šedé (cca 10–15 % světlost v HSV/HSL barevném modelu pro oblasti nedůle-

žité) po čistě bílou pro oblasti nejdůležitější. Pro dosažení optimálních výsledků autor na základě vlastní zkušenosti doporučuje pro intervaly vespod a ve středu stupnice použít větší (cca 20–30%) rozestup světlosti, zatímco mezi prvním a druhým nejvyšším intervalem (tedy bílou a nejsvětlejší šedou) zvolit rozestup světlosti menší (cca 10%).

Dalším krokem je **export mapy z GIS**, přičemž je možno zvolit formát vektorový (např. SVG, AI) nebo rastrový (např. TIFF, BMP). Sloučení obou vrstev v **grafickém software využívá tzv. masky průhlednosti vrstvy**. Maska vrstvy určuje její **průhlednost** tak, že místa, kde je maska bílá, mají 100% krytí, zatímco místa, kde je maska černá, mají krytí nulové; krytí míst s šedou barvou pak analogicky záleží na tmavosti/světlosti šedé. Princip vytvoření *alpha-by-value* mapy pak spočívá ve **využití normalizační vrstvy jako masky průhlednosti**; normalizační barva (černá nebo bílá) je dána pozadím pod tematickou vrstvou. Tento postup funguje např. s využitím **Adobe Illustrator** (v případě vektorového formátu) nebo **Adobe Photoshop** (v případě formátu rastrového). Alternativou pro tyto komerční programy může být program **Gimp**, který ve své aktuální verzi také podporuje masky průhlednosti pro vrstvy. Důležitou podmínkou pro to, aby bylo možno normalizační vrstvu použít jako masku průhlednosti, je použití **černobílého režimu (stupně šedi)**, bez něj tato vrstva do masky vrstvy nejde vložit.

Aby v **legendě** byly zastoupeny všechny možné kombinace tematické a normalizační vrstvy, je třeba vytvořit legendu s počtem sloupců a řádků odpovídajícím počtu intervalů jednotlivých vrstev a ty pak stejnou metodou jako samotné mapy sloučit. Tato metoda přímo kombinuje vytvořenou tematickou a normalizační vrstvu, nevýhodou je nutnost exportu map z prostředí GIS a jejich dokončení v grafickém programu.



Obr. 6.18 – Metoda teček, tečky prosté (a, c) a vícenásobné (b, d) se stejnou (a, b) a různou (c, d) váhou teček.

Ad (ii). Prvním krokem je opět vytvoření **tematické vrstvy v GIS** a její následná **multiplikace** tak, aby počet vrstev odpovídal počtu intervalů hypotetické normalizační vrstvy. V každé vrstvě je pak třeba pomocí **zobrazovací podmínky (Definition query)** nastavit zobrazení dat daného intervalu hypotetické normalizační vrstvy (tedy např. počtu obyvatel). Nejspodnější vrstva zahrnuje nejnižší interval, nejhor-

nější interval nejvyšší. Každé vrstvě pak nastavíme **průhlednost** tak, aby nejhornější měla 100% krytí, druhá krytí 90%, další nižší krytí vždy podle počtu intervalů a nejspodnější vrstva krytí cca 10–15%. Normalizační barvu (bílou nebo černou) pak určuje nastavení **pozadí datového rámce**. V případě práce v programu ArcGIS již automatická legenda obsahuje nastavenou průhlednost vrstvy, pro finalizaci ji stačí **převést na grafiku (Convert to graphic)** a jednotlivé části naskládat na sebe, případně vložit černé pozadí.

Dalším způsobem, jak *value-by-alpha* mapu **přímo v programu ArcGIS** vytvořit, je využití možnosti nastavení průhlednosti symbolu na základě hodnoty určitého atributu (*Vary symbology by attribute > Transparency*). Proto tento postup vyžaduje určitou předpřípravu dat s vytvořením **pomocných atributů** s kategorií jak tematické, tak normalizační vrstvy. I tak se ale jedná pravděpodobně o nejjednodušší způsob, jak *value-by-alpha* mapu vytvořit.

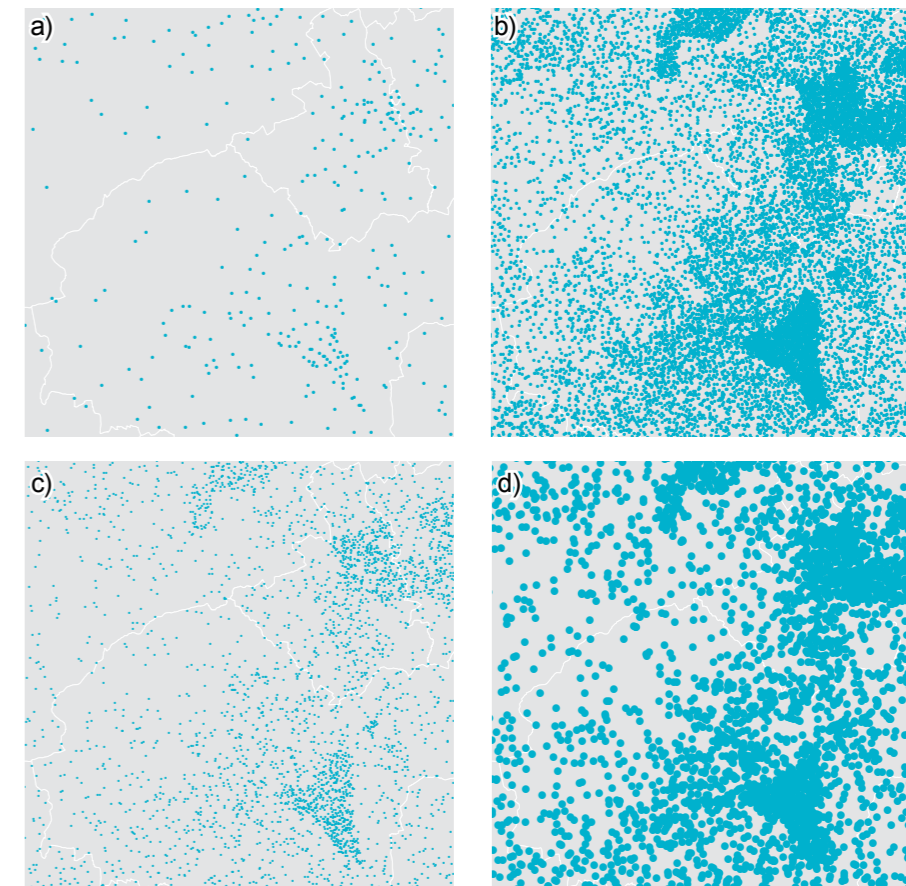
6.13 Metoda teček

Principem **metody teček** (angl. *dot maps*) je vyjádření kvantitativní hodnoty pomocí **bodového symbolu**, který **zastupuje určité množství výskytu daného jevu** (váha symbolu: např. jedna tečka odpovídá tisíci obyvatelům). Na rozdíl od segmentových kartodiagramů jsou však tyto symboly rozmístěny v ploše mapy dle **skutečného rozmístění**

výskytu daného jevu, a umožňují tak získání přesnějších znalostí.

Stejně jako u segmentových kartodiagramů, i u metody teček můžeme v jedné mapě používat **více typů symbolů** pro odlišení různých jevů (tvarem či barvou symbolu), nebo **tečky s různou váhou** (v případě velkých

rozdílů mezi minimální a maximální hodnotou jevu) (obr. 6.18). Jelikož tato metoda umožňuje získat informaci jak o absolutních hodnotách (celkový počet výskytů daného jevu v jednotce), tak o hustotě jevu, je žádoucí používat pro tyto mapy **plochojevné kartografické zobrazení**.



Obr. 6.19 – Metoda teček (na příkladu počtu obyvatel) s různými parametry: mapy (a) a (b) mají vhodnou velikost tečky (2 b.), ale váha tečky (1 tečka = 500 obyvatel, resp. 1 tečka = 10 obyvatel) je příliš velká/malá, takže prostorový vzor rozmístění obyvatel je z mapy nezřetelný; mapy (c) a (d) mají vhodnou váhu tečky (1 tečka = 50 obyvatel), ale jejich velikost je příliš malá/velká.

Klíčovým problémem při tvorbě tečkových map je **určení váhy a velikosti tečky** (obr. 6.19). Při tom je nutno zohledňovat několik aspektů:

- Tečky musí být **dostatečně velké**, aby byly čitelné (viz kap. 4.1), ale **ne příliš velké** – aby se **nepřekrývaly** (na místech s největší hustotou jevu by se tečky měly **dotýkat**).
- Váha tečky musí být taková, aby byla schopná jev znázornit jak na místech s **minimálním výskytem**, zároveň ale nesmí na místech s vysokou hustotou jevu docházet ke **slévání symbolů**. Konečně musí být váha tečky taková, aby mapa **správně vypovídala o vzorech** v rozmístění jevu.
- Obecně platí, že metoda teček **není vhodná pro data s extrémním rozptylem hodnot**, protože v takových případech není možné zvolit vhodnou váhu tečky tak, aby byla zachována vypovídací schopnost metody.
- Váha tečky by měla mít **snadno zapamatovatelnou** a uchopitelnou číselnou hodnotu (např. 5, 10, 1000, ne 8, 35 apod.).
- Váha tečky má **vliv na generalizaci dat**: jednou tečkou budou znázorněny hodnoty odpovídající intervalu váha tečky +- polovina váhy (pokud je váha tečky 500, jedna tečka bude použita pro hodnoty od 250 do 749). Čím větší váha, tím větší generalizace.

Pro tvorbu tečkové mapy existují dva přístupy. V prvním případě vycházíme ze **znalosti rozmístění jevu v dostatečně malých jednot-**

kách (např. počty obyvatel jednotlivých obcí). Pokud v rámci těchto ploch rozmístíme tečky pravidelně a pak odstraníme hranice výchozích jednotek (a případně je nahradíme – pro orientaci – hranicemi vyšších jednotek, například okresů), získáme tečkovou mapu s rozmístěním teček poměrně dobře reflektující skutečné hodnoty jevu. V praxi se však pravděpodobně objeví problémy se stanovením správné váhy/rozměru tečky a takto vzniklá mapa bude vyžadovat manuální úpravu.

Druhý přístup vychází z principu opačného – počet teček, **stanovený pro vyšší jednotku** (například pro okres podle celkového počtu obyvatel) – se snažíme **rozmístit na základě znalosti skutečného rozmístění jevu** (tedy např. obyvatel v rámci okresu). K tomu lze využít různých (polo)automatizovaných postupů s využitím pomocných vrstev, na jejichž základě lze rozmístění sledovaného jevu odvozovat (viz třeba LANGFORD & URWIN 1994 nebo EICHER & BREWER 2001). Tento postup bývá často označován jako **dasymetrické metody**.

V obou případech platí, že tvorba správné tečkové mapy v **prostředí GIS** stále není úplně triviálním úkonem a vyžaduje ruční zásahy. **Nepříjemné** je pak využití **náhodného rozmístění teček** v rámci jednotek, které mnohé programy (bohužel) nabízí.

6.1.4 Povrchy

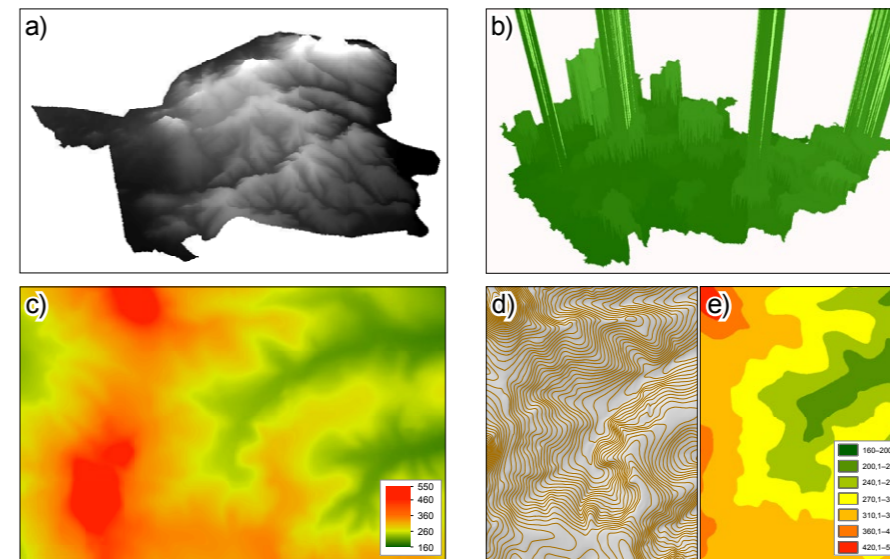
Do skupiny povrchů řadíme nejružnější způsoby vizualizace dat za-

ložených na třech souřadnicích: X a Y určujících polohu daného bodu a **Z jako výšky** nad (nebo pod) základní úrovní. Povrchem můžeme chápat jak **povrch skutečný** – reliéf, tak **statistický** (abstraktní – například výška srážek, teplota apod.).

Pro kontinuální vizualizaci povrchu musíme znát **hodnotu Z pro každou kombinaci X a Y souřadnic** (na tištěné mapě vyjádřenou tiskovým bodem, na digitální mapě pixelem). Taková data buď můžeme mít k dispozici **přímo** (hustá pravidelná síť měřících bodů), mnohem častěji však bude nutno tyto hodnoty **interpolovat** z méně husté a nepravidelné sítě zjištěných údajů. Otázka interpolace těchto neznámých hodnot (viz dále) je pro podobu povrchu (bez ohledu na to, jakým způsobem jej dále budeme vizualizovat) klíčová a proto je nutné zvolit vhodný způsob.

Povrch můžeme vizualizovat při **(4.1) kolmém** nebo **(4.2) šikmém pohledu**, a hodnoty zobrazovat **(4.x.1) kontinuálně** nebo **(4.x.2) intervalově (skokově)**. V rámci těchto principů existuje bezpočet různých **grafických možností vizualizace** (obr. 6.19).

Nutno podotknout, že právě v klasifikaci zobrazení povrchů (respektive obecně 3D dat) jsou v jednotlivých klasifikacích kartografických metod poměrně velké rozdíly (DUŠEK & MIŘIJOVSKÝ 2009). Zejména mezi laiky se často používá označení **3D pohled** pro jakoukoli vizualizaci trojrozměrného fenoménu, i když se jedná pouze o **dvourozměrný obraz** (typicky



Obr. 6.19 – Vizualizace povrchu: spojená (a, c) a nespojitá (b, d, e); šikmý (a, b) a kolmý (c, d, e) pohled.

třeba **blokdigram** nebo **panoramatická mapa**). Někteří autoři také rozlišují **2,5D data** (mají právě jednu hodnotu Z pro každou kombinaci X a Y – například výška nad mořem, roční úhrn srážek apod.) a **3D data** (která obsahují pro každou kombinaci prostorových souřadnic X, Y a Z také hodnotu geografického jevu – například teploty nebo koncentrace CO₂ v atmosféře).

Šikmé pohledy na povrchy (obr. 6.19a, b) jsou (zejména v souvislosti s rozmachem počítačové grafiky a tím výraznému zjednodušení jejich tvorby) poměrně populární. K jejich výhodám patří intuitivní interpretace a určitá vizuální atraktivnost. Naopak nevýhodou bývá spíše **obtížné čtení přesných konkrétních hodnot** (jak polohových, tak „výškových“;

tematická informace – výška – proto často bývá současně vyjádřena také barvou nebo mohou být zobrazeny izolinie). Špatně se touto metodou zobrazují data s extrémně vysokými hodnotami, z hlediska praktického může být problém „zastínění“ některých údajů při určité kombinaci směru pohledu a konkrétních hodnot dat. Tomu se dá vyhnout alternativním natočením směru pohledu, ovšem výrazné otočení proti obvyklému zobrazení (tj. horní okraj zobrazení orientován k severu) bývá pro většinu uživatelů matoucí.

Spojité kolmé pohledy s hodnotami vyjádřenými barevnou – respektive černo-bílou škálou) (obr. 6.19a, c) umožňuje negeneralizovaný pohled, ovšem přesné čtení konkrétních hodnot může být problematic-

ké. Důležitá je **správně zhotovená legenda**, obsahující dostatek popisů, minimálně pro každou základní barvu (odstín).

U **intervalového kolmého pohledu** existují dva základní způsoby vizualizace, a to pomocí **izolinií** (obr. 6.19d; čar spojujících místa se stejnou hodnotou daného jevu) nebo **barevných pásů** (obr. 6.19e; vybarvení hodnot spadajících do určitého intervalu danou barvou). Na příkladu reliéfu jsou reprezentantem prvního přístupu **vrstevnice**, druhého **barevná hypsometrie**. Tyto základní přístupy můžeme různým způsobem kombinovat (izolinie + barevné pásy se stejným nebo rozdílným intervalem, izolinie s barvou odpovídající hypsometrickému přístupu, vizualizace izolinií s využitím osvětlení/stínu). Na rozdíl od šikmých pohledů tyto metody umožňují přesnější čtení údajů, ale nejsou tak intuitivní.

Interpolace z pohledu kartografie

Dále budou jako příklad vizualizačních metod povrchů uváděny izolinie, ale závěry se týkají všech metod znázornění spojených povrchů. Při využití **izolinií** pro zakres určitých jevu v mapě je možné z kartografického hlediska odlišit tři varianty:

1. **jsou dány přímo izolinie**, např. jako liniiová vektorová vrstva – v tomto případě je třeba řešit pouze otázky spojené čistě s vizualizací (barva a tloušťka čar apod.);

2. **je možné získat hodnotu jevu v libovolném bodě** – méně

častý případ, kdy je např. hodnota jevu dána funkcí. Může se jednat o hodnoty kartografického zkraslení nebo vzdáleností, které se vyjadří pomocí ekvideformát nebo ekvidistant. Průběh izolinií mohou zjistit matematicky s potřebnou přesností a následně řešit vizualizaci;

3. je dána množina bodů rozmístěných v území a k nim hodnoty jevu – na základě vstupních dat je nutné určit průběh izolinií. Jedná se v kartografii o nejčastější případ, který bude dále podrobněji rozebrán.

Pro zjištění polohy izolinií ze známých hodnot v jednotlivých bodech se používá interpolace. Interpolace je obecný pojem, který v sobě zahrnuje velké množství konkrétních metod „odhadování hodnot v mezilehlých bodech“. Celá problematika interpolace je značně složitá a obsáhlá část geostatistiky a přesahuje zaměření tohoto textu, proto nebudou řešeny konkrétní metody interpolace. Z hlediska kartografické vizualizace však třeba obecnější problém – zda vůbec interpolovat, resp. zda je metoda izolinií pro znázornění konkrétních dat vhodná. Je nutné zohlednit:

a. předpokládaný průběh jevu: metody interpolace předpokládají spojité průběh jevu (spojitost je definována matematicky, ale lze ji nahradit pojmem „jev se mění plynule“). Některé jevy jsou „plynulé“ ze své podstaty a interpolace je v tomto případě vhodná, jedná se např. o nadmořskou výšku, teplotu nebo tlak.

Druhou kategorií jsou jevy, u kterých můžeme plynulost v ur-

čitých mezích předpokládat, např. úhrny srážek, koncentrace znečišťujících látek apod. V tomto případě je nutné použití metody zvážit podle informací o datech.

Třetí kategorií jsou jevy, které už ze své podstaty nejsou spojité, a použití interpolace není vhodné. Jedná se o řadu jevů z oblasti humánní geografie nebo výsledky mapování výskytu jednotlivých prvků, např. živočichů nebo událostí. Jako příklad nevhodného použití metody je možné uvést zpracování dat o sčítání vodního ptactva na území Česka do podoby izolinií jejich výskytu. V kartografii je pro izolinie zkonstruované z nespojitých dat používán pojem nepravé izolinie. To na jednu stranu ukazuje, že rozdíl mezi spojitým a nespojitým jevem je vnímán jako podstatný, na druhou stranu zavedení názvu určitým způsobem „legitimizuje“ používání nevhodné metody – i přes existenci názvu nelze nepravé izolinie pro vizualizaci doporučit;

b. dostatečnou hustotu vstupních bodů: i pro spojitý jevu je nutné mít dostatek bodů pro vystižení průběhu jevu. Je nutné zvážit, zda výsledný odhad povrchu bude rámcově odpovídat zobrazovanému jevu, zde záleží na zkušenosti kartografa. Například interpolace izoterm pro území Česka ze stovky meteorologických stanic dá relevantní výsledky, zatímco interpolace nadmořské výšky pro stejné území je ze sta bodů nevhodná;

c. rozsah extrapolace: tedy zda a v jakém rozsahu je nutné odhado-

vat hodnoty jevu i mimo oblast daných bodů. Obecně se extrapolace nedoporučuje, protože její výsledky mohou být zcela zavádějící, ale v praktické kartografii se jí nelze zcela vyhnout. V případě výše uvedené interpolace teplot pro území Česka nelze zajistit rozmístění stanic na hranici a ne vždy je vhodné ponechat okrajová území bez hodnot. V uvedeném případě by nejlepším řešením bylo použít i zahraniční stanice a interpolovat přes hranici, ale taková data nemusí být k dispozici. Proto je nutné zvážit rozsah extrapolovaného území a použité metody interpolace/extrapolace a případně volit jiné metody vizualizace.

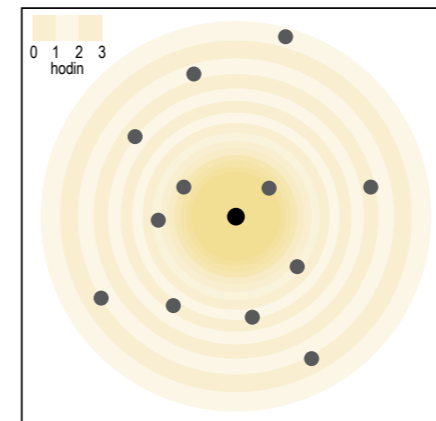
Vizualizace pomocí povrchů je v současnosti velmi populární, ale při jejich využívání na základě situace uvedené v bodu 3. je nutné si uvědomit, že touto metodou vznikají v mapě nová data, jejichž přesnost je ovlivněna vstupní datovou sadou a použitými metodami. Aby uživatel mapy mohl získat alespoň rámcovou představu o původu dat, je vhodné (zejména v případě malé hustoty vstupních dat) zobrazit polohu bodů, ze kterých data vznikla, např. polohu meteorologických stanic.

6.1.5 Anamorfní mapy

Principem kartografické anamorfózy je přeměna – deformace – geometrického parametru prvku (plochy, vzdálenosti od určitého bodu, tvaru) na základě kvantitativní tematické hodnoty (například

počtu obyvatel, časové dopravní vzdálenosti apod.). Základními skupinami jsou anamorfóza (5.1) radiální a (5.2) plošná. U radiální anamorfózy (obr. 6.22) stanovujeme centrální bod, vzdálenosti ostatních bodů od něj jsou pak závislé na hodnotě vizualizovaného atributu. Typickým příkladem jsou právě časové dopravní vzdálenosti. Při rozmístování bodů je vhodné dodržovat směr mezi centrálním a ostatními body. Spíše teoreticky je možné rozmístění více (nebo všech) bodů v ploše tak, aby vzájemné vzdálenosti odpovídaly tematickému atributu.

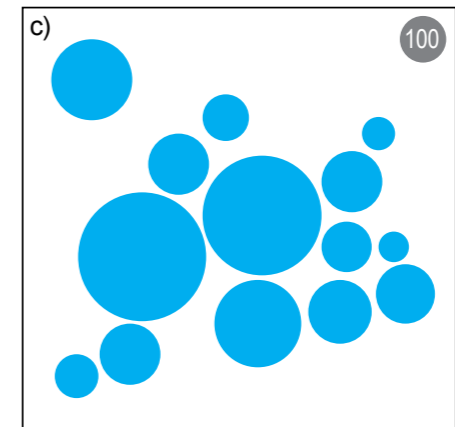
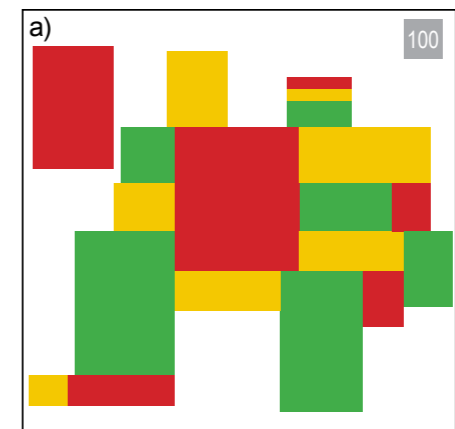
Plošné anamorfózy (anglicky cartograms, nebo value-by-area maps) můžeme dělit (obr. 6.23) podle toho, zda zachovávají tvar jednotek (5.2.1 geografické) nebo je nahrazují jednoduchým tvarem (kruh, obdélník) (5.2.2 schematická). Tyto mapy pak mohou být (5.2.x.1) spojitá (bez mezer mezi jednotkami) a (5.2.x.2) nespojitá. Požadavky na spojitost a zachování tvarů jdou proti sobě,



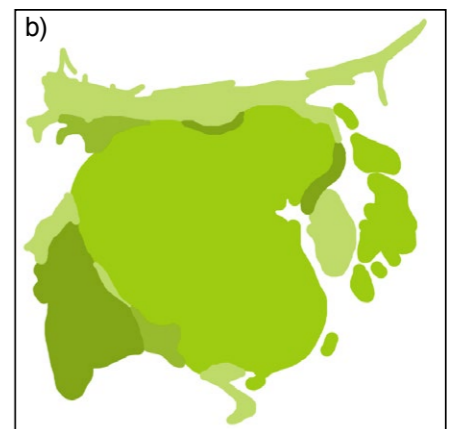
Obr. 6.22 – Radiální anamorfóza.

u spojitých anamorfních map je vždy tvar do určité míry deformován. V kartografické teorii jsou pro některé specifické případy běžně užívány specifické názvy, např. Dorlingova anamorfóza pro 5.2.2.2 plošnou nespojitou schematickou anamorfózu.

Anamorfní mapy jsou vhodné pro zobrazení dat, která výrazně nekořelují s rozlohou jednotek. Pro čtenáře jsou poměrně atraktivní, avšak fungují pouze v případě, kdy má uži-



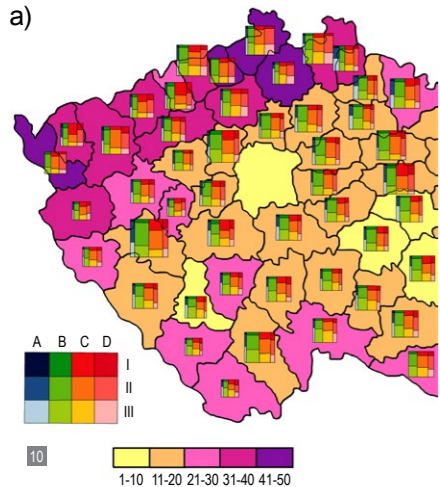
vatel dobrou prostorovou představu o zobrazovaném území a může tak porovnat přeměněný obraz s realitou (anamorfní mapu může pro lepší možnost porovnání doplnit obrazem neanamorfovaných hranic). Často opomíjeným aspektem anamorfních map je legenda – pokud nechceme znázornit jen relativní vzájemné srovnání jednotek, je třeba ji vytvořit. Anamorfní mapy se dají dobře kombinovat s intenzivními barvami.



Obr. 6.23 – Plošná anamorfóza schematická (a, c) a geografická (b, d), spojitá (a, b) a nespojitá (c, d).

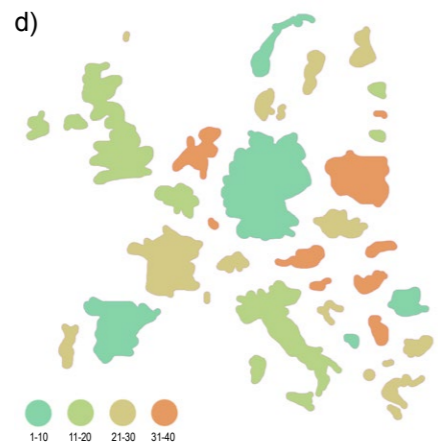
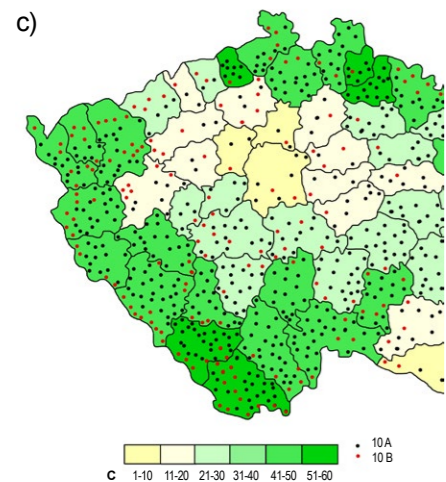
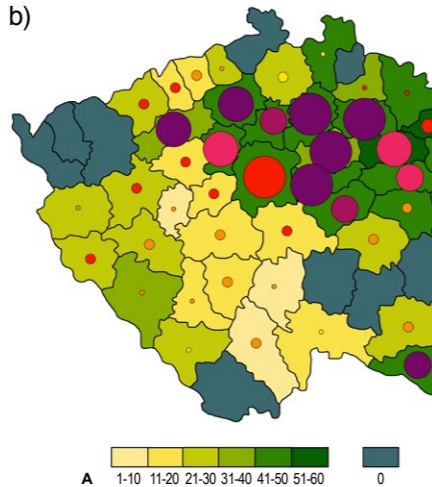
6.1.6 Kombinace metod

Jednotlivé metody lze navzájem nej-různějším způsobem kombinovat a tím pomocí jedné mapy prezentovat a)



větší množství informací (obr. 6.25). Při kombinacích metod je třeba:

- volit **správné metody** pro prezentovanou data;
- při volbě **parametrů a designu** b)



Obr. 6.25 – Příklady kombinací metod: a) kartogram a složitý kartodiagram; b) kartogram a kartodiagram s barvou dle metody intenzitních barev; c) kartogram a vícenásobné tečky; d) plošná anamorfóza a kartogram. [upraveno podle Atlas Československé socialistické republiky a kelsocartography.com]

jednotlivých tematických vrstev myslet na **výslednou kombinaci**, například odlišitelnost teček vůči různému pozadí při použití kartogramu, grafické konflikty (figurální kartodiagramy překrývající tečky), celkové barevné vyznění mapy apod.;

- uvědomit si, že **čím více metod** v jedné mapě použijeme, tím bude pro čtenáře **složitější** na interpretaci a pochopení;
- obecně je vhodné do jedné mapy **kombinovat data, která spolu souvisí** (a společným zobrazením v jedné mapě umožní lepší pochopení souvislostí než na více nezávislých mapách).

Tematické mapy v ArcGIS

Kartodiagramy v ArcGIS

Kartodiagramy vytváříme pro danou vrstvu v panelu *Symbology*, základní dělení (pro figurální a liniové kartodiagramy) je na *Graduated symbols* (intervalová stupnice) a *Proportional Symbols* (plynulá stupnice). **Velikost symbolu** je dána číselným atributem (*Field*), může být **normalizována** (vydělena) jiným číselným atributem nebo definována kombinací více polí, podmínkou apod. (*Set an expression*). U obou typů nastavujeme **minimální a maximální velikost** symbolu. V pokročilých možnostech symbologie (*Advanced*) je možné mj. **nastavit formátování popisek** (počet desetinných míst, oddělovače tisíců apod.) nebo pomocí SQL **definovat data**, která nebudou zobrazena.

U *Graduated symbols* stanovujeme **počet tříd a metodu klasifikace** (*Classes, Method*); hranice tříd, jejich počet a popis lze manuálně upravovat (jak v *Label view*, tak *Histogram view*). **Základní vzor symbolu** kartodiagramu nastavujeme jako *Template*, symboly jednotlivých kategorií lze následně individuálně měnit.

U *Proportional symbols* je možnost zvolit zobrazování velikosti využívající **Flanneryho kompenzaci**, avšak pouze v případě, že není nastavena maximální velikost symbolu. Pro nízké a vysoké hodnoty lze (v *Histogram view*) zadat **prahovou hodnotu**, pod/nad kterou se již budou zobrazovat stejnou velikostí. V *Label view* je důležité nastavení *Legend count* (kolik velikostních variant symbolu bude součástí legendy).

Přes volbu *Vary symbology by attribute* je možno kartodiagramům přidat **další vizuální proměnné** na základě hodnoty číselného atributu: **průhlednost, otočení a barvu**. U všech možností je možná pouze plynulá stupnice; pokud chceme mít i tyto proměnné klasifikovány do intervalů, je potřeba si vytvořit pomocný atribut.

Z **komplexních figurálních kartodiagramů** (v ArcGIS Pro tyto možnosti nejsou zatím implementovány) bylo možno ve starších verzích vytvářet několik **základních typů grafů/diagramů** (*Symbology > Charts*) – kruhové a sloupcové výběrem atributů, které do diagramu vstoupí (*Field selection*), nastavením jejich symbolů a velikosti (ta mohla být stejná – strukturní kartodiagramy,

nebo různá dle hodnoty jiných atributů/součtu použitých atributů). U **liniových kartodiagramů** jsou tyto složitější možnosti nedostupné.

Z **plošných kartodiagramů** nabízí ArcGIS pouze tvorbu **segmentových kartodiagramů pro polygonové vrstvy** (pod poněkud matoucím názvem) *Dot density*. Pro jednu vrstvu můžeme zobrazit **více atributů** (vícenásobný diagram), avšak všechny symboly musí mít stejnou váhu i velikost. Na rozdíl od starší verze umožňuje ArcGIS pro pouze velmi nevhodné náhodné (nepravidelné) rozmístění symbolů.

Jak plyne z výše uvedeného přehledu, standardní možnosti ArcGIS jsou v oblasti tvorby kartodiagramů poměrně velmi omezené. Při požadavku na složitější nebo originálnější vypadající mapu je proto potřeba **využít dalších možností**, jako jsou vícenásobné překrytí vrstev s dílčími částmi kartodiagramů, převedení symbolů na grafiku a jejich manuální úprava, export mapy a úprava v jiném software nebo využití doplňkových nástrojů rozšiřujících základní funkcionalitu.

Užitečnou možností je **využití pomocných atributů** (vytvoření nového atributu, různé kombinace výběrů a zapsání atributů), které pak lze využít k **modifikaci symbologie**. **Složitější diagramy a grafy** je také možné vytvořit v **jiném programu** (Grapher, Adobe Illustrator, R apod.), který umožňuje jejich tvorbu a export ve vektorovém formátu a následně do mapy manuálně vložit.

Nejpokročilejší možnosti (obvyk-

le bez nutnosti velkých manuálních zásahů) nabízejí nejrůznější **doplňky**, stažitelné v různé formě. Obecně platí, že jejich problémem bývá (ne)kompatibilita s různými verzemi ArcGIS. Zmínit lze např.:

- aplikaci **Diagram Map Creator**, která umožňuje tvorbu několika typů komplexních figurálních a liniových kartodiagramů (bohužel je však funkční pouze ve verzi ArcGIS 9.3);
- **Population Pyramid Renderer** umožňuje (v prostředí ArcGIS 10.x) automatizovanou tvorbu věkových pyramid;
- **Spider Diagram Geoprocessing Tool** vytváří liniovou vrstvu úseček, spojujících body ve dvou vrstvách (např. zdroj a cíl);
- nástroj **MusselCoxcombs** připravuje data pro tvorbu polárních diagramů.

Samostatnou kapitolou pak je **legenda kartodiagramů**, která často neodpovídá kartografickým zásadám nebo působí neesteticky. Pro vylepšení ji lze **převést na grafiku a upravit manuálně**, nebo využít pomocných nástrojů, např. **toolboxu** pro automatizovanou tvorbu hodnotových měřítek kartodiagramů.

Intenzitní barvy v ArcGIS

Metodě intenzitních barev odpovídá v panelu *Symbology* volba *Graduated colors*, nabízející několik možností **rozdělení do intervalů** včetně manuální úpravy jejich hranic, popisek apod. Přes manuální úpravu jednotlivých symbolů přiřazených kategoriím lze barvy nahradit šrafkami, tečkovým rastrem apod. Jako další vizuální pro-

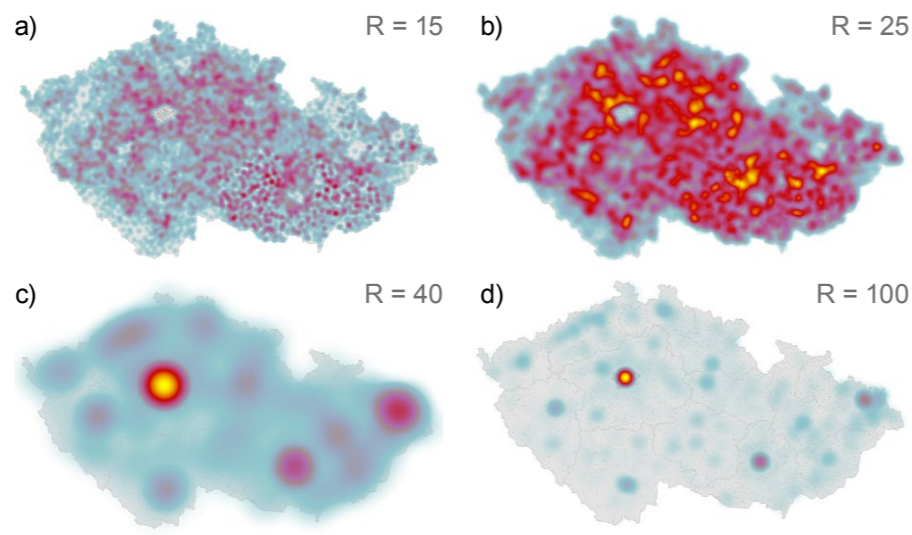
měnnou lze jednoduše přidat (*Vary symbology by attribute*) průhlednost a tloušťku hraniční linie. Intenzitní barvy lze použít i na symboly zobrazené jiným způsobem (např. jako kartodiagramy) právě přes volbu *Vary symbology by attribute*. Další možností je **neklasifikované barevné schéma** (*Unclassed colors*), kdy jsou barvy z barevné škály přiřazeny rovnoměrně napříč hodnotami.

Metoda teček v ArcGIS

Metoda teček (*Symbology > Dot density*) je v ArcGIS založena na náhodném nebo pravidelném rozmístování symbolů v rámci areálu polygonové vrstvy, principiálně tedy jde o **metodu segmentového kartodiagramu**. Uspokojivých výsledků lze někdy dosáhnout použitím malých plošných jednotek a zobrazením teček bez hranic, obvykle je však v takových případech problematické stanovení správné váhy tečky pro dosažení optimálního vzhledu výsledné mapy. **Nastavitelné parametry** jsou *Dot Size* a *Dot Value*, případně je možno zvolit *Auto adjust dot value to maintain density* (program dynamicky mění hodnotu tečky v závislosti na aktuálním měřítku mapy, což může být vhodné u elektronicky prohlížených map). V záložce *Advanced symbol options* je možné ze zobrazení **vyjmout vybrané hodnoty** (a případně jim přiřadit alternativní symbol) volbou *Data exclusion*, nebo pomocí volby *Masking > Control layer* nastavit místa, kde **tečky nemají být zobrazeny** (nebo naopak **mají být zobrazeny výhradně**).

Povrchy v ArcGIS

Základní rozdělení metod pro vizualizaci povrchů je dle pohledu – **kolmý (2D) a šikmý (pseudo-3D, 2,5D)**. Z hlediska geometrie a typu dat můžeme využívat vektorové bodové vrstvy (pro tvorbu tzv. *heatmapy*), liniové vrstvy (zobrazení vrstevnic), polygonové vrstvy nebo rastrové vrstvy. (Zdrojová data je samozřejmě možné pomocí standardních funkcí ArcGIS mezi sebou vzájemně převádět a konvertovat – interpolace rastrového povrchu z bodové vrstvy, vytvoření liniových vrstevnic nad rastrovou vrstvou apod.) Práce s liniovými, polygonovými a rastrovými vrstvami je stejná jako u klasické symbologie (již popsáno v jiných kapitolách). Tzv. *heatmapy* (*Symbology > Heat Map*) jsou vlastně jakousi **průběžnou interpolací z bodových údajů** – vzhled vrstvy



Obr. 6.25 – Tzv. *heatmapa* zobrazující hustotu obcí (a, c) a hustotu obyvatelstva (b, d). Varianty vlevo a vpravo se liší hodnotou parametru *Radius* (R).

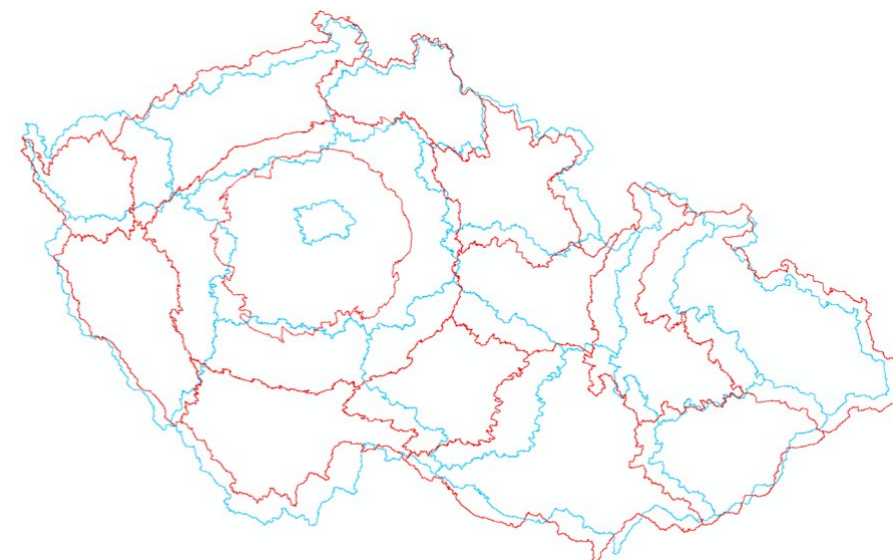
(odpovídá kolmému spojitému pohledu s barevnou škálou) se v závislosti na měřítku mapy nad stejnými údaji liší (obr. 6.25). Nastavitelnými parametry jsou *Radius* (definující prohledávanou vzdálenost při výpočtu hustoty; hodnota je v bodech a čím je vyšší, tím generalizovanější data budou) a **váha** (*Weight field*; pokud není zadána, má každý bod váhu jedna; pokud chceme zobrazit např. hustotu zalidnění z bodové vrstvy sídel, je třeba jako váhu nastavit atribut počtu obyvatel, jinak bude mapa ukazovat hustotu sídel) (obr. 6.25). Výhodou *heatmapy* je její rychlé vytvoření, nevýhodou velmi omezená legenda (prakticky omezená na popis minimum/maximum).

Plošná anamorfóza

Několik nástrojů pro tvorbu anamorfických map srovnávaly MARKOWSKÁ

& KORYCKÁ-SKORUPA (2015) (obr. 6.26). Pro tvorbu plošné anamorfózy v ArcGIS můžeme použít **plugin Cartogram Geoprocessing tool** (obr. 6.27), založený na algoritmu NEWMANA & GASTNERA (2004). V dialogu nástroje nastavujeme následující:

- *Original polygon features* (plošná vrstva se vstupními daty, měla by být v plochojevném zobrazení);
- *Value Field of the Original Features* (atribut, podle něž budou data anamorfována);
- *Output Cartogram Features* (výstupní vrstva, musí být uložena do *File geodatabase*);
- *Factor to Smooth Original Density* (čím vyšší hodnota, tím bude výsledek podobnější původní mapě);
- *Number of Cells in width/height of the Analysis Mesh* (číslo v rozmezí 128 až 4096, ovlivňuje kvalitu výsledku, ale také výpočtový čas – čím vyšší, tím výpočetně náročnější proces);
- *Additional Features/Rasters to transform* (umožňuje stejně geometricky anamorfovat další vrstvy, včetně rastrových – ty můžeme použít jako doplněk/podklad mapy).



Obr. 6.27 – Plošná geografická spojitá anamorfóza krajů ČR podle počtu obyvatel, zhotovená pomocí *Cartogram Geoprocessing tool* pro ArcGIS. Modrou barvou skutečné hranice krajů, červenou anamorfované.

Tematické mapy v QGIS

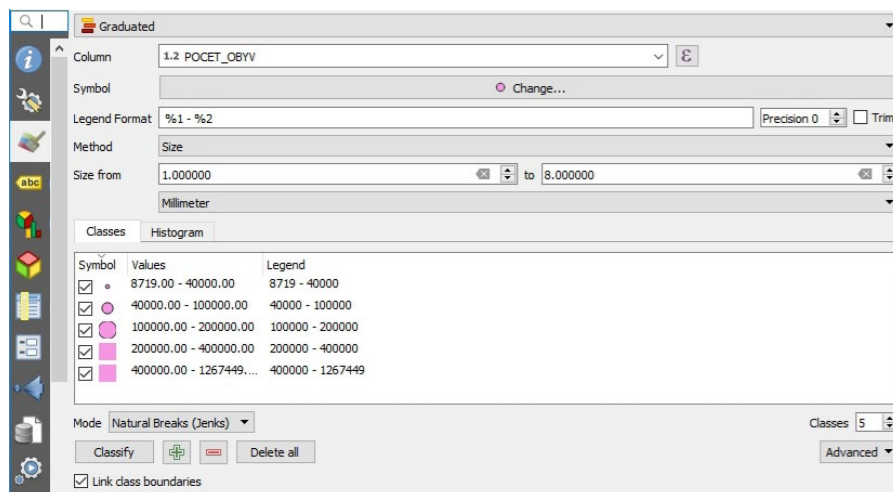
Obdobně jako ArcGIS nabízí QGIS řadu možností pro tvorbu tematických map, některé možnosti jsou však navázány na zásuvné moduly (pluginy) a jejich funkčnost může být navázána pouze na některé generace QGIS.

	Proportional symbol cartogram (Dorling Circle Cartogram)	Noncontinuous cartogram	Continuous cartogram
Cartogram Utility for ArcGIS	no	no	Gastner-Newman algorithm
MapView 7	yes	yes	no
Open GeoDa 0.9.8.14	yes	no	no
MAPressor	yes ²	no	Dougenik-Chrisman-Niemeyer algorithm
Scape Toad	no	no	Gastner-Newman algorithm

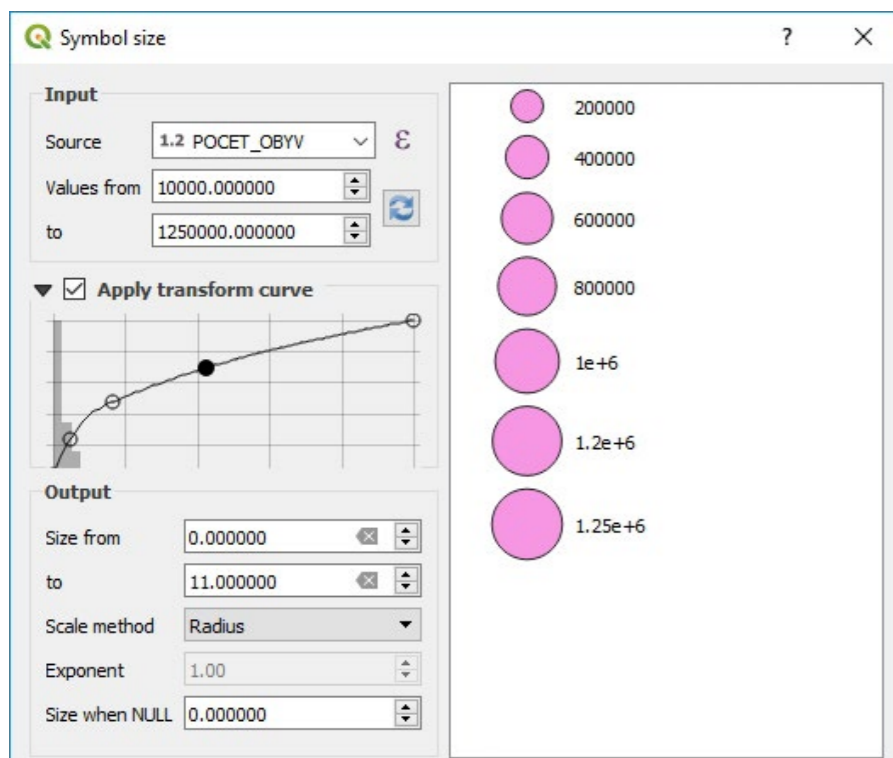
Obr. 6.26 – Srovnání možností různých nástrojů pro tvorbu anamorfických map. [převzato z MARKOWSKÁ & KORYCKÁ-SKORUPA 2015]

Kartodiagramy

Kartodiagramy vytváříme ve vlastnostech vrstvy v menu *Symbology*. Pro **intervalovou stupnici** v horním menu vybereme *Graduated symbols*, dále zvolíme pole s hodnotami nebo vytvoříme SQL dotaz, pomocí kterého jsou získány hodnoty k vizualizaci. Následně se nastaví barva, v poli *Method* se vybere *Size*, nastaví **počet tříd a klasifikační metoda** (obr. 6.28). V části *Layer rendering* je možné kontrolovat **pořadí vykreslovaných diagramů** (*Control feature rendering order*), čímž lze zajistit viditelnost malých diagramů v případě jejich překrytí diagramy většími. Dále lze nastavit prolnutí s dalšími vrstvami (*Blending mode*) nebo aktivovat vybrané efekty, například stín diagramů (*Draw effects*).



Obr. 6.28 – Dialog pro tvorbu kartodiagramu se skokovou stupnicí v QGIS.



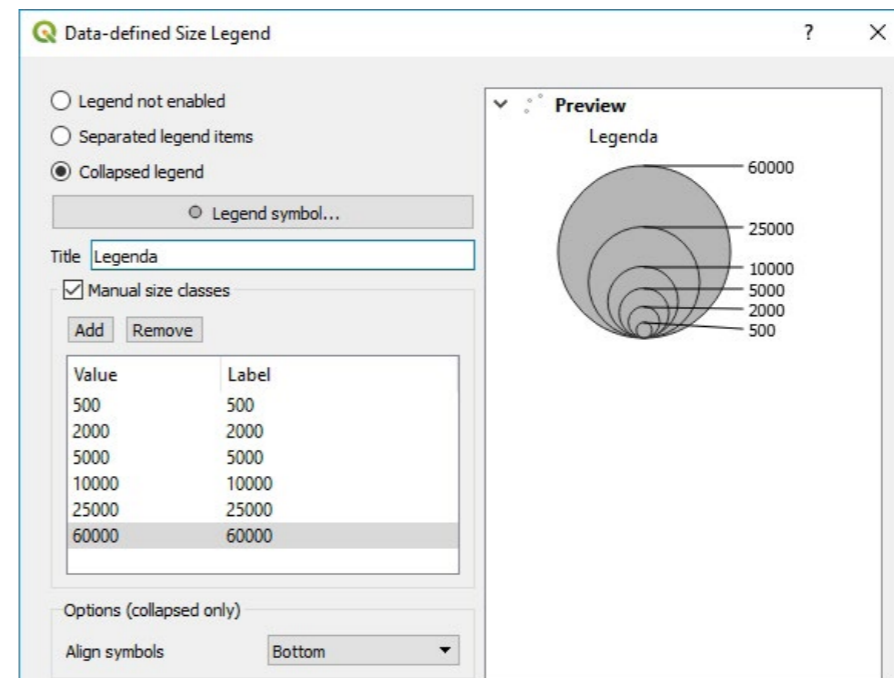
Obr. 6.29 – Dialog pro tvorbu kartodiagramu s plynulou stupnicí v QGIS.

Plynulou stupnicí (*Proportional symbols*) vytvoříme v *Symbology* u nastavení *Single symbol*. U pole *Size* rozklikneme kontextové menu a zvolíme *Assistant*. V tomto asistentu je možno specifikovat **zdrojové pole s hodnotami** a jejich rozsah, **velikost symbolu** (od–do), také aplikovat na data **transformační křivku** a měřítkovou metodu (obr. 6.29). Úprava transformační křivky, která je v základním nastavení lineární, je vhodná, především pokud vizualizovaná data obsahují extrémní hodnoty.

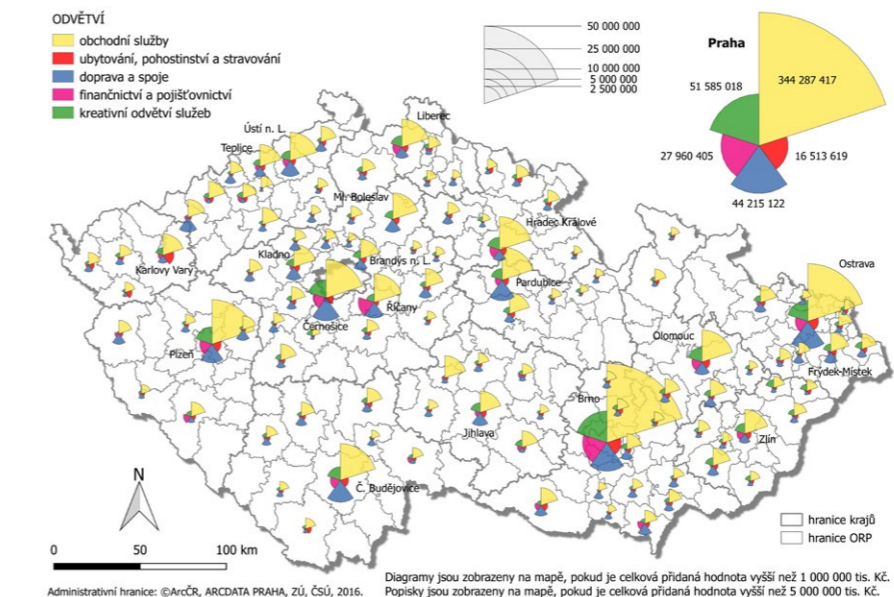
Další vizuální proměnné (velikost, barvu, ohraničení, rotaci, posun) lze nastavit v kontextovém menu u jednotlivých voleb (*data-defined-override*). Syntax pro nastavení jednotlivých polí je dostupný v menu pod volbou *Description*. Nastavení lze pak provést načtením pole z atributové tabulky, kde jsou jednotlivé proměnné uloženy, nebo zadáním výrazu v poli *Edit*.

S příchodem QGIS 3 se zlepšila také zabudovaná funkcionality pro tvorbu legend kartodiagramů. Tu lze nyní vygenerovat automaticky nebo dle manuálního nastavení. Pro její vytvoření je nutné v menu *Symbology* zvolit *Advanced > Data-defined size legend* (obr. 6.30).

Ve starších verzích QGIS se pro tvorbu kartodiagramů a jejich legendu dá využít plugin *Proportional Circles*. Práce s ním je vcelku jednoduchá, výsledky ukládá do paměti nebo exportuje do formátu *shapefile* a lze s ním dosáhnout vcelku dobrých výsledků (obr. 6.31).



Obr. 6.30 – Dialog pro tvorbu legendy kartodiagramu v QGIS.



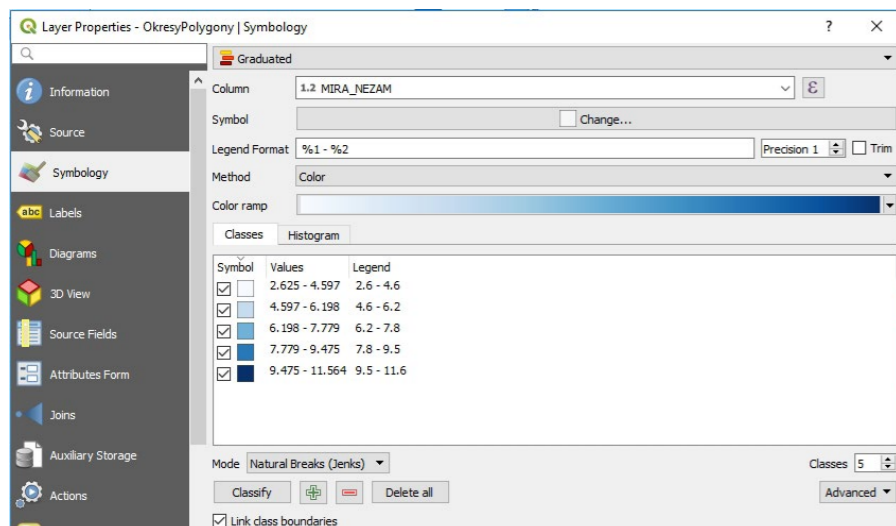
Obr. 6.31 – Mapa vytvořená v QGIS s využitím pluginu *Proportional Circles*.

Složené kruhové a sloupcové diagramy se definují ve vlastnostech vrstvy v části *Diagrams*. Jejich obsah je volen z dostupných polí v atributové tabulce obsahující číselné hodnoty. Lze použít buď hodnoty přímo obsažené v samotných polích, nebo lze hodnoty vytvořit (vhodněji upravit) pomocí výrazu. Je vhodné pracovat s částečnou průhledností, pokud diagramy překrývají podstatnou část hranic územní jednotky. Pro umístění lze využít několik algoritmů, jako nejlépe fungující se však jeví „*over centroid*“ a „*inside polygon*“. Pozice jde také definovat souřadnicemi X, Y. Pokud zpracováváme více mapových výstupů ze shodně strukturovaných dat (například jeden jev za více časových úseků nebo různá území), je dobré si nastavení vzhledu ukládat do stylů (*.qml, *.sld). Jejich použití zajistí jednotný vzhled a vede k úspoře času.

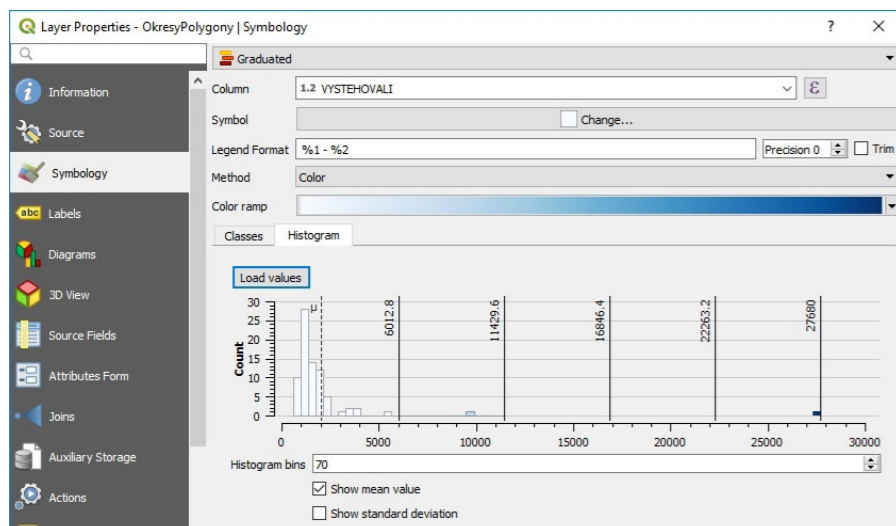
Intenzitní barvy v QGIS

Pro tvorbu kartogramu zvolíme ve vlastnostech vrstvy *Symbology > Graduated*. Zde nás čeká několik kroků k vytvoření kartogramu (viz obr. 6.32).

- 1) V části *Column* zvolíme pole obsahující číselné hodnoty, které chceme prezentovat. Je možné také vypočítat nové hodnoty pomocí výrazu.
- 2) V části *Symbol* nastavíme základní vzhled jednotlivých objektů.
- 3) Část *Legend* format slouží k nastavení vzhledu číselných údajů v legendě. Zde lze mj. doplnit symbol procent u relativních údajů nebo nastavit počet zobrazených desetinných míst.



Obr. 6.32 – Tvorba kartogramu v QGIS.



Obr. 6.33 – Nastavení intervalů v dialogu kartogramu v QGIS.

4) V *Color ramp* se vybere **barevná škála**, která má být aplikována pro vizualizaci dat. K dispozici jsou **předdefinované barevné škály** nebo si lze vytvořit **vlastní škálu**. Také lze pomocí rozšíření získat

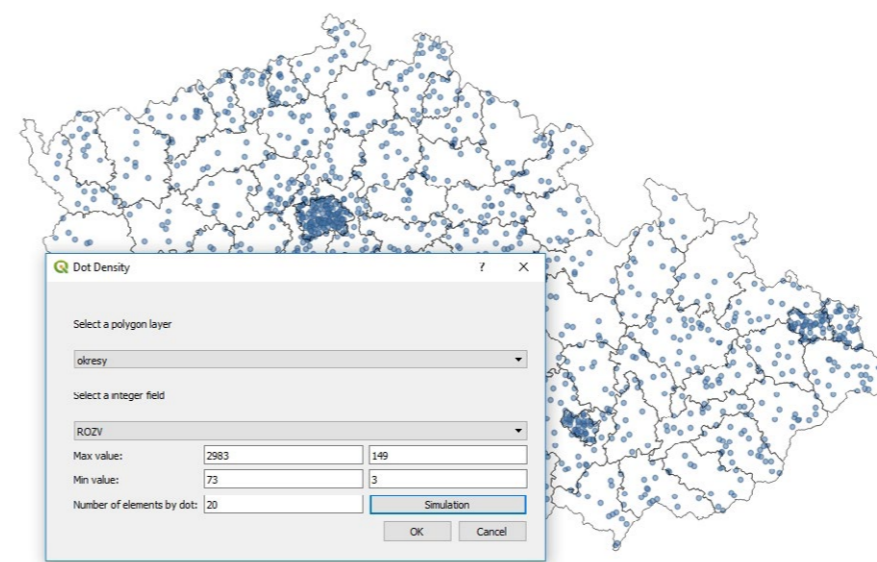
přístup k řadě katalogů s barevnými škálami, které jsou často tříděny dle jejich vhodnosti pro specifické účely.

5) Část *Classes* obsahuje **seznam tříd**, včetně jejich **rozsahu a popisu pro legendu**. Při prvotním nastavení

může být tato část prázdná, zobrazí se však ihned při volbě klasifikační metody (*Mode*) nebo při kliknutí na volbu pro klasifikaci dat (*Classify*). **Volba vhodné klasifikační metody** je zcela zásadní pro finální podobu mapy. I z tohoto důvodu se lze přepnout na záložku *Histogram* a načíst si hodnoty, jejichž rozložení je zachyceno spolu s hranicemi jednotlivých tříd (viz kap. 6.3).

V případě nutnosti **manuální úpravy rozsahu třídy** je možné zadat dolní a horní hranici po kliknutí na část *Values*. V takovýchto případech má význam volba *Link class boundaries*. Pokud je zaškrtnuta, v případě manuální změny hranice třídy je změněna také hodnota hranice přilehlého intervalu. Jinými slovy, pokud se v určitém rozsahu hodnot **data nevyskytují** (v histogramu vidíme výraznou mezeru), nemá smysl pro tento rozsah třídu definovat a volbu *Link class boundaries* odškrtneme. Tato situace může nastat také v případech, kdy zvolíme **nehodnou klasifikační metodu**. Takové chyby lze snadno dosáhnout při použití rovnoměrných intervalů (*Equal intervals*) u nerovnoměrně rozložených dat (obr. 6.33). Prázdných tříd bychom se měli rozhodně vyvarovat, neboť je pro ně jinak rezervován barevný odstín v legendě, který však v mapě nenajdeme.

V QGIS bohužel není prozatím ošetřeno **překrytí hranic sousedících tříd**, pro zobrazení v legendě je tedy vhodné u následující třídy upravit hodnotu spodní hranice (např. pokud třída má horní hranici s hod-



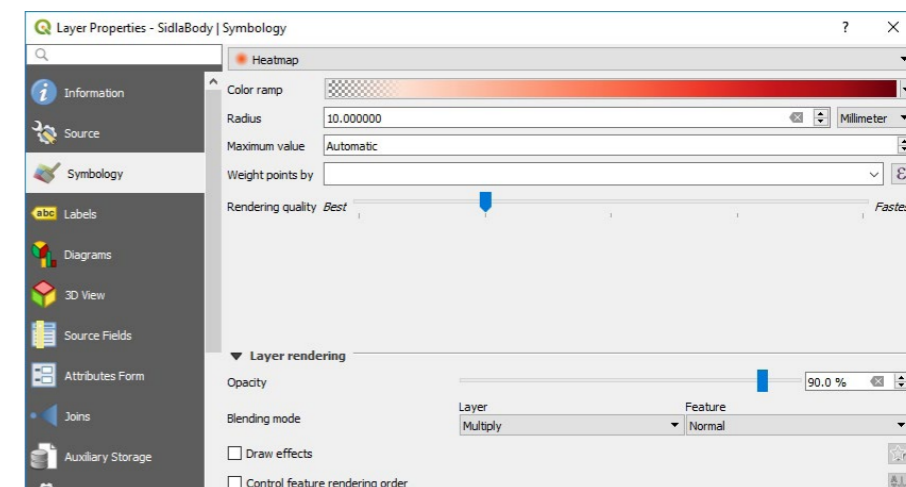
Obr. 6.34 – Rozhraní pluginu Dot density pro QGIS.

notou 5,60, u následující třídy dolní hranici upravíme na 5,61).

Metoda teček

Metoda teček není přímo zabudována v symbologii vrstvy, tvorba takového výstupu je však možná pomocí **pluginu Dot Density**. Plugin vyhledáme a nainstalujeme v menu *Plugins > Manage and Install Plugins*. Plugin pracuje výhradně s celými čísly (datový typ *Integer*). Pokud tedy máme data vedena v jiném datovém typu (např. *Double*), je nutné vytvořit v atributové tabulce pole nového typu *Integer* a pomocí kalkulačky polí (*Field calculator*) provést zkopírováním převod hodnot na celá čísla. Práce s pluginem je jednoduchá, je nutné však odvodit počet případů, které bude reprezentovat jedna tečka (obr. 6.34). Maximální

a minimální počet teček v územních jednotkách lze získat kliknutím na tlačítko *Simulate*. Je tedy nutné najít rozumnou rovnováhu mezi velikostí teček samotných a počtem případů, které jedna tečka reprezentuje a také



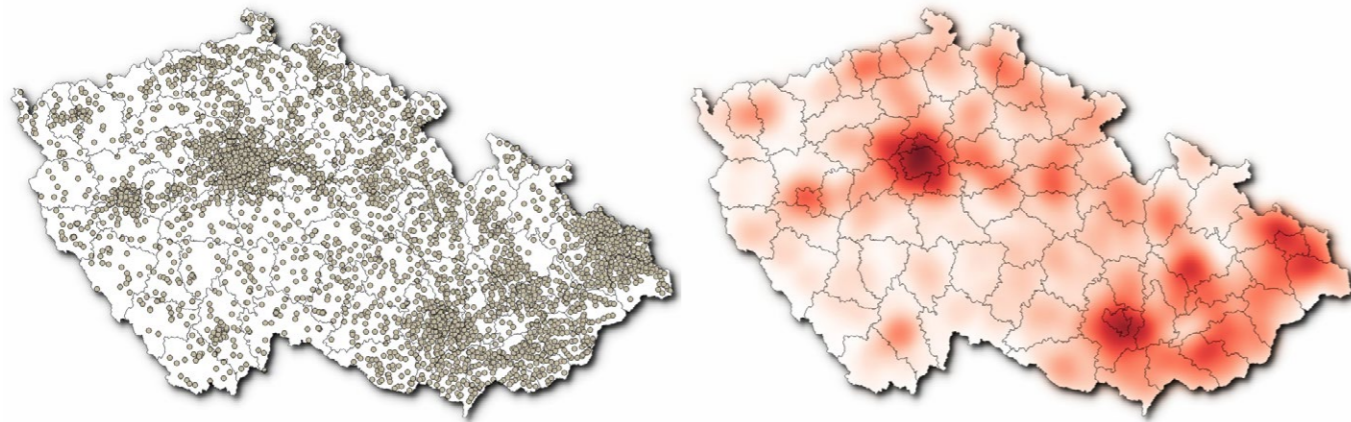
Obr. 6.35 – Nastavení heatmap v QGIS.

maximálním a minimálním počtem teček vzhledem k velikosti územních jednotek, v nichž jsou tečky zobrazeny. Jako výsledek je získána nová bodová vrstva s nerovnoměrně rozmístěnými tečkami, u kterých lze upravovat jejich velikost a vzhled.

Povrchy

Konstrukce povrchů v základní symbologii byla dostupná již dříve, nicméně s uvedením QGIS verze 3 došlo ke zdokonalení některých funkcí. Svě využití má především **teplotní mapa (Heatmap)** a **šikmý pohled** (v menu označován jako 2.5 D).

Heatmap zachycuje prostorovou hustotu bodů, které je přiřazena barevná škála. Vstupními daty je (více) bodová vrstva, u níž je nutné nastavit poloměr (*Radius*) v milimetrech nebo mapových jednotkách a také zvolit barevnou škálu (obr. 6.35). Pro kombinaci výsledné *heatmap* s dalšími vrstvami je vhodné využít

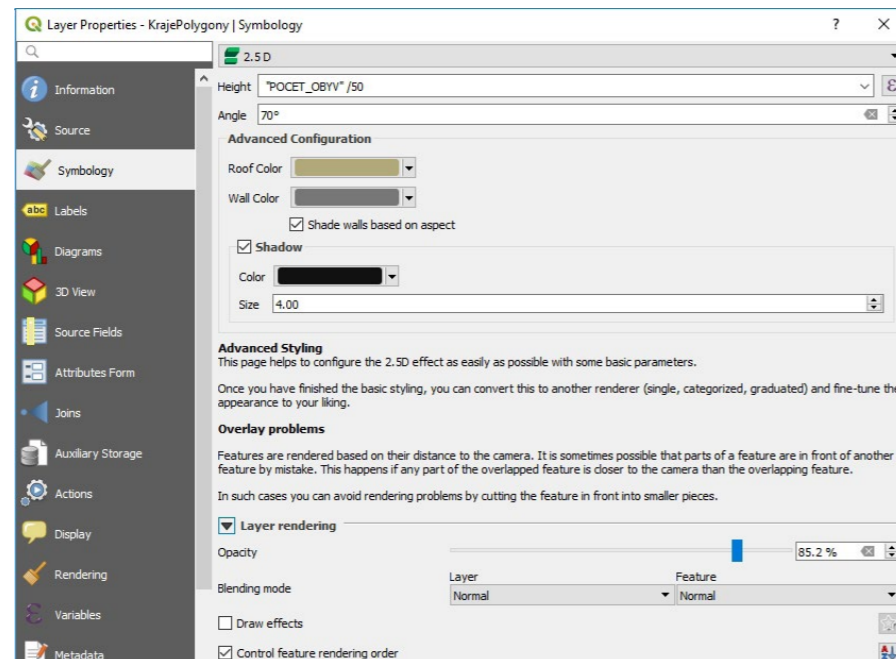


Obr. 6.36 – Vstupní bodová vrstva a výsledná heatmapa v QGIS.

částečnou průhlednost nebo mísení (*Blending*) s nastavením násobit (*Multiply*). Vstupní data a výsledek zachycuje obr. 6.35.

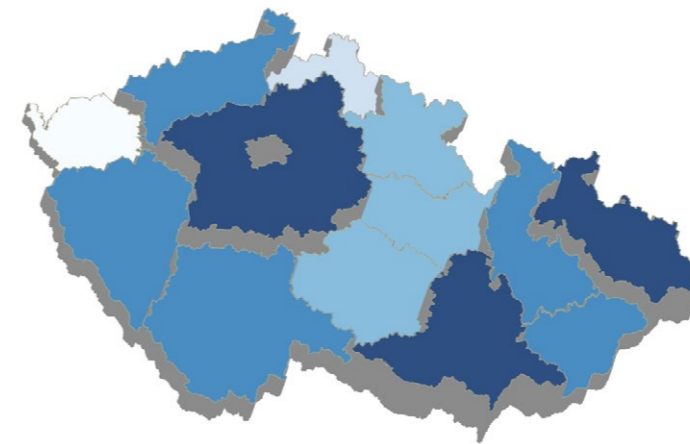
2.5D pohled je vhodný spíše pro vizualizace menšího počtu objektů, například pro několik velkých regionů nebo lokality s několika budovami. Vrstvy obsahující velký počet objektů jsou totiž v šikmém pohledu nepřehledné a vykreslování takovýchto pohledů je navíc velmi pomalé. Pro zahrnutí tematických dat je nutné nejdříve nastavit v 2.5D menu parametry pohledu (např. výšku objektů, úhel objektu) (obr. 6.37). Výšku objektů lze zadat v mapových jednotkách nebo získat (vypočítat) z údajů v atributové tabulce pomocí výrazu. Následně je možné se přepnout do ostatních voleb symbolologie jako je *Graduated* pro tvorbu kartogramu (obr. 6.38), nebo do *Categorized* pro kategorizaci objektů (obr. 6.39). Tyto kombinace mohou přinášet problémy s překrytím

některých blízkých objektů stínem, nebo jejich nelogickému předsunutí před jiné objekty. Řešením je **aktivace a práce s úrovní symbolů** (*Symbol levels*) v menu *Advanced*.



Obr. 6.37 – Nastavení parametrů 2.5D pohledu v QGIS.

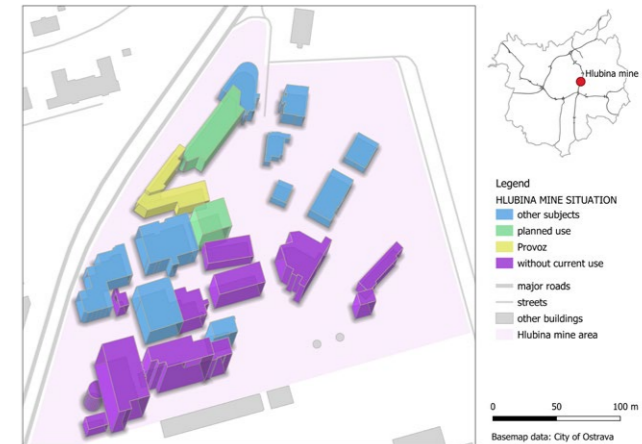
Funkcionalita 2.5D menu se stále vyvíjí a je tedy nutné počítat s různou mírou experimentování v nastavení parametrů pro dosažení uspokojivého výsledku.



Obr. 6.38 – QGIS 2.5D mapa v kombinaci s kartogramem.

Anamorfní mapy v QGIS

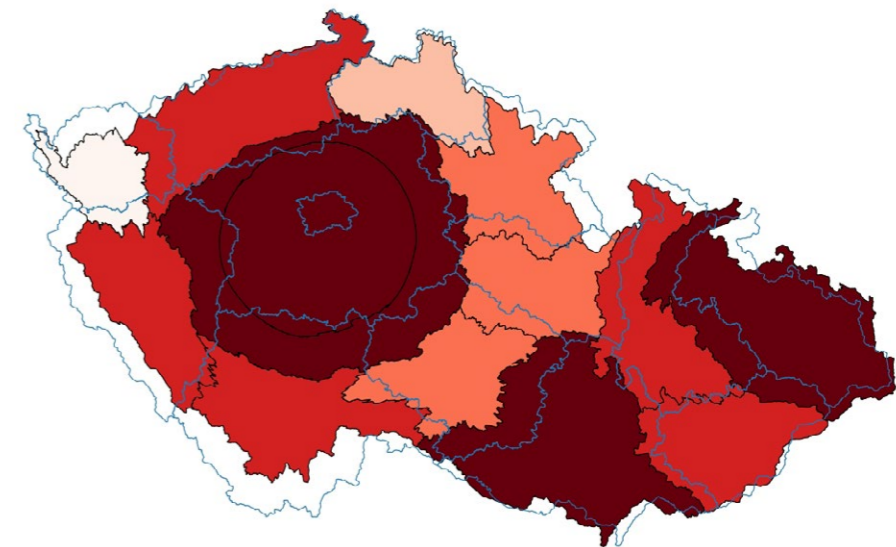
Tvorba anamorfních map je v QGIS dostupná pomocí pluginu **Cartogram3** (obr. 6.40), který využívá metodu simulace deformace elastického papíru (*Rubber Sheet Distortion Method*) dle DOUGENIK ET AL. (1985). Plugin pracuje s **vektorovými polygonovými vrstvami** a jako vstupní data využívá číselné údaje z jednoho nebo více polí. Před spuštěním je nutné **specifikovat počet iterací**. Minimální doporučený počet je 10 iterací, často se však používá počet vyšší, kdy výsledek se zlepšuje s každou další iterací. Ačkoliv plugin podporuje paralelní výpočty, vyšší počet iterací v závislosti na detailnosti vstupních dat může znamenat výpočet trvající od několika sekund po několik hodin. Z tohoto důvodu je vhodné hranice před provedením anamorfózy zjednodušit (snížit počet bodů). Průběh výpočtu indikuje lišta v horní části obrazovky. Pole **maximální průměrná chyba** (*max. average error*) umožňuje



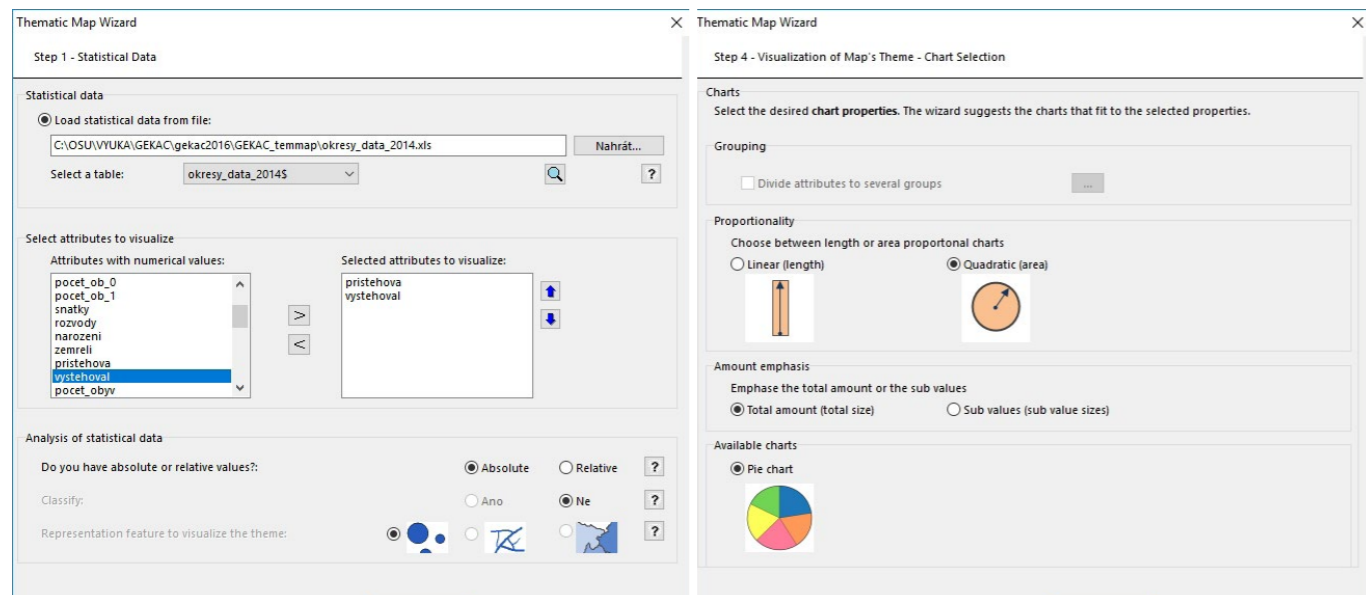
Obr. 6.39 – QGIS 2.5D mapa.

nastavit průměrnou plošnou chybu anamorfózy v procentech pro jednotlivé iterace. Pokud je požadovaná kvalita splněna dříve, tj. průměrná chyba plochy anamorfózy je menší než nastavená hodnota, výpočet se zasta-

ví dříve. Například pokud nastavíme max. průměrnou chybu 50 %, výpočet se většinou zastaví již při druhé iteraci, neboť chyba plochy anamorfózy bude menší. Typicky se udávají hodnoty **10 % a méně**.



Obr. 6.40 – Výsledek anamorfózy počtu obyvatel v krajích ČR pomocí pluginu **Cartogram3** s počtem 15 iterací a 5% max. průměrnou chybou, pro srovnání jsou zobrazeny modrou barvou také původní hranice.



Obr. 6.41 – Práce s OCAD Thematic Mapper.

Tematické mapy v OCAD

Od verze 12 je v OCAD k dispozici modul pro tvorbu tematických map (OCAD Thematic Mapper). Funguje formou průvodce, který na základě zabudovaných kartografických pravidel a volby uživatele postupně filtruje výslednou metodu vizualizace dat. Modul umožňuje vytvářet **figurální i liniové kartodiagramy a kartogramy**, u kterých vytváří také legendu. Výhodou je rychlá tvorba výstupu, nevýhodou nemožnost zcela změnit metodu u již vytvořené mapy – je nutné znovu spustit průvodce a mapu vytvořit novou.

V prvním kroku průvodce se **přidávají statistická data** (*.xls, *.csv, *.dbf or *.txt), u kterých uživatel zvolí, jakého jsou charakteru: absolutní či

relativní hodnoty, zda se data mají klasifikovat či ne, a typ reprezentace dat (bod, linie, plocha) (obr. 6.41). V dalším kroku se nahrává **geometrická složka** (*.shp), volí výsledné **měřítko mapy a souřadnicový systém**. Následuje připojení tematických dat na geometrickou složku (*join*), výběr z dostupných metod vizualizace a úprava názvu mapy.

Výslednou mapu lze **editovat**, jednotlivé prvky posunovat, uživatelsky však množství vytvořených grafických prvků není příliš přehledné. Celkově lze na modulu kladně hodnotit, že hlídá za uživatele základní kartografická pravidla, malé jsou však možnosti manipulace se vstupními daty uvnitř samotného programu a systém práce je dost odlišný od standardních programů GIS.

6.2 Volba metody

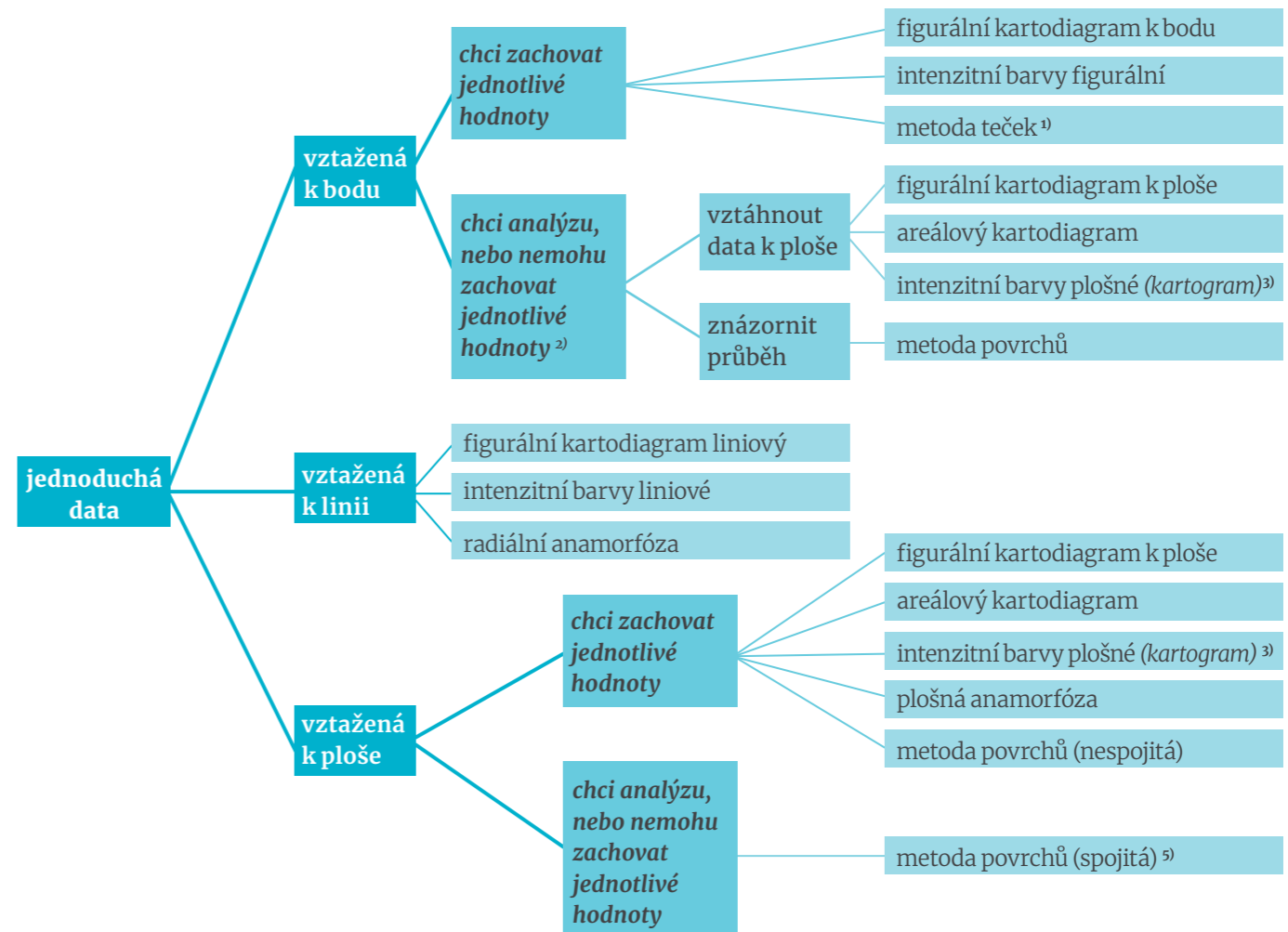
Jak je uvedeno výše, je **výběr vhodné metody tematické kartografie** pro daná data a daný účel **důležitý pro správné pochopení mapy**. Volba metody může být ovlivněna řadou faktorů, ale **klíčovou roli by měl hrát charakter dat**. Dále bude naznačen způsob rozhodování o metodě právě na základě zobrazovaných dat (dále jen data), přičemž základní vlastnosti dat ve vztahu ke konkrétním metodám jsou uvedeny u popisu principu jednotlivých metod v předcházející kapitole.

Uvedený postup není a nemůže být vyčerpávající, protože možnosti kartografie jsou velmi široké. O výběru metody může být rozhodováno i na základě jiných parametřů, než

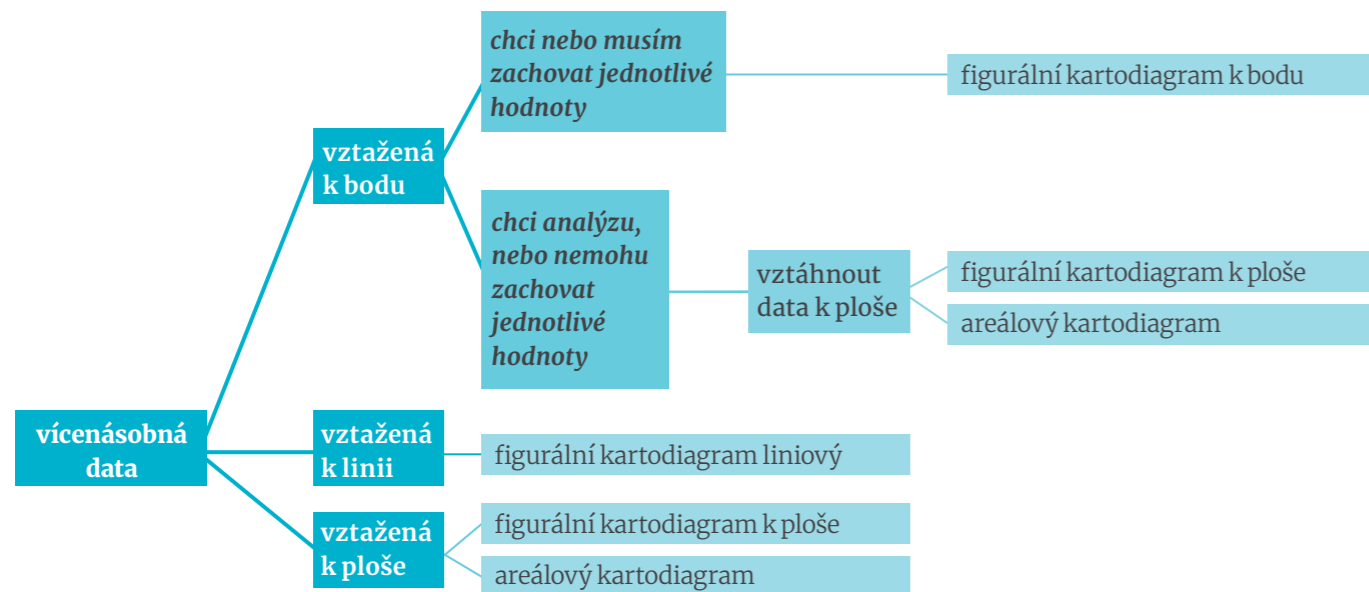
jsou zobrazovaná data. Může být zohledněna složitost metody vzhledem k potenciálnímu uživateli, je možné se přizpůsobovat již existujícím ma-

pám, lze zohledňovat omezení černobílého tisku a podobně. Na začátku odlišíme **dvě základní kategorie dat**:

- **jednoduchá (prostá) data** – k bodu, linii nebo ploše máme přiřazenu jednu hodnotu;
- **vícenásobná data** – k bodu, linii



Obr. 6.42 – Výběr metody pro jednoduchá data. Poznámky: 1) metoda teček může k bodu vztahovat i agregovaná data z jeho okolí (viz princip metody v kapitole 6.1); 2) „nemohu zachovat jednotlivé hodnoty“ představuje situaci, kdy je hustota figurálních značek příliš velká, značky se překrývají a mapa je nečitelná. V tomto případě je nutné buď provést výběr, nebo vztáhnout data k ploše; 3) metoda kartogramu je vhodná pro data vztažená na jednotku plochy; 4) pro speciální data, zejména týkající se dopravní dostupnosti; 5) metoda vhodná pouze pro spojitá data, nevhodná pro data o hustotě.



Obr. 6.43 – Výběr metody pro vícenásobná data.

nebo ploše přísluší více hodnot. Tyto hodnoty mohou vyjadřovat strukturu jevu, např. počet mužů a žen v rámci obyvatelstva, nebo popisují různé jevy, např. počet lékařů a počet škol ve městě. Další postup pro jednoduchá data je schematicky naznačen na obr. 6.42, pro vícenásobná data na obr. 6.43.

6.3 Klasifikace dat

Primárně můžeme data klasifikovat na data kvalitativní a kvantitativní (obr. 6.44).

- **Nominální data** (příkladem může být typ krajinného krytu – les, travní porost, orná půda aj.) **můžeme pojmenovávat**, ale není možno je porovnávat a provádět s nimi matematické operace.

- **Ordinální data** (příkladem může být vzdělání – základní, střední, vysokoškolské) mají **pořadí** (můžeme je seřadit – co je větší, kvalitnější apod.), avšak nemůžeme s nimi provádět matematické operace.
- **Intervalová data** (příkladem může být teplota ve °C) jsou kvantitativní data, u nichž můžeme **hodnotit vzdálenosti** mezi dvěma hodnotami (např. rozdíl teploty 15 °C), nemá však smysl určování poměru (nelze říct, že 15 °C je trojnásobná teplota proti 5 °C).
- **Poměrová data** (příkladem může být teplota ve °K, resp. všechny fyzikální jednotky v soustavě SI) mají pevně danou nulu, a lze tedy s nimi smysluplně provádět matematické operace včetně násobení, dělení apod.

Při vizualizaci **kvantitativních údajů** je možné znázorňovat data jednotlivě s využitím **spojitých stupnic**, ale častěji jsou **seskupována do tříd (intervalů)** a pro všechny prvky dané třídy se následně používá stejný způsob vizualizace (velikost, barva apod. – viz kap. 6.1, kde jsou podrobně zhodnoceny i výhody a nevýhody

kvalitativní	nominální
	oměrová
kvantitativní	intervalová
	ordinální

Obr. 6.44 – Klasifikace dat.

obou přístupů). Způsob třídění dat má **zásadní vliv na výslednou podobu mapového výstupu** a je proto nutné ho vhodně zvolit. Klasifikace dat je obecně otázkou statistiky, ale kartografie má určitá specifika, např. na počet tříd s ohledem na možnost jejich odlišení v závislosti na použité metodě zobrazení, na „rozumné hodnoty“ hranic intervalů apod.

Třídy, resp. jejich hranice, lze **nastavit manuálně** nebo je možné použít **předdefinované způsoby klasifikace vycházející z parametrů dat**. Použití konkrétní metody klasifikace se odvíjí od celkové povahy dat a také od požadovaného výsledku (např. zajímá vás extrémita v datovém souboru).

Následující přehled klasifikačních metod uvádí **nejužívanější možnosti**, které jsou obvykle součástí GIS programů.

6.3.1 Manuální klasifikace dat

Manuální klasifikaci dat (*Manual*) je vhodné použít zejména, když je třeba:

- vizualizovat data podle **předem definovaných kritérií**, např. aby byla srovnatelná s předchozími daty;
- upravit hranice na určité **zaočkrouhlené hodnoty** – běžný krok v kartografii, kdy obecné hranice tříd dané následujícími metodami posouváme na nejbližší „rozumné“ hodnoty;
- třídít data na určitou část hodnot, které jsou **nad a pod prahovou hodnotou**, např. vztažené k celo-

státnímu průměru;

- **izolovat** určitou část hodnot a tím pádem je ve výsledku **zvýraznit nebo potlačit**.

6.3.2 Rovnoměrné intervaly

U rovnoměrných intervalů (*Equal interval*) se **zadáva počet intervalů a data jsou rozdělena do intervalů o stejném rozsahu**. Vzhledem k tomu, že data jsou většinou nerovnoměrně distribuována, bude se různit také počet prvků v jednotlivých třídách, viz obr. 6.45a. Dokonce mohou nastat případy, kdy v daném rozsahu třídy bude nula prvků. Zde je vhodné daný rozsah **vyločit z klasifikace (Exclusion)**, neboť prázdná třída by na sebe zbytečně vázala přidělenou barvu nebo velikost, která by se však v mapě vůbec nevyskytla.

Vzhledem k tomu, že v hraničních třídách se vyskytují většinou málo četné extrémní hodnoty, je toto rozdělení vhodné právě pro **zvýraznění extrémních hodnot**. Pokud bychom chtěli sledovat proměny, respektive rozmístění daného jevu v různém časovém období, je vhodné, aby data byly relativní hodnoty (procenta).

Toto rozdělení **není vhodné**, pokud je **rozdělení dat zešikmené** nebo existují v něm **příliš odlehlé hodnoty**.

6.3.3 Definování šířky intervalu

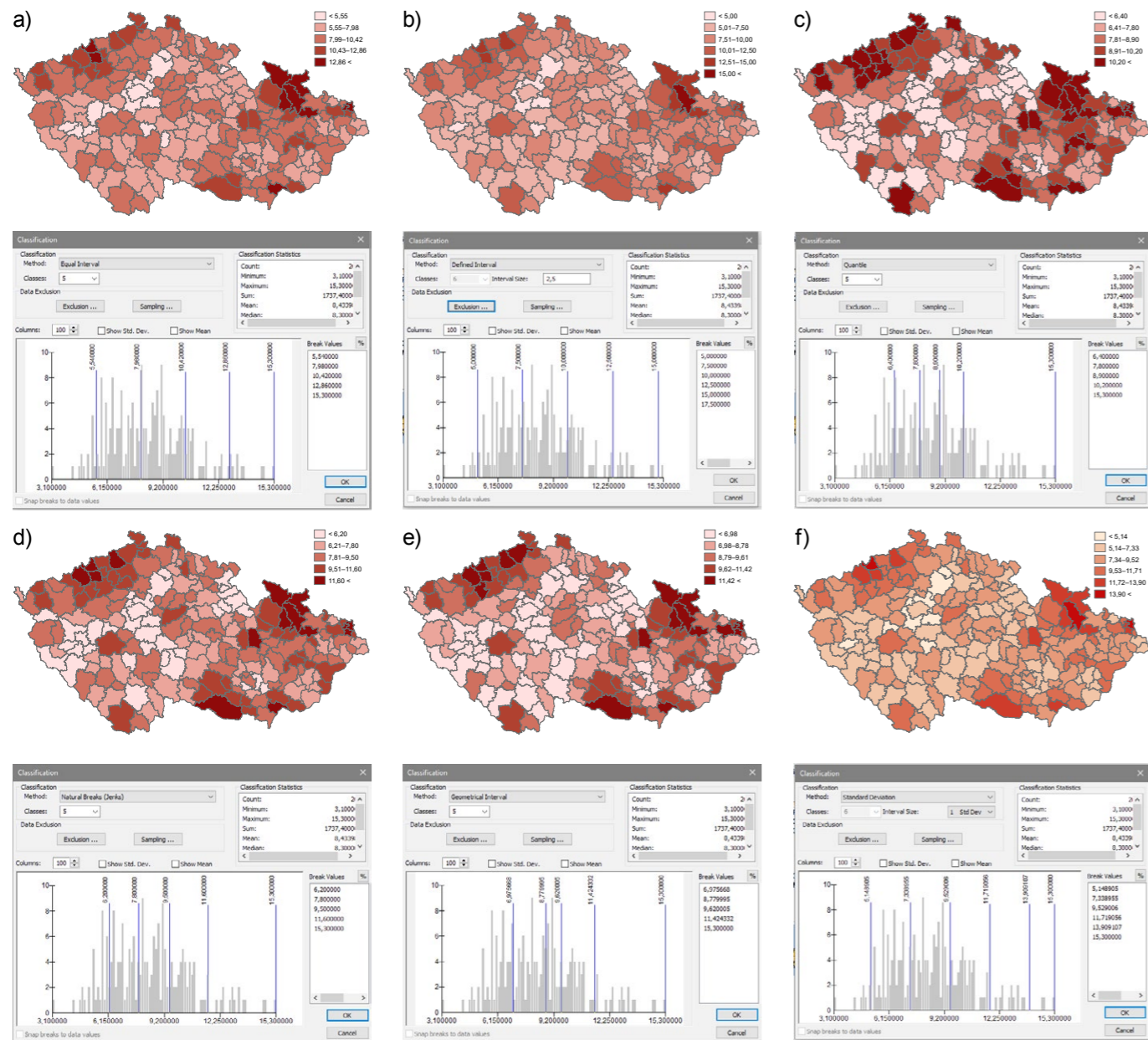
Metoda (*Defined interval*) umožňuje uživateli **nastavit pouze šířku třídy**, z té je počet tříd následně odvozen.

Jedná se o alternativu k rovnoměrným intervalům. Při nevhodném zvolení šířky třídy se může stát, že poslední třída nesoucí maximální hodnoty může zůstat z velké části prázdná (viz obr. 6.45b). Je dobré dbát na to, aby šířka třídy **nebyla zvolena příliš malá**, ve výsledku by to vedlo k vysokému počtu tříd a nepřehledné mapě.

6.3.4 Metoda kvantilů

Metoda kvantilů (*Quantile*) rozděluje data do (**rozsahem**) **nerovnoměrně velkých tříd** (viz obr. 6.45c), ale se **stejným počtem prvků ve třídách**. Znamená to tedy, že pro datový soubor na obrázku 2. a 3. třída nejsou tak široké jako hraniční pátá třída, ale obsahují stejný počet prvků. Z toho plyne, že tato metoda je vhodná pro **zvýraznění změn u středních hodnot v datovém souboru**. Na druhou stranu je nutné si uvědomit, že dvě sousedící třídy mohou obsahovat velmi podobná data (došlo k naplnění počtu prvků ve třídě a podobná data byla rozdělena) nebo také velmi rozdílná data (u šikmého rozdělení dat).

Metodu je vhodné použít v případě, kdy jsou **data lineárně distribuována** s přiměřeným počtem prvků s podobnými hodnotami nebo pokud se **vyskytují extrémní hodnoty**. Metoda je **nevhodná** v případech **velkého množství prvků s podobnými hodnotami**, neboť se může stát, že dvě sousedící třídy budou obsahovat velmi podobná data, a u **zešikme-**



Obr. 6.45 – Kartogram nezaměstnanosti v ORP s daty klasifikovanými do intervalů metodou: a) rovnoměrných intervalů, b) definováním šířky intervalu, c) kvantilů; d) přirozených zlomů, e) geometrických intervalů a f) směrodatné odchylky. Zobrazen také náhled histogramu s vyznačenými intervaly.

ných dat, kdy se přibližně stejné hodnoty budou jevit jako rozdílné.

Výhoda této klasifikace se projevuje i v grafické části mapy. Např. u kartogramu má každá barva stupnice stejné zastoupení počtu územních jednotek v mapě – mapa je pak graficky vyvážená.

6.3.5 Metoda přirozených zlomů

Metoda je nejčastěji uváděna jako *Jenks natural breaks*, v ArcGIS *Natural Breaks (Jenks)*. Metoda hledá přirozené zákonitosti a seskupení v datech a vytváří třídy na základě těchto přirozených skupin. Hranice tříd jsou tedy definovány v místech s relativně velkými rozdíly v datech (obr. 6.45d). Metoda je pojmenována po Georgu Jenksovi, který byl profesorem kartografie na Univerzitě v Kansasu.

Jedná se o univerzální klasifikační metodu, vhodnou pro většinu dat a začátečníky bez hlubší znalosti klasifikačních metod. Vždy je však vhodné hranice intervalů manuálně upravit (zaokrouhlit) na „rozumné hodnoty“. Klasifikace je zde vázána na konkrétní data, není proto vhodná pro porovnávání více map sestavených z různých datových souborů (např. sledování vývoje daného jevu za určitá období).

6.3.6 Geometrické intervaly

Metoda *Geometrical intervals* byla speciálně vyvinuta firmou Esri pro spojitá data (hodnoty se mění plynule, typickým příkladem může být teplota) a je alternativou k metodám

přirozených zlomů nebo kvantilů. Hlavním přínosem této metody je, že pracuje velmi dobře s daty, která nejsou normálně rozdělena, respektive jsou velmi zešikmená. Metoda definuje nejužší třídu a šířky ostatních tříd odvozuje pomocí proměnlivého násobného faktoru (obr. 6.45e).

6.3.7 Metoda směrodatné odchylky

Metoda *Standard Deviation* vytváří třídy jako podíly směrodatné odchylky nad a pod průměrem dat, neboli ukazuje, jak moc se data odchylují od průměru. Uživatel má možnost specifikovat velikost tříd (rovnomměrné intervaly) výběrem části (podílu) směrodatné odchylky (1, 1/2, 1/3, nebo 1/4). Hranice tříd jsou umístěny v meziintervalu jednotlivých podílů směrodatné odchylky (obr. 6.45f).

Metodu je vhodné použít v případech, kdy je třeba reflektovat, jak daleko se hodnoty odchylují od průměru (např. regiony s podprůměrnou a nadprůměrnou nezaměstnaností). Není vhodná v případě velkého počtu extrémních hodnot.

Literatura a použité zdroje

DENT, S.D., TORGUSON, J.S. & HODLER, T.W. (2008). *Cartography: Thematic Map Design*. Columbus: McGraw-Hill Education.

DUŠEK, R. & MIŘIJOVSKÝ, J. (2009) Vizualizace prostorových dat: chaos v dimenzích. *Geografie*, 114(3): 169-178.

DOUGENIK, J. A., CHRISMAN R. N. & NIEMEYER, D. R. (1985). An Algorithm to Construct Continuous Area Cartograms. *The Professional Geographer*, 37(1): 75-81.

EICHER, C. L. & BREWER, C. A. (2001). Dasymetric Mapping and Areal Interpolation: Implementation and Evaluation. *Cartography and Geographic Information Science*, 28: 125-138.

GASTNER, M.T. & NEWMAN, M.E.J. (2004). Diffusion-based method for producing density-equalizing maps. *Proceedings of the National Academy of Science*, 101(20): 7499-7504.

CHERNOFF, H. (1973). The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically. *Journal of the American Statistical Association*, 68: 361-368.

CHESCHIRE, J. & UBERTI, O. (2016). *London: The Information Capital*. London: Penguin Books.

JENNY, B., STEPHEN, D. M., MUEHLENHAUS, I., MARSTON, B. E., SHARMA, R., ZHANG, E., & JENNY, H. (2018). Design principles for origin-destination flow maps. *Cartography and Geographic Information Science*, 45(1), 62-75.

LANGFORD, M. & URWIN, D.J. (1994). Generating and mapping population density surface within a geographical information system. *The Cartographic Journal*, 31: 21-26.

MARKOWSKÁ, A. & KORYCKÁ-SKORUPA, J. (2015). An evaluation of GIS tools for generating area cartograms. *Polish Cartographical Review*, 47(1): 19-29.

- MIKLÍN, J. (2016). Value-by-Alpha mapy: představení nové metody tematické kartografie v českém prostředí. *Geodetický a kartografický obzor*, 62/104(5): 110–114.
- MIKLÍN, J. & DUŠEK, R. (2018). Proposal for the hierarchical classification of thematic cartography methods and its application to evaluation of Czech and Slovak national atlases. *Information Visualization*.
- ROTH, R.E., WOODRUFF, A.W. & JOHNSON, Z.F. (2010). Value-by-Alpha maps: An alternative technique to the cartogram. *The Cartographic Journal*, 47, s. 130–140.
- SLOCUM, T.A., McMASTER, R.B., KESSLER, F.C. & HOWARD, H.H. (2005). *Thematic Cartography and Thematic Visualization*. Upper Saddle River: Pearson.
- TYNER, J.A. (2010). *Principles of Map Design*. New York: The Guilford Press.
- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. ET AL. (2011). *Metody tematické kartografie*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- WHEELER, A. (2015). *Making value by alpha maps with ArcMap*. Andrew Wheeler. [www]
- WOODROW, N. (2015). *Alpha by Value choropleth in QGIS*. Nathan Woodrow: A blog mostly about QGIS stuff, but not always. [www]
- WOODRUFF, A.W. (2015). *How to make a value-by-alpha map*. Andy Woodruff: Web Cartographer. [www]

VII

Kartografická generalizace



Kartografická generalizace (neboli zjednodušení) je nezbytným procesem, který **prostupuje všemi částmi tvorby mapy** již od pořizování dat v krajině. Potřeba kartografické generalizace vyplývá z **měřítka**, tedy toho, že *mapa je zmenšený (...) obraz reality*. Proto, aby mapa byla srozumitelná, čitelná a zároveň i geograficky věrná a geometricky přesná, je určité zjednodušení obsahu nezbytné (**obr. 7.1**).



Obr. 7.1 – Stejně území (zvětšeno/zmenšeno do stejného měřítka) na základní mapě ČR 1: 200 000 (a), 1: 100 000 (b), 1: 50 000 (c) a 1: 10 000 (d). [čuzk]

Kartografická generalizace zahrnuje **velké množství různých metod**, které lze rozdělit do dvou skupin:

- **konceptuální** (výběr, klasifikace, symbolizace /abstrakce/ a vylepšení – tedy určení toho, co bude na mapě znázorněno);
- **grafická /geometrická/** (slučování, zjednodušování, vyhlazení, posun a další operace se symbolizovanými prvky obsahu).

Kartografická generalizace (použité postupy, metody a jejich parametry) **vždy závisí na měřítku mapy** (čím menší měřítko, tím více zjednodušená musí mapa být), ale také na **účelu mapy** (různé typy map vyžadují jinou úroveň zjednodušení jednotlivých prvků), předpokládá ných uživatelích (expertní uživatelé jsou schopni orientovat se ve složitějších mapách než laici nebo děti).

Z hlediska účelu je zásadní rozdíl v přístupu ke generalizaci mezi **mapami topografickými** (které mají být co nejpodrobnějším a nekomplexnějším obrazem daného území) a **mapami tematickými** (které upřednostňují určité téma).

Na **topografických mapách** je generalizace nutná tehdy, když je mapa **přehlná, komplikovaná**, dochází ke **konfliktům mezi prvky mapového obsahu** na popředí a na pozadí i mezi jednotlivými prvky, resp. jejich značkami, které

se **dotýkají či překrývají** (**obr. 7.2**). K posouzení můžeme využít parametr **optického zaplnění mapy** (tedy podílu plochy mapy pokrytého mapovými symboly /nezahrnujeme pozadí, např. barevnou hypsometrii/ a popisem k celku). Za **optimální** se považují hodnoty **okolo 12–15 %**, při hodnotách okolo 25–30 % již je mapa těžko čitelná. Z tohoto principu vycházejí různé normativy určující **optimální počet prvků na plochu mapy** (např. 200 bodových symbolů pro město na 1 dm² mapy).

Tematické mapy mívají obsah výrazně jednodušší, s výběrem prvků, které jsou (a) **nutné k orientaci v mapě** (důležitá sídla, administrativní hranice apod.) a (b) **důležité k pochopení tematického obsahu** a jeho vztahu k prostoru. Stejně tak bývá často mnohem výrazněji, až schematicky (**obr. 7.3**), zjednodušená i geometrie prvků mapového obsahu.



Obr. 7.2 – Mapa přehlná popisem.

Vzhledem k tomu, že prakticky **každá mapa je generalizovaná**, je nutné při generalizaci vycházet z **co nejpodrobnějších (původních) dat**, ne dat již generalizovaných (pro určité měřítko, značkový klíč, účel) (generalizace totiž úzce souvisí s tvorbou značkového klíče a jeho parametry).

Při generalizaci je nutné dodržovat následující **obecné zásady**:

- **výběr důležitých prvků**, vynechání prvků méně důležitých (pro daný účel a uživatele mapy);
- **dodržení minimálních velikostí a rozestupů**;
- **dodržení geografického kontextu**;
- **používání hierarchie a priorit** při zjednodušování a posunech prvků;
- **snaha o maximální geometrickou přesnost i geografickou věrnost**, které nicméně jdou často proti sobě; u některých typů map (např. katastrálních) proto upřednostňujeme geometrickou



Obr. 7.3 – Generalizace v tematické mapě. [převzato z Huffman]

přesnost, u jiných (mapy malých měřítek, tematické mapy) naopak geografickou věrnost).

Kartografická generalizace (využití jednotlivých metod) má svůj **logický postup**:

1) **Získání dat v terénu** (použité postupy a technologie ovlivňují **podrobnost i přesnost** získaných dat – u leteckých/družicových snímků to je např. rozlišení, u geodetického měření výběr měřených (lomových) bodů apod.);

2) **Výběr a klasifikace** (rozhodnutí, které typy prvků budeme v mapě znázorňovat a do jakých/kolik skupin je budeme dělit).

3) **Tvorba značkového klíče a popisu** (tvorba a přiřazení symbolů).

4) **Grafická generalizace** (zjednodušení a posuny prvků v daném měřítku a symbolech).

Použité postupy je vhodné **zhodnotit na maketě mapy** a v případě neuspokojivých výsledků (příliš komplikovaná a nepřehledná mapa, tzn. málo generalizovaná, nebo naopak příliš prázdná – nadměrně generalizovaná – mapa) parametry jednotlivých metod upravit.

Automatizace a algoritmizace generalizačních postupů je dlouhodobě řešeným a stále aktuálním tématem kartografie. Zatímco některé kroky (zejména geometrické generalizace – zjednodušování průběhu linií apod.) umožňují relativně snadnou automatizaci, jiné stále vyžadují kartografa s odbornými znalostmi. Zejména **dodržení geografického kontextu a relativní důležitosti** jsou

oblastí, kde jsou zkušenosti kartografa nezbytné. Výhradní použití automatizovaných funkcí a nástrojů obsažených v GIS programech (zvláště pak bez důkladné znalosti toho, jak fungují a na co mají jednotlivé parametry vliv) vede ke špatně generalizovaným mapám.

Na druhou stranu je generalizace při tvorbě map v GIS často opomíjena. Zatímco klasické ruční metody v podstatě neumožňovaly například překreslit linie z podrobné mapy do mapy malého měřítká bez zjednodušení, použití digitální vrstvy katastrální mapy pro mapu Česka na formát A4 není technicky problém – ale výsledek je kartograficky špatný. Další často opomíjenou částí generalizace je harmonizace, tedy konečná fáze generalizace zaručující, že jednotlivé vrstvy budou ve vzájemném souladu. Ta je totiž na rozdíl od výběru či geometrického zjednodušení obtížná a relativně hůře automatizovatelná. Častým projevem při použití různých datových sad pak



Obr. 74 – Proces abstrakce: a) na mapě velkého měřítká je areálovou značkou i řeka Dyje; b) na mapě středního měřítká je město znázorněno již značkou areálovou, značka řeky zůstává liniová; c) na mapě malého měřítká je město Břeclav znázorněno bodovou značkou, řeka Dyje liniovou. [Mapy.cz]

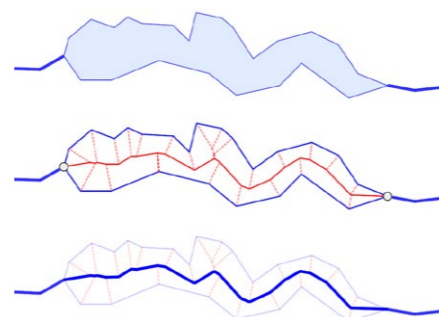
bývá například nesoulad linií, které jsou ve skutečnosti totožné (např. hranice procházející vodním tokem), ale na mapě mají jiný průběh.

Generalizace má výrazné dopady na kartometrické úlohy nad mapami (a to včetně práce v GIS): obecně vlivem generalizace dochází ke zkracování naměřených délek linií proti skutečnosti. Z toho důvodu jsou kartometrické úlohy na mapách středních a malých měřítek prakticky nesmyslné.

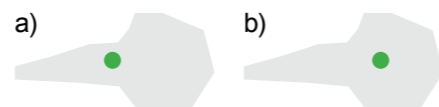
7.1 Metody kartografické generalizace

7.1.1 Abstrakce

Prvním stupněm generalizace je u většiny prvků rozhodnutí, zda budou znázorněny figurálním, liniovým nebo areálovým znakem (viz kap. 4). Klíčovým parametrem je minimální rozměr symbolu z hlediska percepce. Pokud by byl areálový prvek v měřítku mapy příliš malý, je třeba



Obr. 75 – Odvození polohy liniového znaku z plošné geometrie pomocí metody skeletonu. [převzato z Bayer 2008]



Obr. 76 – Pozice bodového znaku pro plošný prvek v jeho středu (a) a těžišti (b).

ba jej nahradit bodovým či liniovým symbolem (viz tab. 4.1, obr. 7.4).

Pro převod areálů liniového charakteru (např. vodních toků) na liniovou značku se používá např. metoda skeletonu, vycházející z matematické teorie grafů (obr. 7.5). U převodu areálů (s relativně složitějším tvarem)

na bodovou značku je klíčovou otázkou způsob určení souřadnic bodu – různé metody přináší (často velmi) odlišné výsledky (obr. 7.6).

7.1.2 Výběr

Výběr zahrnuje jak výběr základních kategorií prvků (zda na mapě vůbec budou řeky, vesnice, výškové body apod.), tak výběr prvků uvnitř kategorií (která řeka, vesnice na mapě bude a která už ne) (obr. 7.7).

Při výběru odpovídáme na otázky, zda jsou dané prvky nezbytné, zda jejich odstranění sníží pochopitelnost či vypovídací schopnost mapy, jestli odstranění méně důležitých prvků napomůže důležitějším prvkům, zda bude mapa ve výsledku přehlednější.

Nejjednodušším způsobem výběru je výběr pomocí jednoho kritéria – stanovení hranice parametru, který rozhoduje, zda daný prvek na mapě bude či nebude znázorněn (např. délka vodního toku nad 10 km, silnice II. a vyšší třídy, sídlo s alespoň 5 tisíci obyvatel apod.). Použít



Obr. 77 – Výběr řek pro mapu v měřítku 1:25 000 (a), 1:50 000 (b) a 1:200 000 (c). [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

vání pouze jednoho kritéria obvykle nemá dobré výsledky, protože málokdy o důležitosti prvku vypovídá právě jen jeden parametr.

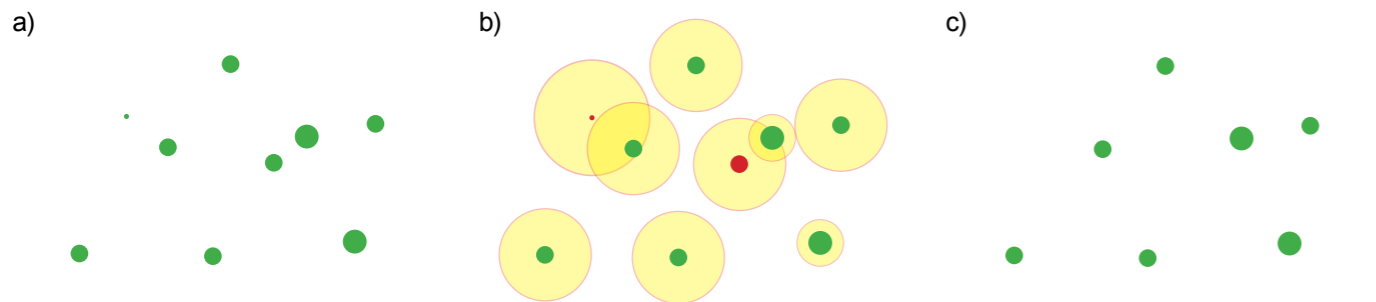
U cenzálního výběru rozhoduje hodnota hlavního kritéria o prvcích, které na mapě budou vždy (sídlu nad 10 tis. obyvatel, vodní tok s délkou větší než 15 km) a které nikdy (sídlu pod 5 tis. obyvatel, vodní tok s délkou menší než 5 km). U prvků s hodnotou kritéria mezi limitními hodnotami pak rozhoduje další parametr (nebo více parametrů) – např. administrativní význam sídla nebo řád vodního toku.

Nejsložitější je multikriteriální výběr, kdy zvažujeme několik parametrů s různou vahou. Konkrétní postup může zahrnovat prvky cenzálního výběru (při určitých hodnotách zahrnutí prvku na mapu vždy), nebo na základě hodnot několika parametrů (délka toku, průtok, řád, velikost povodí) přiřadit bodovou hodnotu váhy a následně určit minimální počet součtu bodů – vah pro zobrazení prvku na mapě. V praxi je tento po-

stup nejpoužívanější, spolu s individuálním posouzením (mnohdy těžko definovatelné či parametrizovatelné) geografické významnosti.

Grafický výběr – využívaný především v automatizovaných algoritmech – funguje na základě vzájemných vzdáleností jednotlivých prvků a jejich váhy (obr. 7.8). V oblastech s velkou hustotou mapových prvků jsou ty méně důležité (v blízkosti více důležitých) vyřazeny, v oblastech s hustotou nízkou mohou být (skoro) všechny body ponechány. Právě to je problematické, protože na výsledné mapě dochází k nivelizaci rozdílů mezi oblastmi s různým charakterem.

Pomůckou pro generalizaci výběrem mohou být různá normativní pravidla, jako je např. Töpferův zákon odmocniny (obr. 7.9). Ta stanovují, kolik prvků z původní mapy by mělo zůstat na mapě generalizované (s menším měřítkem). Při výběru je nutno uvažovat nejen samotné prvky, ale také jejich popis, který na mapě bude zabírat prostor.



Obr. 7.8 – Ukázka výběru pomocí algoritmu Settlement Spacing Ratio: a) originální data, velikost bodu odpovídá významu prvku; b) kolem vstupních prvků jsou vytvořeny buffery, jejichž poloměr nepřímo odpovídá významu prvku (čím významnější prvek, tím menší buffer); c) generalizovaná data – prvky jsou zpracovávány od nejvýznamnějších tak, že pokud v bufferu prvku leží méně významný prvek, je odstraněn. [převzato z BAYER 2008]

$$n_o = n_p \sqrt{\frac{m_p}{m_o}}$$

Obr. 7.8 – Töpferův zákon odmocniny: n_o = počet prvků na mapě odvozené, n_p = počet prvků na mapě podkladové, m_p = měřítkové číslo mapy podkladové, m_o = měřítkové číslo mapy odvozené.

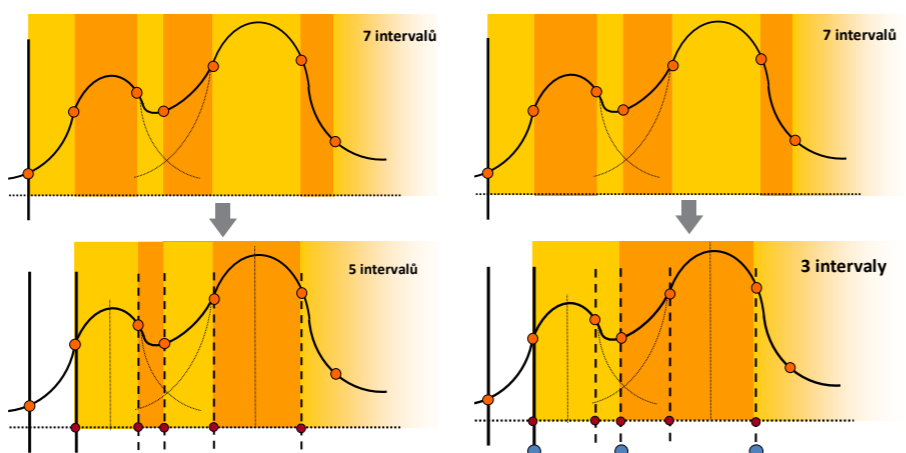
7.1.3 Generalizace kvantitativních a kvalitativních charakteristik

Utváření intervalů či kategorií je prvním krokem generalizace, následně můžeme v další fázi generalizace jednotlivé intervaly slučovat, případně také měnit hranice. Kvalitativní kategorie potom při generalizaci obvykle slučujeme.

V obou případech nemusí platit to, že do nadřazené kategorie/intervalu je vždy sloučen stejný počet intervalů/kategorií – vždy záleží na konkrétní situaci a důležitosti jednotlivých hranic (obr. 7.10, 7.11).

jehličnaté lesy	lesy	lesy
listnaté lesy		
orná půda	orná půda	zemědělská půda
louky, pastviny	louky, pastviny	
sady a zahrady	ostatní zemědělská půda	
vinice		
ostatní zemědělská půda	neplodná a ostatní půda	neplodná a ostatní půda

Obr. 7.10 – Ukázka slučování kvalitativních kategorií.



Obr. 7.11 – Ukázka slučování a úpravy kvantitativních kategorií (intervalů).

7.1.4 Geometrická generalizace

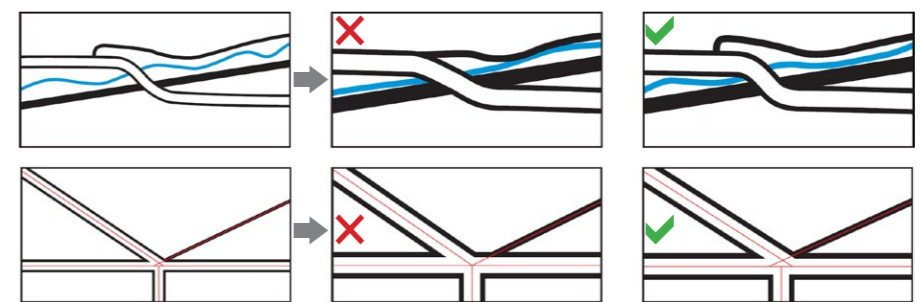
Geometrická generalizace zahrnuje zjednodušování a vyhlazování linií (jak ve smyslu liniiových značek, tak hranic areálů), zjednodušování tvarů (areálů) a slučování/oddělování areálů.

Linie jsou obvykle popsány jako spojnice lomových bodů. Čím více lomových bodů linií popisuje, tím je její průběh podrobnější. V případě zobrazení linie na mapě menšího měřítka je žádoucí přebytné body vypustit. Klíčovou otázkou je identifikace těch bodů, které mohou být odstraněny tak, aby zůstal co nejvěrněji zachován charakter linie (ve vazbě na geografickou věrnost) a co nejpřesněji průběh linie. Mezi další – neméně důležité – požadavky při zjednodušování linií patří požadavek na zachování koncových bodů a topologických vazeb (obr. 7.12),

u hraničních linií navíc také zachování výměry, těžiště a charakteru a typického tvaru areálu. Počet odstraněných bodů (míra generalizace) musí odpovídat měřítku mapy a použitému symbolu, chybou je jak nedostatečné zjednodušení, tak přílišné zjednodušení průběhu linie (obr. 7.13).

Zjednodušení průběhu linie (simplify) je často řešeno algoritmicky. Metody (obr. 7.14) zahrnují jak primitivní postupy (rastrová metoda, vynechání každého k-tého bodu, minimální vzdálenost mezi lomovými body, minimální úhel na lomovém bodu), tak relativně složitější metody (vzdálenost bodu do strany, metoda prodlouženého pásu, Opheimův algoritmus apod.). Tyto algoritmy můžeme dělit do tří skupin podle chování při opakování metody se stejným nastavením:

- opakování může být součástí metody (iterace – dokud není splně-



Obr. 7.12 – Špatná a správná generalizace průběhu linií se zachováním vzájemných polohových vazeb a vztahů. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]



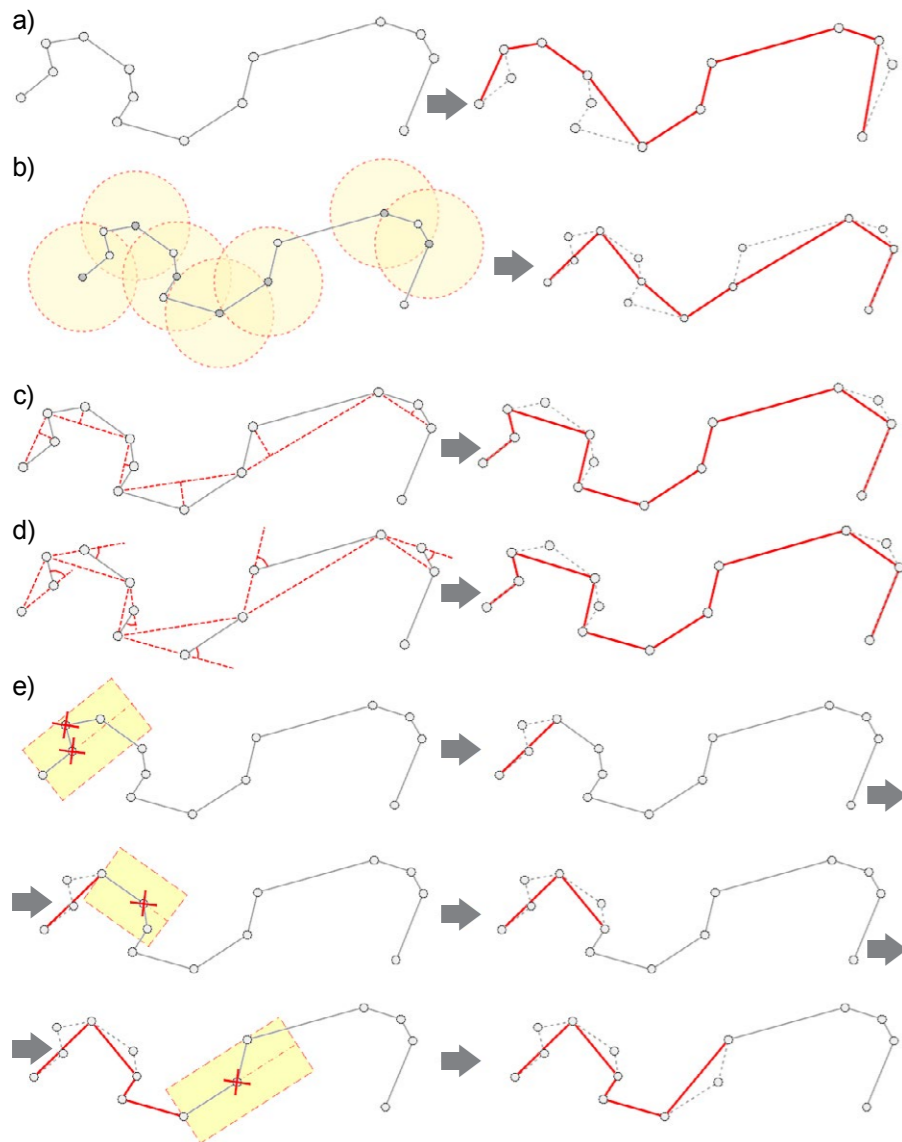
Obr. 7.13 – Příliš a správně zjednodušená linie. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

- na určitá podmínka);
- nemá vliv na výsledek (např. u minimálního úhlu);
- stupňuje generalizaci – vede k čím dál většímu zjednodušení.

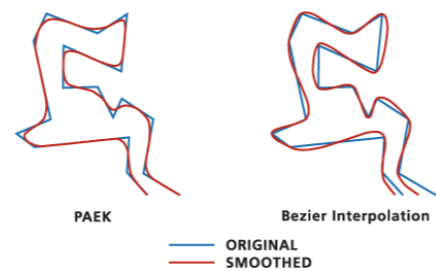
Vyhlazování linií (smooth) na rozdíl od zjednodušování průběhu nemění počet lomových bodů, ale nahrazuje úsečkový průběh linií mezi lomovými body (typický pro ruční vektorizaci, spojování geodeticky naměřených bodů apod.) křivkou (obr. 7.15). Tvar křivky je obvykle popsatelný matematicky jako polynom n-tého stupně. Křivky mohou danými (řídícími) body procházet (interpolací křivky), nebo se jim přibližovat (aproximační křivky). Různé typy křivek (resp. vyhlazovacích algoritmů) mohou nad stejnou sadou lomových bodů mít i poměrně výrazně rozdílný průběh.

Zjednodušování areálů (např. polygonů budov) je podobným problémem jako zjednodušování linií s tím, že jednotlivé polygony musí být lineárně separovatelné (obr. 7.16). Mezi jednoduché metody patří např. min-max box, konvexní obálka nebo natočený obdélník (obr. 7.17), složitější algoritmy pracují s limitními hodnotami velikosti výstupků/výklenků, které budou zachovány a které zjednodušeny (obr. 7.18).

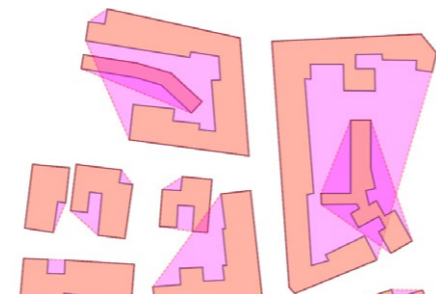
Dalším stupněm zjednodušování polygonů je jejich slučování. O tom, které polygony budou navzájem sloučeny, rozhoduje jejich velikost a vzájemná vzdálenost. Aby sloučením velkého množství malých polygonů nevznikla jedna obrovská jednolitá plocha (neodpo-



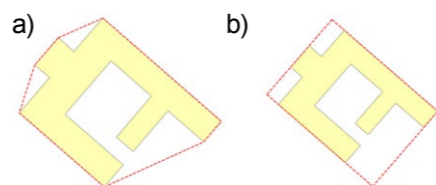
Obr. 7.14 – Příklady jednoduchých automatizovaných algoritmů na vyhlazování linií: **a)** vynechání k -tého bodu, **b)** vynechání bodu se vzdáleností od předchozího bodu menší než stanovené kritérium, **c)** vynechání bodu s boční vzdáleností menší než kritérium, **d)** Jenksův algoritmus (používá kritéria pro vzdálenost, boční vzdálenost a úhel), **e)** Reumann-Witkamův algoritmus (metoda prodlouženého pásu). [převzato z BAYER 2008]



Obr. 7.15 – Vyhlazení křivky. [ESRI]



Obr. 7.16 – Příklady lineární (ne)separovatelnosti objektů. [převzato z BAYER 2008]

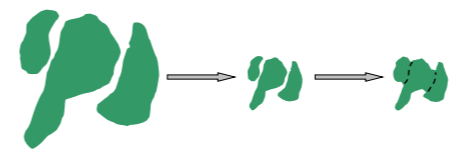


Obr. 7.17 – Příklady metod zjednodušení tvaru objektu: **a)** konvexní obálka, **b)** natočený obdélník. [převzato z BAYER 2008]

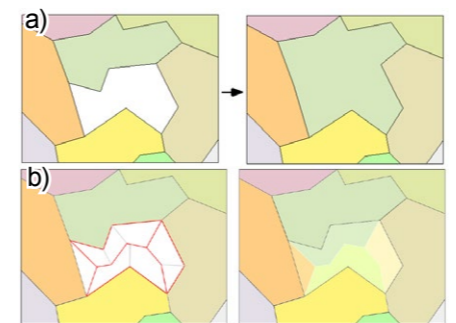


Obr. 7.18 – Zjednodušení polygonů na příkladu budov: **a)** původní data, **b)** generalizovaná data. [převzato z BAYER 2008]

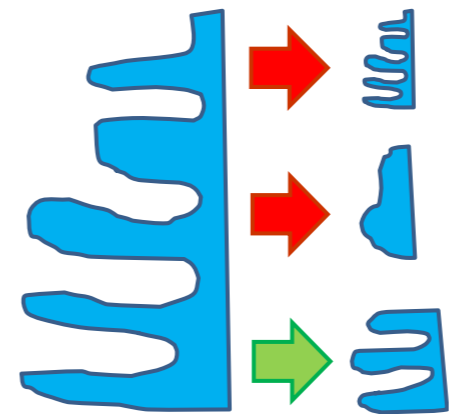
vídající skutečnosti), je někdy třeba sloučené polygony od sebe oddělit a odsunout (obr. 7.19). V případě sousedících polygonů (se společnými hranicemi) může dojít ke spojení nevýznamného polygonu s jiným (s nejdelší vzájemnou hranicí, největším apod.) nebo rozpuštěním mezi všechny sousedící prvky (obr. 7.20).



Obr. 7.19 – Slučování blízkých polygonů.



Obr. 7.20 – Generalizace polygonu **a)** spojením, **b)** rozpuštěním. [převzato z BAYER 2008]



Obr. 7.21 – Kresba přes míru.

7.1.5 Kresba přes míru

V případě, že daný prvek nebo důležitá část jeho tvaru jsou příliš malé na to, aby byly v měřítku mapy zobrazeny, mohou být (kromě abstrakce, tzn. nahrazení bodovým znakem) na mapě nakresleny tzv. přes míru, tedy ve větším měřítku tak, aby byly patrné (obr. 7.21). Typickým příkladem, kdy se tento postup uplatňuje, jsou např. fjordy, říční meandry, důležité (ale malé) ostrovy, zálivy či poloostrovy.

7.1.6 Posun

Vzhledem k tomu, že liniové a bodové značky zabírají na mapě výrazně větší plochu, než odpovídá skutečnosti po přepočtu měřítkem mapy, musí být symboly často vůči skutečné poloze posunuty, aby nedocházelo k jejich překryvu (obr. 7.22). Charakteristická jsou třeba údolí, kde vedle sebe vede železniční trať, silnice a řeka. Pokud by jejich značky měly šířku 1 mm a do-



Obr. 7.22 – Posun prvků: mapa v měřítku 1 : 500 000 ve srovnání s ortofotem a mapou 1 : 10 000.

hromady tedy zabíraly 3 mm šířky, přepočtem dle měřítka to odpovídá 150 m u mapy 1 : 50 000, ale už 3 km u mapy 1 : 1 000 000 (skutečná šířka může být klidně jen 30 m).

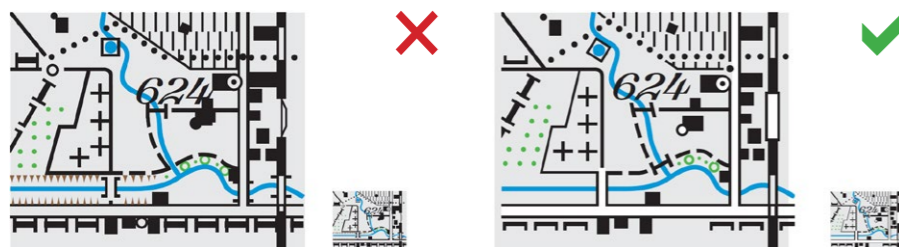
Při posunu prvků je vhodné (zejména u topografických map) dodržovat následující hierarchii: nejpřesněji umísťujeme geodetické body (např. výškové body), hranice, následně hydrografii, železnice, silnice, budovy a největších posunů se může dopustit u vegetačního krytu.

7.2 Harmonizace

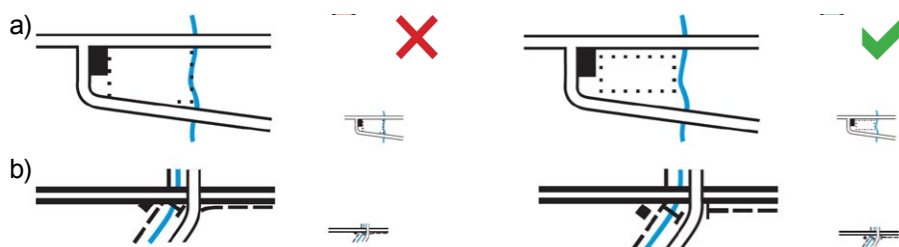
Nejobtížnější fází kartografické generalizace je harmonizace všech postupů u všech prvků mapy tak, aby mapa byla co nejpřesnější, ale zároveň přehledná, názorná, čitelná a s rozlišitelnými prvky (obr. 7.23). Generalizace jednotlivých prvků nemůže probíhat nezávisle, ale naopak tyto prvky musí být ve vzájemném souladu (a to včetně výškopisu). Mezi důležité zásady patří mj.:

- **srozumitelnost** má přednost před geometrickou přesností (obr. 7.24);
- reálně viditelné prvky mají přednost před neviditelnými (obr. 7.25);
- při posunu je nutné dodržovat minimální vzdálenosti s ohledem na technologii (1 pixel u elektronických map, u tištěné mapy velikost mezery odpovídající použitému způsobu tisku a materiálu tak, aby nedošlo k rozpití a slití nezávislých prvků) (obr. 7.26);
- **dodržení topologie**, vzájemné polohy a prostorových vztahů;

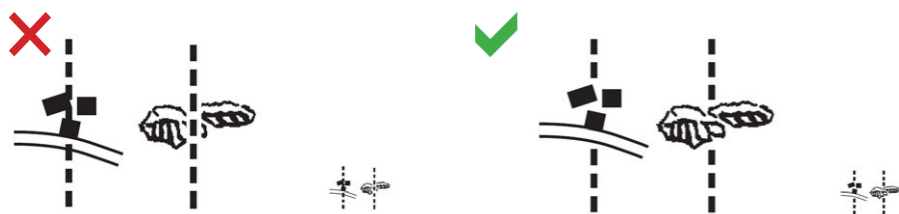
- **dodržení prostorového kontextu** (vzor, tvar, hustota) (obr. 7.27, obr. 7.28).



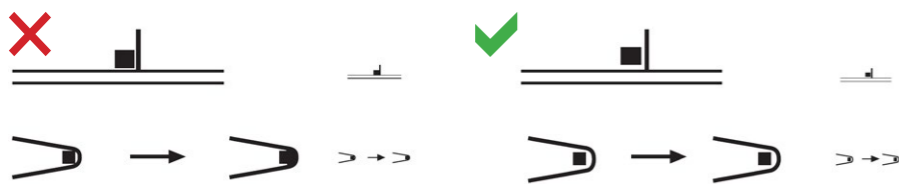
Obr. 7.23 – Špatně a správně generalizovaná mapa. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]



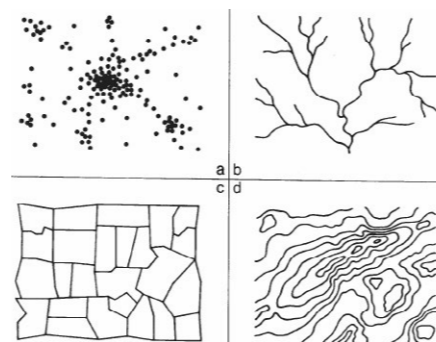
Obr. 7.24 – a) odsunutí hranice parkoviště (tečkovaná čára) dává přehlednější výsledek, než její ponechání dle skutečného stavu; b) s posunem symbolů pro lávku, budovu a zjednodušením tvaru cesty je mapa přehlednější. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]



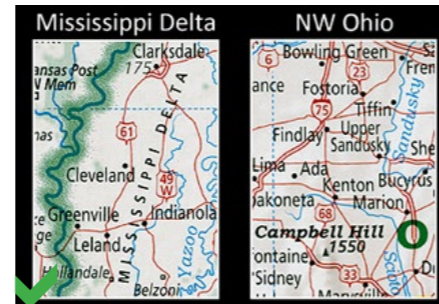
Obr. 7.25 – Viditelné prvky (budovy, skály) mají přednost před neviditelnými (silnice procházející tunelem). [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]



Obr. 7.26 – Pokud jsou mezi prvky příliš malé mezery, může po vytištění docházet k jejich slévání. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]



Obr. 7.27 – Důležitost geografického syntaxu: i bez legendy je zřejmé, o jaké prvky se jedná. [převzato ze Wood 2010]



Obr. 7.28 – Příklad špatné a správné generalizace oblastí s různou hustotou zalidnění: počet obcí v oblasti delty Mississippi je menší než na severozápadě státu Ohio, čemuž by měl odpovídat i generalizovaný obraz.

[převzato z Imus Geographic]

73 Generalizace jednotlivých prvků mapy

Dále uváděná pravidla představují možné zásady, kterými je možné se při tvorbě mapy řídit. Konkrétní podoba kartografické generalizace jednotlivých prvků obsahu ale vždy záleží na konkrétní mapě, jejím účelu, uživatelích i tvůrci. Množství příkladů, návodů a postupů obsahuje učebnice od SPIESS ET AL. (2005).

73.1 Krajinny kryt – vegetace a vodní plochy

Při generalizaci tvaru plošných značek pro krajinny kryt (například plochy lesa, rybníků apod.) je nutno dbát na **minimální rozměry**, které budou na mapě čitelné. V případě prvků, které v daném měřítku těchto rozměrů nedosahují, je možno volit:

- **kresbu přes míru** (u prvků, které jsou důležité z hlediska orientace či jinak – pás lesa podél silnice, osamělý remízek v poli; zúžení, jehož nezobrazení by způsobilo rozpad jednoho prvku na dva, apod.);
- **nahrazení liniovou značkou** (pro liniovou vegetaci, de facto kresba přes míru);
- **slučování**.

Při slučování je třeba dbát na to, aby **relativní podíl plochy** daného typu povrchu byl i **po generalizaci v souladu s realitou** – výsledkem slučování malých ploch lesů, zabírajících v dané lokalitě 50 % plochy, nemůže být jeden velký les pokrývající vše. Zvláštní pozornost je třeba věnovat

generalizaci vodních ploch, kde by se slučování mělo používat jen v naprosto minimální míře.

Generalizované plochy by zároveň měly zachovávat **typické tvary** (zda jsou lesy spíše kompaktní, nebo protáhlé apod.). Důležitá je i **návaznost na další prvky** – i na generalizované mapě by mělo být zřetelně zachováno, zda například les přímo sousedí se silnicí nebo je oddělen pásem bezlesí.

73.2 Vodní toky

U výběru vodních toků je důležité **použití více kritérií** – délka je parametrem nejdůležitějším, neměla by být jediným (kromě dalších hydrologických charakteristik, jako je řád vodního toku, velikost povodí nebo průtok hraje roli i návaznost na další prvky mapy – např. zda na daném vodním toku leží sídlo apod.). **Obraz generalizované říční sítě** by měl odpovídat jejímu skutečnému charakteru, protože ten vypovídá o geografických podmínkách území. I z generalizovaného obrazu by tedy mělo být zřejmé, zda jde o síť radiální, pravoúhlou, stromovou apod. Kromě topologických vztahů je potřeba dávat velký pozor také na **soulad se zobrazením výškopisu**.

73.3 Hranice

Pro hranice je charakteristický **průběh souběžný s dalšími prvky** – silniční sítí, vodním tokem, případně více úrovní hranic. Z toho

důvodu jsou hraniční linie ideální pro **substituce** – nahrazení znaku jiným (viz obr. 4.14). Vždy ale musí být zřejmé, kde **souběh hranice s daným prvkem začíná a kde končí**. Samozřejmostí je pak **polohový soulad souběžných znaků** – není možné, aby se znaky vlivem odlišných datových sad (nebo různě provedené generalizace) rozcházel.

73.4 Silnice a železnice

U **silniční sítě** je při výběru nejdůležitějším kritériem **řád silnice**, nemusí však být kritériem jediným (např. pokud je daná silnice jedinou spojnici). U liniových prvků často dochází k **posunům**, důležité je zachování topologie a relativních vztahů (např. na křižovatkách a dalších kříženích s ostatními prvky). Při generalizaci **uliční sítě** by měl být zachován její charakter (pravoúhlá, nepravidelná apod.).

Železniční síť bývá u map velkých a středních měřítek zobrazovaná obvykle **kompletní** (bez výběru), pouze s případným zjednodušením obrazu jednotlivých kolejí na trať.

73.5 Zástavba a sídla

Výchozími daty popisujícími zástavbu jsou (prakticky negeneralizované) **lomové body jednotlivých budov**. Proces jejich generalizace zahrnuje (od nejpodrobnějšího po nejgeneralizovanější): zjednodušování tvarů budov, slučování jednotlivých budov do bloků, nahra-

zení půdorysů významných budov bodovou značkou, slučování bloků budov do větších celků až po jeden polygon odpovídající sídlu a jeho nahrazení bodovou značkou.

Při zjednodušování tvaru jednotlivých budov hraje roli minimální velikost výklenku/výstupku, která bude na mapě viditelná a její přepočtení do skutečnosti. Zjednodušený půdorys by měl zachovávat hlavní charakteristiky tvaru a orientace budovy.

Bloky budov na mapě by pak měly odpovídat skutečné hustotě zástavby, velikostní poměry i zjednodušených tvarů budov by měly být stejné jako u skutečných budov a celkový půdorysný charakter zástavby by měl i na generalizované mapě odpovídat skutečnému charakteru. Generalizace zástavby musí být v souladu s generalizací dalších prvků mapy, zejména silniční (uliční) sítě, vodních toků apod.

Při výběru zobrazovaných sídel (uvádí se, že optimální hustota sídel u všeobecně-geografické mapy je 200 sídel na dm^2) hraje roli nejen počet obyvatel, ale také další parametry (administrativní, ekonomický, historický, turistický význam apod.).

7.3.6 Generalizace výškopisu

Ať již pro zobrazení výškopisu zvolíme jakoukoliv metodu (viz kap. 5.3), podkladová data bude s největší pravděpodobností nutné generalizovat, a to jak z důvodu zachování přehlednosti mapy, tak souladu s generalizovaným polohopisem. Hlavním

úkolem při generalizaci výškopisu je zachování obrazu typických forem a charakteru reliéfu (*landforms*) a naopak potlačení nepodstatných detailů. Formy a míra generalizace výškopisných dat se přitom obvykle liší v závislosti na zvolené metodě znázornění výškopisu, tj. jinak budeme generalizovat data pro znázornění reliéfu pomocí vrstevnic či pomocí stínování, ačkoliv jsou určena pro stejné měřítko. Na druhou stranu je ale třeba – při kombinaci více metod, například zmíněných vrstevnic a stínování – dbát na to, aby obě metody byly ve vzájemném souladu.

Právě požadavek na zachování typických forem a charakteru reliéfu je u automatické generalizace jednoduchými funkcemi nesnadné dodržet. Automatizované algoritmy dávající uspokojivé výsledky jsou proto obvykle poměrně složité a víceokrové.

Při generalizaci vrstevnic je důležitou pomůckou terénní kostra (hřbetnice, údolnice, hrany), z nichž generalizovaný obraz reliéfu vychází. Zatímco v měřítku 1 : 25 000 je možné tvar reliéfu vystihnout vrstevnicemi prakticky bez generalizace včetně takřka všech terénních forem, menší měřítka vyžadují zjednodušení. Generalizované vrstevnice by měly dodržet (obr. 7.29):

- základní charakteristiku forem reliéfu: jejich velikost, sklon svahů, (ne)pravidelnost a (ne)spojitost;
- soulad s (generalizovaným) polohopisem (například pokud silnice, železnice a vodní tok prochází údolním dnem, je třeba náležitě



Obr. 7.29 – Generalizace vrstevnic (původní data v měřítku 1 : 25 000, generalizovaná 1 : 50 000 – zvětšeno). Správná generalizace vyhladila vrstevnice, zachovala charakteristickou strukturu a tvary reliéfu. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

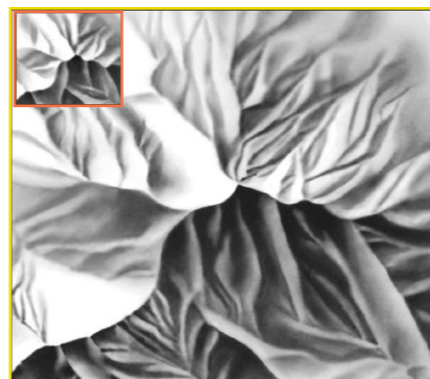
rozšířit i vrstevnicový obraz údolního dna; vodní tok musí probíhat nejnižším místem údolí apod.

- soulad s dalšími metodami znázornění výškopisu.

Zatímco v některých částech tedy dochází k vyhlazování a zjednodušování tvaru vrstevnic, v místech důležitých údolí – zejména těch protékáných vodním tokem – je vhodné naopak údolí zdůraznit při zachování jeho charakteru (strž, údolí s plochým dnem apod.).

Smyslem stínování je názorná vizualizace tvarů reliéfu, proto vystihnoutí průběhu hlavních forem a potlačení nedůležitých (obr. 7.30). Metody generalizace jsou obvykle úzce spjaté se samotným generováním stínovaného obrazu ze zdrojových dat a mohou zahrnovat například (viz např. MARSTON & JENNY 2015):

- identifikaci terénní kostry (údolnic a hřbetů);
- určení důležitosti jednotlivých částí terénní kostry, například

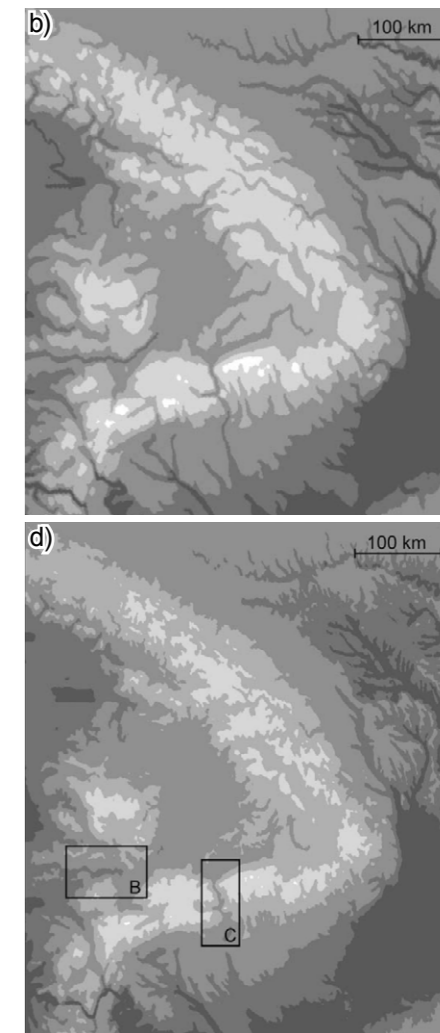
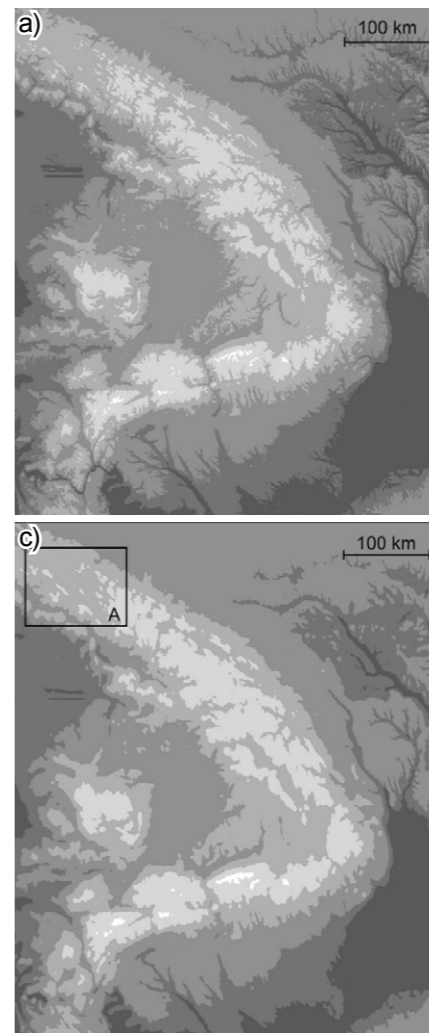


Obr. 7.30 – Generalizace stínovaného reliéfu – 1 : 50 000 (žlutě) a 1 : 200 000 (oranžově). [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

s využitím teorie grafů;

- přizpůsobení azimutu a výšky zdroje světla na základě orientace a sklonu svahu, relativní i absolutní výšky daného místa.

Generalizaci dat vyžaduje i použití hypsometrických barev pro mapy



Obr. 7.31 – Generalizace hypsometrických vrstev (a původní data, b generalizovaný obraz) s využitím Upper (c) a Lower (d) Quartile Filter. [převzato ze LEONOWITZ ET AL. 2005]

částí oddělených pásem jiné barvy. Příklad automatizovaného postupu generalizace rastrového digitálního modelu reliéfu podle LEONOWITZ ET AL. (2009) zahrnuje (obr. 7.31):

- aplikaci filtru, který každé buňce přiřadí hodnotu 75 percentilu z hodnot okolních buněk (*Upper Quartile Filter*), respektive 25 percentilu (*Lower Quartile Filter*), čímž jsou **zdůrazněny (rozšířeny) hřbetnice, respektive údolnice**; filtrování je možno několikrát opakovat pro zvýšení míry zjednodušení;
- vytvoření a generalizaci hydrografické sítě;
- vytvoření *bufferu* okolo takto vytvořených linií hydrografické sítě pro určení, na jaká místa bude ve finální kombinaci obou filtrovaných vrstev použita vrstva *Upper* a *Lower Quartile filtru*.

7.3.7 Generalizace popisu

Se zmenšujícím se měřítkem zabírá popis prvků mapy relativně větší plochu, na což je třeba dbát už při procesu samotného výběru prvků. S výjimkou sídel – která by měla být popsána všechna – je možno stanovit kritéria (zohledňující více aspektů) pro výběr prvků mapového obsahu, které budou na mapě popsány. Ke generalizaci popisu patří i zkracování (viz kap. 9.4.4).

Generalizace v ArcGIS

Měřítko vstupních dat spolu s kartografickým projektem (účel mapy, mě-

řítka, obsah atd.) určuje, zda a jak bude třeba tato data generalizovat. První fází je **konceptuální generalizace** – výběr zobrazovaných prvků a jejich případná klasifikace do tříd. Následuje **návrh značkového klíče** a přiřazení značek prvkům v měřítku mapy. V této fázi může také docházet ke **změně geometrie** – nahrazení prvků s plošnou geometrií liniovými nebo bodovými prvky. (Tento krok se může, ale nemusí týkat všech prvků daného typu – pokud jsou mezi nimi velké velikostní rozdíly, mohou být body nahrazeny jen prvky pod limitní velikostí.) Až v dalším kroku přichází na řadu **geometrická generalizace**: zjednodušení a vyhlazení, řešení grafických konfliktů a **celková harmonizace**.

Ještě před samotným začátkem generalizace je vhodné provést **kontrolu dat**, jednak z hlediska **topologie** (některé funkce pro korektní běh vyžadují topologicky čistá data), jednak z hlediska **struktury**. Je vhodné zaměřit se např. na:

- **geometrickou podobu prvků** – *multipart features* (jednomu prvku v atributové tabulce odpovídá více nezávislých geometrických útvarů, např. souostroví Havaj je jeden prvek); k převodu z *multipart features* na *single part features* slouží funkce *Explode multipart features* v editačním módu, naopak lze více prvků spojit do jednoho v editoru pomocí příkazu *Merge*;
- pokud je **jeden geografický prvek geometricky rozdělen na několik** (např. vodní tok na úseky mezi jednotlivými soutoky), je mož-

no tyto části hromadně spojit do jednoho prvku za předpokladu, že mají v atributech vyplněn identifikátor (např. název toku) pomocí funkce *Dissolve* (pozor na případy, kdy se v datech vyskytuje více prvků se stejným názvem); tuto funkci lze použít i k tvorbě vrstvy libovolně nadřazené hierarchické úrovně (např. vrstvy krajů z okresů) za předpokladu, že příslušnost k dané úrovni je zapsána v atributech;

- **geometrické atributy** – pokud jsme prováděli operace typu *Dissolve*, *Multipart...* apod., je vhodné přezkontrolovat, resp. pomocí *Calculate geometry* přepočítat hodnoty rozlohy, délky apod. v atributech, nemusí být totiž správně;
- **atributy** – pokud pro další práci (výběr, třídy prvků) budeme potřebovat více atributů, doplníme je (funkce *Join*, *Relate* apod.).

Vzhledem k tomu, že při generalizaci **data modifikujeme** (ať již jde o vnitřní strukturu dat, nebo jejich geometrii), je vhodné **ponechat si původní data** a vhodnou strukturou dat (jména, adresářová struktura apod.) zajistit, že budeme vědět, jakým způsobem daná vrstva vznikla a co obsahuje. Proces generalizace je totiž **náchylný ke vzniku chaosu v datech** – výsledkem mnoha funkcí jsou nové vrstvy, některé funkce pro dosažení správného výsledku opakujeme nebo modifikujeme, což počet výsledků taky násobí. Naopak u některých funkcí je třeba dávat pozor, že **upravují přímo originální data** (a ta mít tedy zálohována).

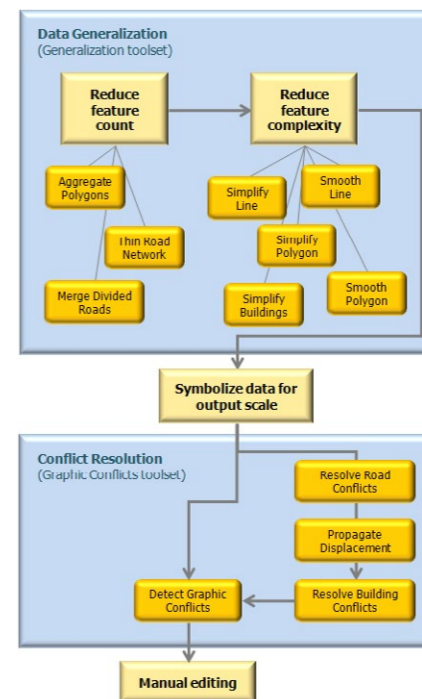
Výběr

Základní způsoby výběru jsou **grafický** (*Select by location* – prvky, které se navzájem dotýkají, překrývají apod.) a na základě **vlastností** (*Select by attributes*). Výrazy pro výběr mohou být **jednoduché** (jednokriteriální – sídla s více než 10 tis. obyvatel, vodní toky delší než 20 km apod.) nebo **složené**. Složení můžeme provádět za pomoci **logických operátorů** (AND, OR apod.) a nebo pomocí **rozložení výběru do více kroků** a použitím možností *Add to selection*, *Remove from selection*, *Select from Selected* apod. – zde je možno **kombinovat jak grafický, tak atributový výběr**. V případě multikriteriálního výběru je možno např. **vytvořit pomocné atributy pro váhy**, jednotlivým kritériím přiřadit hodnoty a váhy pak sečíst.

Vybrané prvky je možno **vyexportovat do nové vrstvy**, nebo použít **atribut viditelnosti** (respektive více atributů viditelnosti podle měřítka) ve spojení s *Definition query*. **Jednoduché výběry dle atributů** lze také psát přímo do *Definition query*.

Geometrická generalizace vektorových dat

Generalizační funkce v ArcGIS najdeme v *toolboxech* *Cartography > Generalization*, *Data Management > Generalization*. Mnohé z těchto funkcí pro správné fungování požadují data **uložená v geodatabázi**, data v **kartografickém zobrazení** (*Projected Coordinate System*) a nastavení **referenčního měřítka** (*Geoprocessing > Environments > Carto-*



Obr. 7.32 – Příklad logického postupu automatizované generalizace pomocí funkcí ArcGIS. [ESRI]

graphy > Reference scale; zadává se jen měřítkové číslo). Pořadí použití funkcí by mělo sledovat logický postup generalizace (obr. 7.32).

Vzdálenosti a plochy (fungující jako parametry mnoha funkcí) mohou využívat **jednotky mapy** (mapového rámu – *map units*; metry atd.), ale také **jednotky mapového výstupu** (*page units*; mm atd.). Toho lze s výhodou využít na jednoduché nastavení správných hodnot, například s ohledem na limity vnímání (viz kap. 4) či technologii výroby.

Mnohé generalizační funkce jsou **náročné na výkon počítače a do-**

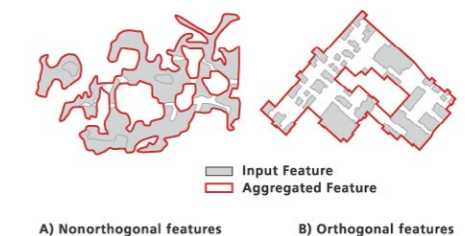
stupnou operační paměť. Proto je v případě práce s rozsáhlejšími datovými sadami:

- vhodné **zkoušet nastavení parametrů funkcí na pokusné, zmenšené** (např. ořezané) vrstvě;
- nebo využít tzv. *Cartographic Partitions* (funkce *Create Cartographic Partitions* na základě vstupní vrstvy rozdělí zájmové území na různě velké čtverce obsahující zhruba stejný počet prvků; tuto vrstvu je pak možno použít při spuštění generalizačních funkcí, výpočet probíhá po jednotlivých částech a nedojde ke pádu programu).

Aggregate points jednoduše slučuje body z bodové vrstvy do polygonů, jediným parametrem je limitní vzdálenost.

Aggregate polygons slučuje polygony, kromě limitní vzdálenosti lze nastavit i minimální požadovanou rozlohu polygonu a minimální rozlohu otvoru uvnitř polygonu. Agregované polygony mohou (nemusí) zachovávat pravoúhlý (ortogonální) tvar (obr. 7.33).

Delineate Built-Up areas je funkce specializovaná na generalizaci zasta-



Obr. 7.33 – Ukázka slučování polygonů pomocí funkce *Aggregate polygons* pro neortogonální a ortogonální tvary. [ESRI]



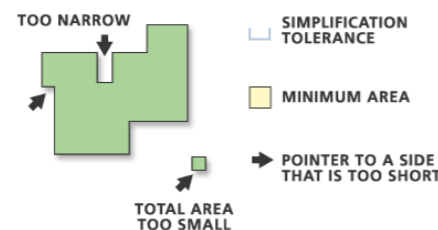
Obr. 7.34 – Ukázka generalizace zastavěné oblasti pomocí funkce *Delineate Built-Up areas* (fialově vrstva silnic, tmavou šedou vstupní vrstva budov, světlou šedou generaliovaný obraz zástavby).

věných oblastí (obr. 7.34). V zásadě jde o slučování polygonů (obvyklá vstupní data jsou tvořena budovami), avšak kromě limitní vzdálenosti lze nastavit další parametry, tj. určit, zda je budova součástí intravilánu, nebo samostatná; minimální počet budov nutný ke vzniku samostatného shluku; a zejména tzv. *Edge features* – vrstvy definující hrany, podél nichž jsou tvořeny hranice nově vzniklých shluků polygonů (typicky silnice, vodní toky apod.).

Simplify Building slouží ke generalizaci plošně zaznamenaných budov (obr. 7.35), klíčovým parametrem je *simplification tolerance*: výstupky/výklenky s hranou menší než zadaná hodnota budou zjednodušeny. Funkce umí hlídat topologii

(pokud vlivem generalizace dojde k překrytí jednotlivých prvků).

Simplify Line zjednodušuje linie, na výběr jsou dva algoritmy (*Point Remove* nebo *Bend Simplify*, kvalitnější výsledky podává *Bend Simplify*) a nastavení parametru tolerance (*Maximum Allowable Offset*) – čím větší hodnota, tím generalizovanější data. Funkce umí hlídat/řešit topo-



Obr. 7.35 – Ukázka zjednodušování polygonů pomocí funkce *Simplify Building*. [ESRI]

logické chyby (křížení či překrývání generalizovaných linií).

Simplify Polygon funguje obdobně jako *Simplify Line*, navíc je možno nastavit požadovanou minimální rozlohu polygonu.

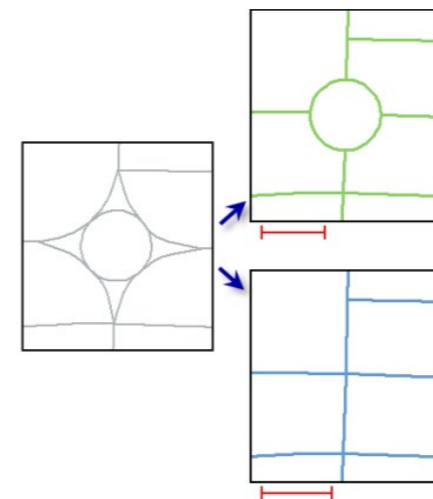
Nástroj *Simplify Shared Edges* zjednodušuje plošné a liniové prvky při zachování topologických vazeb. Umožňuje tedy harmonizovanou generalizaci například v případech, kdy hranice administrativních celků (reprezentované plošnou vrstvou) vedou vodním tokem. Na rozdíl od *Simplify line/polygon* není výsledkem nová vrstva, ale nástroj modifikuje přímo vstupní data; ta mění pouze v úsecích, kde dochází k souběhu vstupních vrstev.

Příliš malé (obvykle protáhlé) polygony vzniklé chybami a nepřesnostmi při překryvných operacích lze odstranit funkcí *Eliminate*, plocha odstraněných polygonů se přiřadí k sousednímu polygonu s největší plochou nebo nejdelší společnou hranicí (volitelný parametr).

K vyhlazení linií či polygonů slouží funkce *Smooth Line/Smooth Polygon*, na výběr jsou dva algoritmy: *Paek* (aproximační křivka) nebo *Bezierova interpolace* (interpolační křivka) (obr. 7.15).

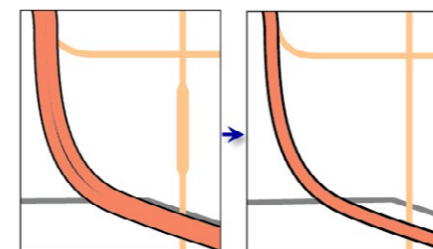
Nástroj *Smooth Shared Edges* vyhlazuje plošné a liniové prvky se zachováním topologických vazeb (analogicky k *Simplify Shared Edges*).

Collapse Road Detail slouží ke generalizaci silniční sítě. Nástroj odstraňuje přílišné detaily (zejména kruhové objezdy, jejich nájezdy apod. – obr. 7.36), parametrem je limitní velikost.



Obr. 7.36 – Ukázka zjednodušování obrazu silniční sítě pomocí funkce *Collapse Road Detail*. [ESRI]

Obraz silniční sítě zjednodušuje i nástroj *Merge Divided Roads*, sloužící ke sloučení paralelních úseků silnic (typicky směrových pruhů, např. u dálnic, reprezentovaných dvojicí linií – obr. 7.37). Sloučeny jsou rovnoběžné úseky se stejnou hodnotou *Merge field* (typicky číslo silnice; při hodnotě 0 nebudou sloučeny) se vzdáleností menší než limitní hodnota (*Merge distance*). Kvalitu vý-



Obr. 7.37 – Ukázka zjednodušování obrazu silniční sítě pomocí funkce *Merge Divided Roads*. [ESRI]

sledku může zlepšit zadání parametru *Character field* (číselná hodnota dle charakteru úseku – kruhový objezd, nájezd, křižovatka apod.). Výsledkem nástroje je i vrstva *Displacement feature class*, v níž jsou uloženy informace o změnách geometrie (velikost a směr posunu), k nimž při použití nástroje došlo. Tato vrstva slouží jako vstup do dalších nástrojů.

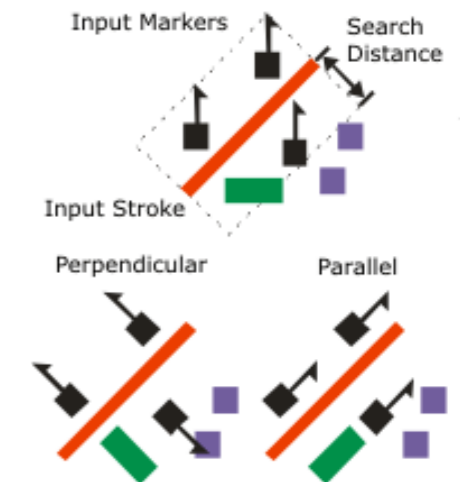
Thin Road Network je příkladem algoritmu automatizovaného grafického výběru. Výsledkem je vrstva, zachovávající konektivitu a geometrický charakter silniční sítě, avšak s nižším počtem prvků (obr. 7.38). Základními parametry funkce je *Minimum Length* (minimální délka zachovávané silnice; hodnota parametru je doporučována na 1 cm v případě organického, nepravidelného charakteru silniční sítě, respektive 2 cm u sítě pravidelné, pravoúhlé) a *Hierarchy field* (číselná hodnota vyjadřující důležitost úseku: 0 znamená vždy zachovat, 1 nejdůležitější, vyšší hodnoty méně důležité). Výsledkem funkce je atribut (neviditelnosti, který je možný použít v *Definition Query*; nedochází tedy k odstranění prvků. Nástroj má široké požadavky na topologii i strukturu



Obr. 7.38 – Ukázka zjednodušování obrazu silniční sítě pomocí funkce *Thin Road Network*. [ESRI]

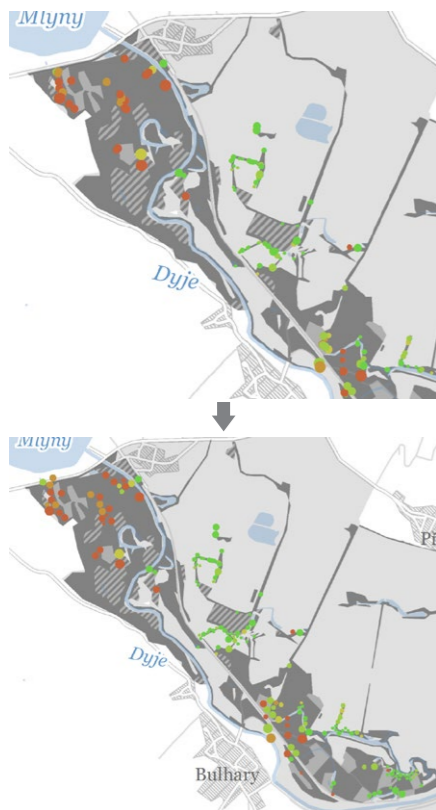
dat (viz nápověda), proto je potřeba věnovat pozornost přípravě dat. Ač je teoreticky možné funkci použít i na jiné liniové prvky než silniční síť (např. vodstvo), není to doporučováno, protože je optimalizován na prostorové vztahy a souvislosti typické právě pro silniční síť.

Align Marker to Stroke of Fill slouží k natočení bodových značek v určité vzdálenosti od zadaných liniových prvků tak, aby s nimi byli rovnoběžné nebo na ně kolmé (obr. 7.39).



Obr. 7.39 – Natočení bodových značek podél linií pomocí funkce *Align Marker to Stroke of Fill*. [ESRI]

Pomocí *Disperse Markers* je možno odsunout bodové značky v překrývajícím se shluku tak, aby se nepřekrývaly (obr. 7.40). Nastavuje se výsledná vzdálenost (0 znamená, že se mohou dotýkat) a vzor, který může být zvětšený (relativně stejná vzájemná pozice symbolů – nejlogičtější volba), náhodný nebo pravidelný

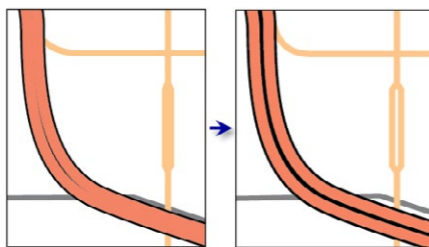


Obr. 7.40 – Posun překrývajících se značek pomocí funkce Disperse Markers.

(kruhový, čtvercový apod.). Výsledek nástroje je nutné posoudit – v případě velkého množství překrývajících se bodů může dojít k jejich rozptýlení po neúnosně velké ploše.

Nástroj **Detect Graphic Conflict** vyhledává místa grafického konfliktu (tedy míst, kde se konkrétní symboly v daném měřítku překrývají). Výsledkem je polygonová vrstva, kterou lze použít k vizuální kontrole a úpravě geometrie prvků.

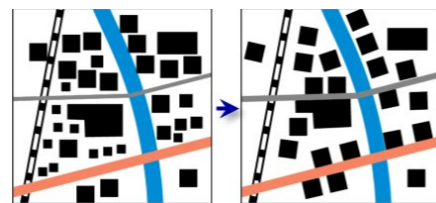
Grafické konflikty v zobrazení silniční sítě řeší nástroj **Resolve Road**



Obr. 7.41 – Posun překrývajících se značek silnic pomocí funkce Resolve Road Conflicts. [ESRI]

Conflicts. Typicky se používá pro mapy velkých měřítek, kde je vhodné zobrazovat paralelní úseky silnic (dálniční pruhy apod.) odděleně, nikoliv sloučeně (obr. 7.41). Parametr **Hierarchy field** (číselná hodnota vyjadřující důležitost úseku: 0 znamená neposunovat, 1 nejdůležitější, vyšší hodnoty méně důležité) určuje, zda/jak moc je možno s daným úsekem silnice pohnout. **Hierarchy field** nemusí nutně korelovat s významem silnice, ale spíše může pomoci k harmonizaci s jinými prvky mapy: u silnic v rovinaté, prázdné krajině nevádí, pokud budou posunuty i výrazněji, zatímco u úseků procházejících hustě zastavěnou nebo členitou krajinou by jejich výrazný posun mohl vést k nesouladu s dalšími prvky (zástavba, výškopis). Stejně jako u **Merge Divided Roads** může být výstupem i vrstva **Displacement feature class**. Nástroj nevytváří novou vrstvu, ale modifikuje stávající, proto je vhodné nespouštět jej nad originálními daty, nýbrž nad kopií.

Grafický konflikt u vrstvy budov (zástavby) řeší nástroj **Resolve Building Conflicts**. Zachovává ty-



Obr. 7.42 – Generalizace zástavby pomocí funkce Resolve Building Conflict. [ESRI]

pický prostorový vzor zástavby, ale upravuje pozici, orientaci, velikost (v případě plošné reprezentace) a viditelnost jednotlivých budov (reprezentovaných bodovými nebo plošnými značkami) (obr. 7.42). Do nástroje vstupuje i liniová (resp. plošná) **Barrier layer**, protože nástroj řeší grafický konflikt nejen mezi budovami navzájem, ale i touto vrstvou (typicky silniční nebo říční síť), a vrstvu budov modifikuje s ohledem na geometrii **Barrier layer** (např. orientace nedalekých budov). Vstupními parametry jsou také minimální velikost budovy (na níž jsou zvětšeny příliš malé budovy), důležitost budovy (**Hierarchy field**: hodnota 0 zaručí, že budova nebude odstraněna, ale může být zmenšena, posunuta apod.) a minimální výsledná vzdálenost mezi symboly budov (**Building gap**). Nástroj modifikuje přímo vstupní data, k nimž navíc přidává atribut **Invisibility field** (hodnota 0 značí, že budova by měla být zobrazena, 1 nezobrazena – pro použití do **Definition Query**; nedochází tedy k odstranění prvků). Pro lepší výsledky by vstupní vrstva budov neměla být příliš agregovaná, naopak předchozí zjednodušení tvarů může průběh funkce zrychlit.

Pomocí funkce **Propagate Displacement**, která jako vstup používá vrstvu **Displacement feature class** (výsledek nástrojů **Resolve Road Conflicts** či **Merge Divided Roads**), je možno napravit posuny prostorových vztahů, k nimž došlo vlivem použití těchto nástrojů. Příléhající objekty (ze vstupní vrstvy) jsou posunuty na základě hodnot uložených v **Displacement feature class** tak, aby jejich poloha k upravené vrstvě byla stejná, jako původně. Možné jsou tři způsoby provedení: **solid** (všechny lomové body jsou posunuty stejně; vhodné pro pravoúhlé, pravidelné tvary), **elastic** (lomové body mohou být posunuty nezávisle; vhodné pro nepravidelné, organické tvary) nebo **auto** (automatický výběr metody pro každý prvek zvláště na základě charakteru jeho tvaru). Je důležité si uvědomit, že tento nástroj neřeší grafický konflikt, naopak často mohou posunem prvků nové grafické konflikty vzniknout.

Generalizace rastrových dat

Generalizační funkce pro rastrová data najdeme v toolboxu **Spatial Analyst > Generalization**.

Funkce **Shrink** nahrazuje definované hodnoty buněk (**foreground zones**) nejfrekventovanější hodnotou z okolních buněk (**background zones**). Parametrem je také počet buněk, o kolik danou zónu smrštít.

Podobně funguje funkce **Expand**, při níž naopak buňky definovaných zón expandují o určený počet buněk do okolí.

Funkce **Nibble** využívá masku

definující zájmovou oblast: buňky vstupní vrstvy, nacházející se pod buňkami masky s hodnotou **No_Data** budou nahrazeny nejfrekventovanější hodnotou z okolních buněk.

Funkce **Thin** slouží k úpravě rastrové reprezentace liniových prvků (např. naskenovaných vrstevnic). Výsledkem funkce je linie reprezentovaná linií o šířce jedné buňky, která může být vyhlazena.

K vyhlazování slouží funkce **Boundary Clean**, založená na následném průběhu funkcí **Expand** a **Shrink**. Všechny regiony o velikosti menší než tři buňky budou odstraněny, a lze nastavit, zda budou mít priority vyšší číselné hodnoty buněk (**no_sort**), větší oblasti (**descend**) nebo menší oblasti (**ascend**).

Jinou funkcí pro vyhlazení rastrovu je **Majority Filter**, který nahrazuje hodnotu buňky hodnotou buněk z okolí, které splňují dané podmínky. Parametry funkce jsou počet uvažovaných sousedních buněk (čtyři nebo osm) a práh (**half**, tzn. polovina buněk má stejnou hodnotu – silnější efekt vyhlazení, nebo **majority**, tzn. většina buněk má stejnou hodnotu).

Nástroj **Aggregate** slouží k absolutní změně velikosti rastru s tím, že je možno volit způsob přiřazení hodnoty buňce (suma, minimum, maximum, medián nebo průměr) (viz kap. 2.1.1).

Na generalizaci rastrových dat – zejména výškopisu – lze použít i funkce z dalších skupin nástrojů, například **Neighborhood**.

Funkce **Filter** má dvě varianty, vyhlazovací **Low pass filter** a naopak

High pass filter zdůrazňující hrany.

Focal Statistic přiřazuje buňce hodnotu na základě hodnot okolních buněk, nastavit je možné velikost a tvar zvažovaného okolí a typ statistiky (průměr, modus, suma apod.).

Podobná je funkce **Block statistic**, rozdíl je ten, že stejná (nová) statistická hodnota je přiřazena všem buňkám v rámci bloku, definovaného velikostí, počtem buněk apod.

Generalizace v QGIS

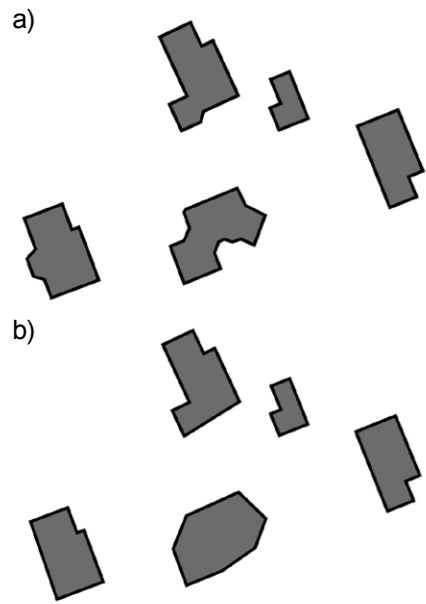
Kontrola dat

Správnost **topologických vztahů** mezi prvky je často zásadní pro další zpracování dat pomocí **geoprocessingu** a korektní vzhled výsledné mapy. Pro **kontrolu topologie slouží** v QGIS **Topology Checker Panel**. Ten na základě definovaných pravidel hledá interakce prvků ve vrstvě nebo mezi několika definovanými vrstvami. Nabídka pravidel se liší v závislosti na použité geometrii vrstvy. Typickými pravidly pro polygony zajišťujícími jejich přesnou návaznost jsou například pravidla **must not have gaps** (nesmí obsahovat mezery) nebo **must not overlap** (nesmí se překrývat). Výsledkem kontroly je seznam prvků, které je pak možné procházet a upravovat. Chyby lze také graficky zobrazit v samotné mapě.

Pokud sami **data pro výslednou mapu vytváříme**, je možné řadě chyb předcházet již při samotné editaci. Stačí vhodně používat **Snapping** (přichytávání) a povolit **topologickou editaci**. Na nástrojové liště **Sna-**

by **generalizace**: zjednodušením geometrie a náhradou pravouhelníkem.

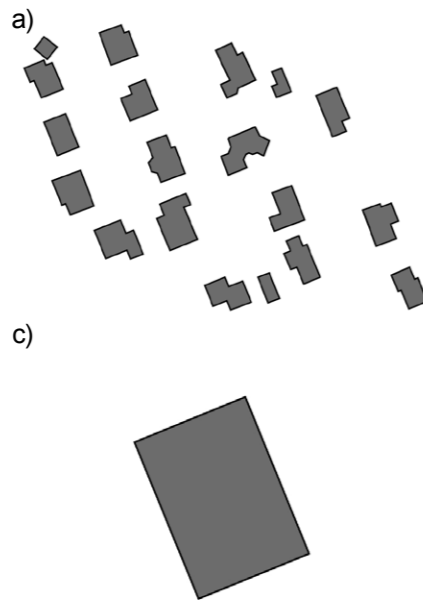
Zjednodušení geometrie pracuje primárně s **úhlem** mezi jednotlivými segmenty a hraničními hodnotami **vzdáleností** mezi jednotlivými vertexy. Uživatel tak musí stanovit hraniční hodnoty, nad kterými budou odstraněny vertexy, oba způsoby lze **kombinovat**. Lze také stanovit, které typy bodů (rohový, čárkový) se mají zachovat (obr. 7.46). Součástí výsledku je také **report v textovém formátu** udávající ID objektu, počet odstraněných vertexů a počet výsledných vertexů. Jak je z ukázky patrné, výsledek zjednodu-



Obr. 7.46 – Generalizace budov: **a)** původní, **b)** výsledek zjednodušení s nastavením: Smazat body, pokud je změna úhlu menší než 75° a Smazat body, pokud je část segmentu menší než 0,70 mm.

šení geometrie nemusí poskytovat příliš uspokojivé výsledky. Může se vyskytnout řada nepravoúhlých tvarů, tento problém je však řešitelný **nástrojem Udělat prvky pravouhlé**.

Náhrada obdélníkovým tvarem umožňuje nastavit tři možnosti náhrady (obr. 7.47). Pro každou z vybraných metod je možné specifikovat **výměru plochy vzniklého pravouhelníku** (pravouhelníků) dle **procentního faktoru**, který je odvozen od výměry původních prvků. V případě náhrady je nutné také počítat s **mezerami mezi budovami**. Sami autoři software uvádějí, že výsledek náhrady tří budov jedním

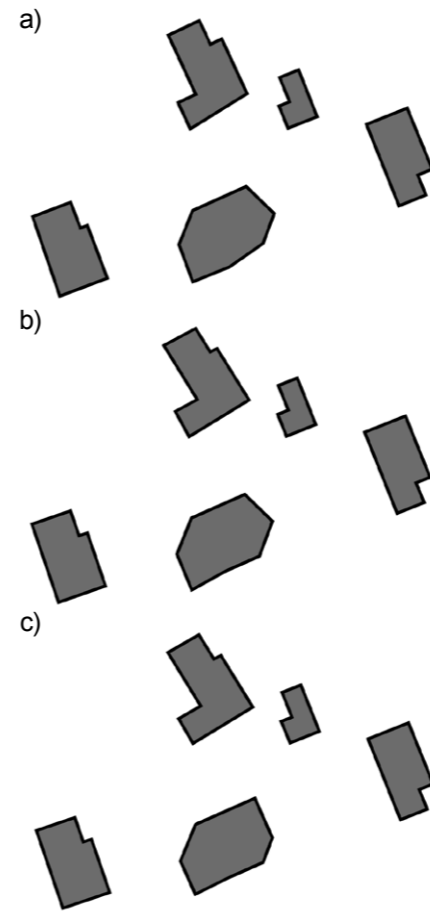
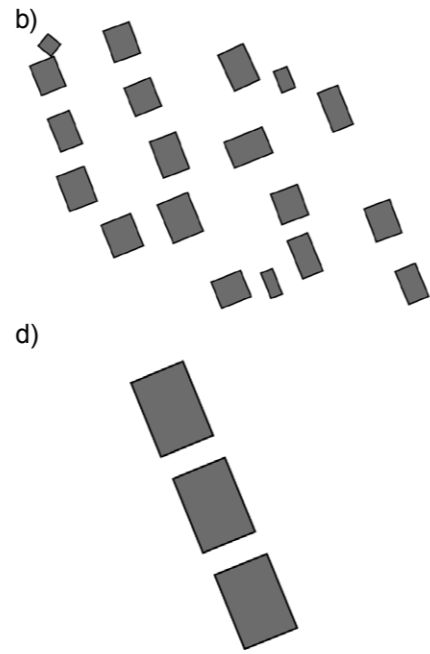


Obr. 7.47 – Generalizace budov: **a)** původní, **b)** náhrada každého vybraného prvku obdélníkem, **c)** náhrada všech vybraných prvků jedním pravouhelníkem, **d)** náhrada vybraných prvků řadou pravouhelníků (je nutné uvést počet).

pravouhelníkem je lepší, pokud nový prvek je **větší než 100 % sumy rozlohy** tří vstupních budov vzhledem k mezerám mezi budovami. V takových případech je často použit **faktor 130 až 140 %**.

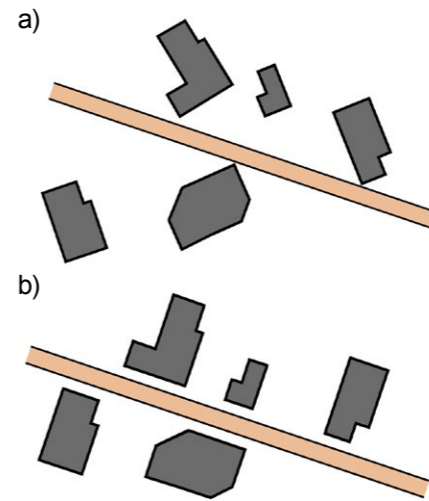
Funkce **Udělat prvky pravouhlé** pracuje s liniovými a areálovými objekty, slouží pro zajištění jejich pravouhlosti. Uživatel specifikuje **maximální úhlovou toleranci od 90°**. Dle zkušenosti je vhodné **postupovat více kroky**, například specifikovat odchylku 5°, dále 15° a 30° (obr. 7.48).

Součástí funkce je také možnost **Natočit prvky podle referenční přímky** (obr. 7.49). Příkladem může být sil-



Obr. 7.48 – Funkce Udělat prvky pravouhlé s nastavením tolerance **a)** 5°, **b)** 15° a **c)** 30°.

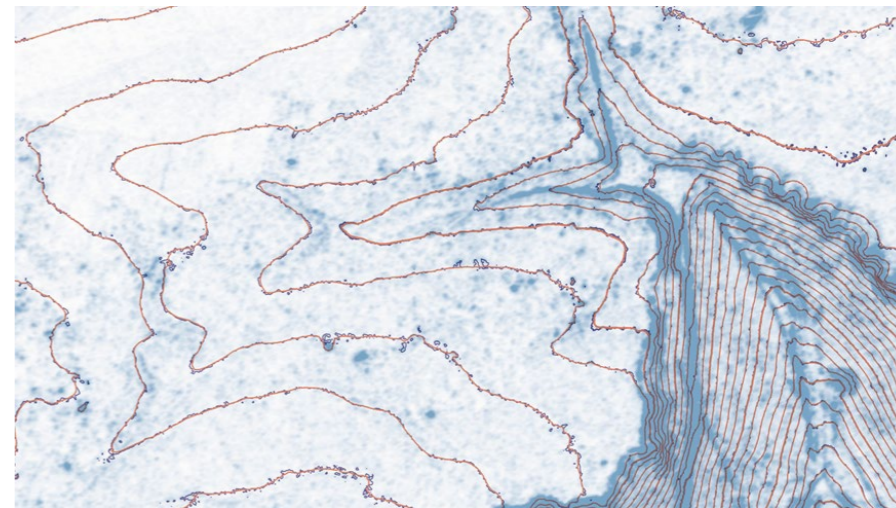
nice procházející zástavbou, kdy budovy mají nevhodnou orientaci znesnadňující čitelnost situace v mapě. Nejdříve je nutné **označit prvky (budovy), které je potřeba natočit** a přidat je do funkce. Zvolíme, že chceme objekty natočit. Následně se **označí referenční přímka** a vybere volba **Zvolit vybraný prvek jako referenční přímku**. Pod volbou **Umístit**



Obr. 7.49 – Funkce Natočit prvky podle referenční přímky: **a)** původní stav, **b)** výsledek.

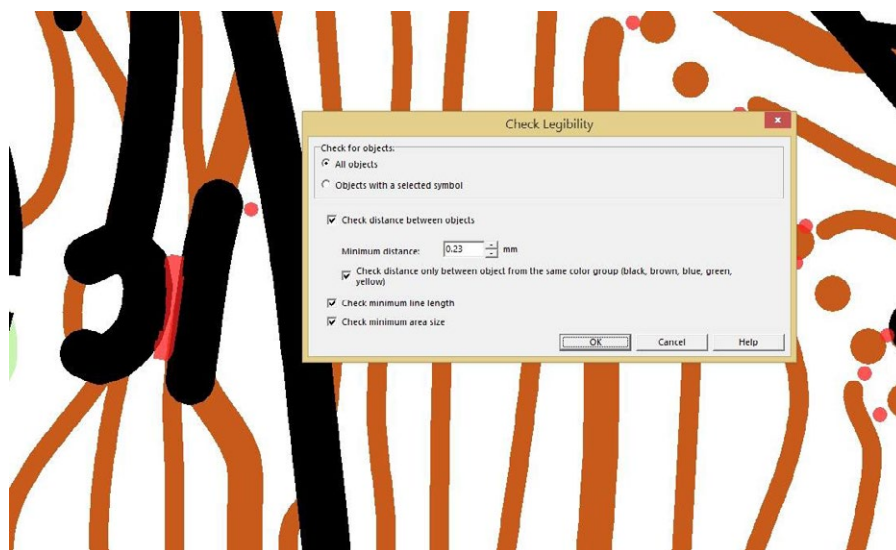
prvky s odsazením od referenční přímky lze specifikovat **vzdálenost v milimetrech od referenční přímky**.

TPI shlazené vrstevnice (TPI Smoothed Contour Lines; dále TPI) je nástroj



Obr. 7.50 – Generalizace vrstevnic pomocí funkce TPI Smoothed Contour Lines.

užitečný pro odstranění **nadbytečného detailu a šumu** typického pro vrstevnice vzniklé z podrobných dat leteckého laserového skenování. Výhodou TPI oproti řadě generalizačních algoritmů je, že **zachovává relevantní tvary reliéfu a ostré terénní hrany**. TPI je geografický koncept, který porovnává výšku každé buňky v DEM k průměrné výšce specifikovaného okolí dané buňky. Kladné hodnoty TPI reprezentují místa, která jsou výše než průměr jejich okolí (kopce, hřbety). Záporné hodnoty TPI reprezentují místa, která jsou níže než jejich okolí (prohlubně, údolí). Hodnoty blízké nule jsou plochá místa nebo konstantní svah. Při **tvorbě vrstevnic** je nejdříve provedeno **shlazení DEM na základě TPI**. Silně jsou shlazené buňky s hodnotou TPI blízkou nule, reprezentující ploché části nebo konstantní svah. Naopak nevýrazné shlazení



Obr. 7.51 – Kontrola čitelnosti mapy pomocí nástroje Check Legibility.

probíhá u buněk s kladnými a zápornými hodnotami, které reprezentují terénní hrany, kopce a hřbety. Výsledné vrstevnice (obr. 7.50) jsou vyčištěné od nadbytečných detailů a šumu bez toho, aby došlo ke změření terénních hran (KLAUSER 2018).

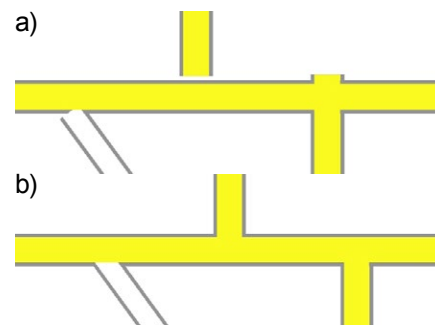
Zkontroluj čitelnost (Check Legibility) je novým nástrojem v OCAD 2018. Slouží pro kontrolu čitelnosti výsledné mapy. Původně byl vyvinut pro kontrolu map používající mapovou specifikaci ISOM 2017 (mapy pro orientační běh), některá nastavení lze však aplikovat univerzálně na jakoukoliv výslednou mapu. Nástroj kontroluje **minimální velikost mezer mezi objekty stejné barvy**. V případě specifikace ISOM 2017 je schopen zkontrolovat také **minimální délky linií a ploch**. Mezery mezi objekty, které jsou menší než nastavená hodnota, jsou barevně označeny (obr.

7.51) a je na tvůrci mapy, aby vzniklou situaci řešil posunem nebo jiným odpovídajícím způsobem.

Odstranit přetahy a nedotahy (Remove overshoots and undershoots) je nástroj, který řeší **problematiku napojení linií**. Typicky se s tímto problémem můžeme setkat u silniční sítě, kdy linie nejsou korektně napojeny. Při práci je nutné nejdříve vybrat prvky, na které chceme nástroj použít. Následně je nutné **specifikovat toleranci v milimetrech**, v rámci které nástroj provede odstranění přetahů a nedotahů (obr. 7.52).

Literatura a použité zdroje

- BAYER, T. (2008). *Algoritmy v digitální kartografii*. Praha: Karolinum.
- ČAPEK, R., MIKŠOVSKÝ, M. & MUCHA, L. (1992). *Geografická kartografie*.



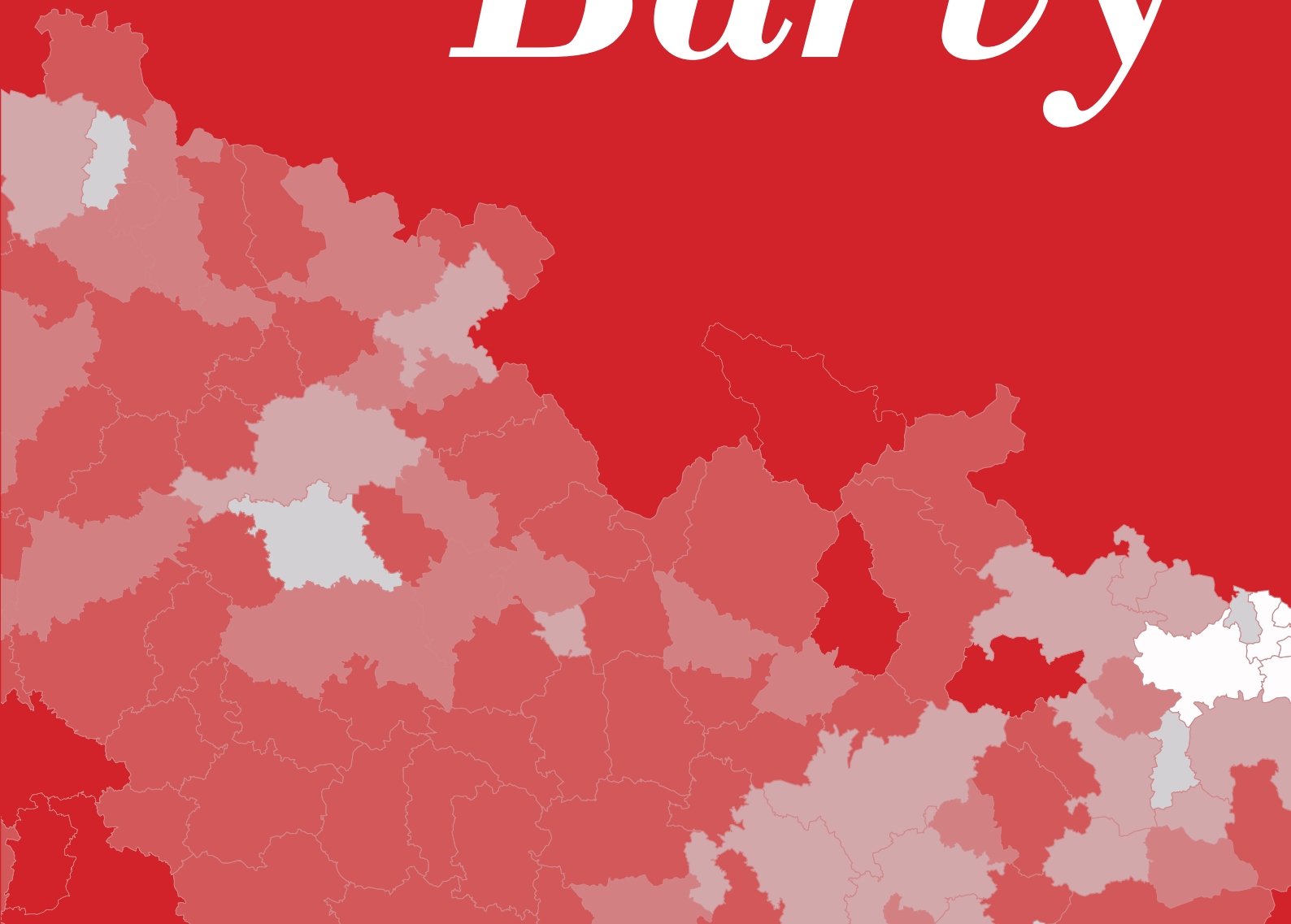
Obr. 7.52 – Oprava napojení linií: a) původní, b) výsledek funkce Remove overshoots and undershoots.

Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

- KLAUSER, H. (2018). *Generalize Orienteering Maps by Creating TPI Smoothed Contour Lines and Using the Check Legibility Tool*. Presentation at 18th International Conference on Orienteering Mapping. Prague.
- LEONOWITZ, A. M., JENNY, B. & HURNI, L. (2009). Automatic generation of hypsometric layers for small-scale maps. *Computers & Geosciences*, 35: 2074–2083
- MARSTON, B. E. & JENNY, B. (2015). Improving the representation of major landforms in analytical relief shading. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(7): 1144–1165.
- SPIESS, E., BAUMGARTNER, U., ARN, S. & VEZ, C. (2005). *Topographic Maps: Map Graphics and Generalization*. Wabern: Swiss Society of Cartography.

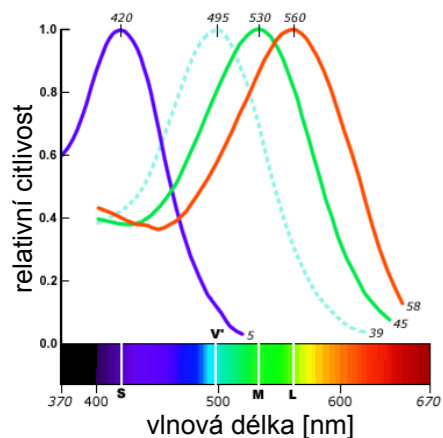
VIII

Barvy



8.1 Reprezentace barev v počítačové grafice

Fyzikálně je barva vyjádřena vlnovou délkou světla dopadajícího na sítnici oka (ať již se jedná o světlo odražené, vyzářené nebo objektem procházející) a intenzitou světla. Barevné vidění umožňují čípky tří typů, citlivých na odlišné části světelného spektra (obr. 8.1), s vrcholy citlivosti o přibližných vlnových délkách 560 nm (pro červenou barvu), 530 nm (pro zelenou barvu) a 420 nm (pro modrou barvu). Rozsah barev viditelný člověkem popisuje několik variant barevných modelů, navržených Mezinárodní komisí pro osvětlení (CIE). Jednotlivé varianty (např. CIE XYZ, CIE L*a*b* nebo L*u*v*) se liší v detailech, společně mají vyjádření barvy pomocí jasové složky a dvou os určujících



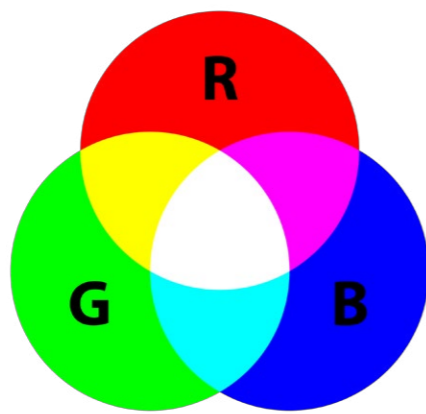
Obr. 8.1 – Citlivost jednotlivých čípků (plnou čarou) a tyčinek (čárkovanou čarou) v jednotlivých částech barevného spektra. [upraveno podle handprint.com]

barevný odstín. Barevné modely CIE se užívají jako referenční, vychází se z nich i při určování tzv. barevné vzdálenosti – čím je vyšší, tím jsou barvy odlišnější.

V grafice můžeme jednotlivé barvy reprezentovat dvěma základními způsoby: (i) jako kombinaci několika základních barev (RGB, CMYK), nebo (ii) kombinací parametrů barvy, jako jsou např. světlost, odstín apod. (HSL, HSV). Mimo oblast počítačové grafiky se ještě používají standardizované vzorníky (např. RAL, Pantone apod.).

8.1.1 Barevný model RGB

Barevný model RGB (obr. 8.2) využívá tzv. aditivního míchání (sčítání barevných světél) tří základních barev: červené (Red, 630 nm), zelené (Green, 530 nm) a modré (Blue, 450 nm). Maximální intenzita všech tří základních barev dává barvu bílou,

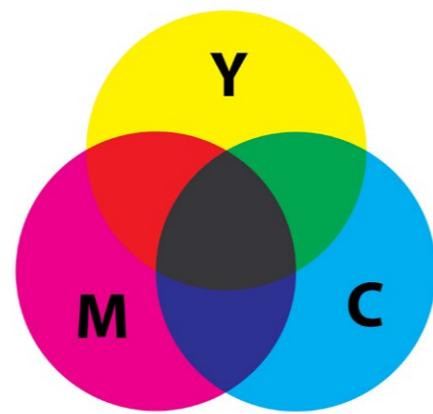


Obr. 8.2 – Základní barvy barevného modelu RGB. [Wikipedia.org]

nulová černou. Intenzitu podílu každé základní barvy můžeme vyjadřovat v procentech (0–100 %) nebo hodnotou vycházející z počtu bitů barevné hloubky (při obvykle používané 8bitové hloubce na jednu složku je rozsah hodnot 0–255). Jednotlivé RGB barvy v celkové 24bitové hloubce mohou být také vyjádřeny pomocí šestimístního kódu obsahující číslce a písmena (A–F), tzv. hexadecimálních barev – tento způsob se využívá zejména ve webové grafice. Barevný model RGB využívají „svítící“ zařízení, jako jsou monitory, displeje či projektory.

8.1.2 Barevný model CMYK

Barevný model CMYK (obr. 8.3) využívá subtraktivního míchání (odečítání) čtyř základních barev: azurové (Cyan), purpurové (Magenta), žluté (Yellow) a černé (Key, někdy uváděno black). Maximální inten-



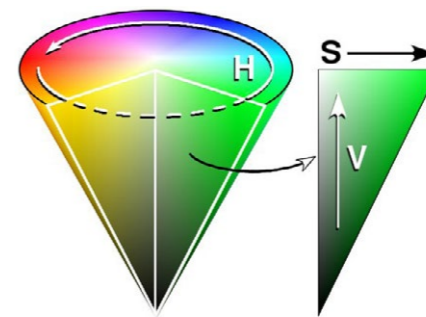
Obr. 8.3 – Základní barvy barevného modelu CMYK. [Wikipedia.org]

zita všech základních barev dává černou, nulová bílou. Intenzita podílu základních barev se vyjadřuje v procentech (0–100 %). Barevný model CMYK se využívá při tisku. K vyjádření barevných odstínů by teoreticky stačily tři barevné odstíny, používání čtvrté – černé – složky má v praxi několik důvodů:

- kombinace CMY 100–100–100 vypadá spíše jako tmavá šedo-hnědá;
- tisknutí černé pomocí maximálního pokrytí třemi odstíny není ekonomické;
- maximální pokrytí všemi barvami je problematické z hlediska možnosti vsaku barvy na tiskovém médiu (papíru);
- u jemných černých linek (např. písmena) by sebemenší chyba v sou-tisku (vzájemný posun některé ze složek) vedla ke špatnému vzhledu.

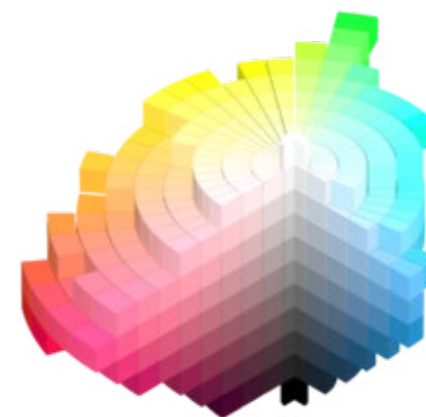
8.1.3 Barevné modely HSV a HSL

Na rozdíl od modelů RGB a CMYK popisují tyto barevné modely barvy nikoliv pomocí kombinace několika základních barev, ale jiných parametrů. Ty vycházejí z lidského vnímání a popisu barev, a práce s těmito barevnými modely je proto intuitivnější. Základními složkami (obr. 8.4) jsou odstín (tón, Hue – barva, definuje se polohou /ve stupních: 0–360° /na barevném kruhu), sytost (Saturation – čistota barvy, od šedé po plně sytou barvu, vyjadřuje se v procentech) a jas (světlost barvy od černé po bílou). Všechny barvy tohoto modelu leží



Obr. 8.4 – Základní barvy barevného modelu HSV. [Wikipedia.org]

prostoru s osou sahající od černé po bílou, kde úhel vůči ose vyjadřuje odstín, vzdálenost od osy sytosti a vzdálenost podél osy světlost. V praxi používané modifikace tohoto přístupu – HSL (Hue, Saturation, Lightness) a HSV (Hue, Saturation, Value; někdy označovaný jako HSB – Brightness) – se navzájem odlišují zejména definicí sytosti a konkrétním tvarem barevného prostoru.



Obr. 8.5 – Trojrozměrná reprezentace Munsellova barevného systému. [Wikipedia.org]

Přestože barvy (a jejich úpravy) popsané tímto způsobem jsou uživatelsky intuitivní, v praxi může být problematické vzájemná provázanost vnímání sytosti a světlosti. HSL i HSV jsou definovány matematickou transformací z barevného modelu RGB.

HSV/HSL vycházejí z Munsellova barevného systému. Barevný prostor Munsellova systému (barvy jsou publikovány ve vzornících) ale na rozdíl od HSV/HSL (jakožto v podstatě jeho zjednodušené počítačové reprezentace) nemá pravidelný tvar (obr. 8.5) a lépe tedy zohledňuje percepci barev lidským okem.

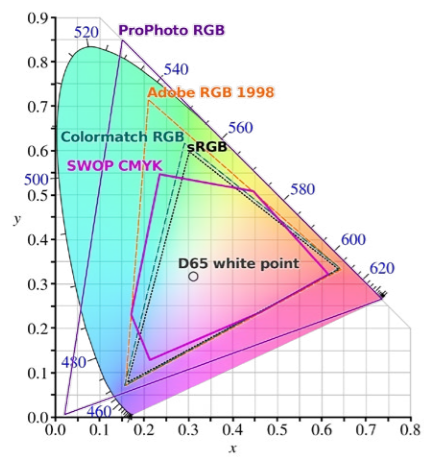
Princip úhlu definujícího barevný odstín používá i barevný kruh (barevné kolo), často používané jako pomůcka při výběru barev. Poloha barev na barevném kruhu (sousedící barvy, barvy ležící naproti sobě apod.) určuje jejich vlastnosti a vzájemné vztahy.

8.1.4 Aby bílá bílá byla: barevné prostory, převody barev, kolorimetrie a další

Barevný model je základní princip, jakým popisujeme barvy. Barevný prostor je na barevném modelu založený, ale na rozdíl od něj má standardizované odstíny základních barev, respektive bílého bodu. Zjednodušeně řečeno, vybraná barva definovaná stejnými hodnotami základních složek (např. bílá barva RGB 255–255–255 nebo červená barva RGB 200–40–35) bude v různých barev-

ných prostorech založených na RGB vypadat jinak. Množina barev, kterou je daný barevný prostor schopný pojmout (nebo konkrétní zařízení zobrazit či reprodukovat) se nazývá **gamut**, obvykle jej můžeme znázornit na **diagramu barev některého ze standardů CIE (obr. 8.6)**. Čím více barev gamut obsahuje, tím je širší. Příkladem barevných prostorů, založených na RGB, jsou například barevný prostor **sRGB** (nejrozšířenější barevný prostor, mj. standard Windows), **AdobeRGB** (standard v oblasti profesionální grafiky, má širší gamut než sRGB zejména v oblasti odstínů zelené) nebo **AppleRGB**.

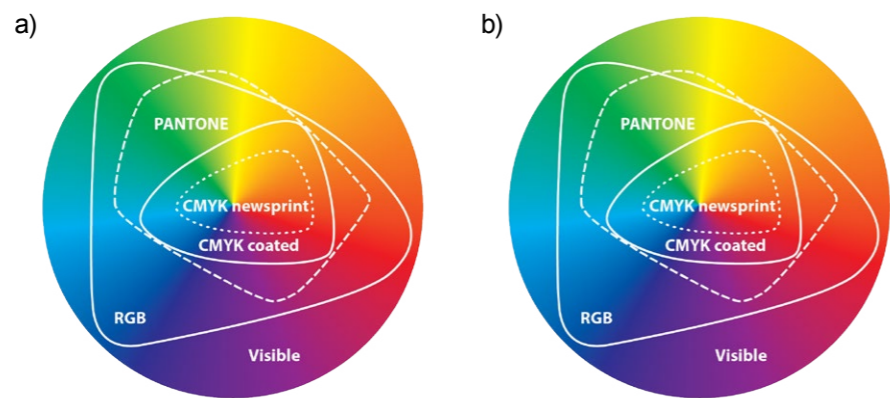
Barevné prostory se dělí na **zařízení nezávislé (standardizované) a na zařízení závislé**. Závislé barevné prostory popisují, jak barevné hodnoty reprodukuje **konkrétní zařízení** (fotoaparát, skener, monitor, tiskárna, papír). Například



Obr. 8.6 – Barevný rozsah (gamut) vybraných barevných prostorů. [Wikipedia.org]

ne všechny monitory jsou schopné zobrazit všechny barvy standardního prostoru sRGB (natož Adobe RGB), obvykle je jejich gamut užší. Pokud se na totožně definovanou barvu ve stejném nezávislém barevném prostoru (např. sRGB) podíváme na více takových monitorech, bude pokaždé vypadat poněkud jinak. Stejně tak bude vypadat jinak v režimu CMYK totožně definovaná barva vytištěná na různých tiskárnách, a dokonce i totožně definovaná barva vytištěná na téže tiskárně, ale na jiný typ papíru.

K tomu, aby různá zařízení reprodukovala danou barvu stejně, složí **kolorimetrické profily (ICC profily)**. Na základě znalosti reprodukce barev daného zařízení (uložené právě v jeho ICC profilu) může dojít k **přepočtu barev tak**, abychom například na monitoru mohli vidět barvy tak, jak budou vypadat vytištěny na konkrétní tiskárně a papíru.



Obr. 8.7 – Schéma perceptuální (a) a kolorimetrické (b) transformace z RGB do CMYK. Kolečka znázorňují barvu ve zdrojovém prostoru, trojúhelníčky v cílovém prostoru. [Wikipedia.org]

Pokud převádíme barvy z prostoru se širším gamutem do prostoru s užším gamutem (v praxi nejčastěji řešeným problémem je tisk, CMYK má výrazně užší gamut než RGB), je třeba **barvy převést**. Existují tři základní principy převodu barev (obr. 8.7):

- **perceptuální (poměrná) transformace** – dochází ke změně všech barev tak, aby jejich vzájemné poměry zůstaly zachovány; je vhodná například pro fotografie;
- **kolorimetrická transformace** – barvy v průniku obou gamutů zůstávají nezměněny, barvy mimo gamut výstupního zařízení jsou nahrazeny nejbližšími barvami na okraji gamutu výstupního zařízení (se stejnou světlostí, ale menší saturací); do jedné výstupní barvy se může transformovat více vstupních barev, je vhodná pro vektorovou grafiku; rozlišují se dva podtypy – **relativní**

transformace nahrazuje bílý bod vstupního zařízení bílým bodem výstupního zařízení, zatímco **absolutní transformace** dodržuje barvy (včetně bílé) přesně;

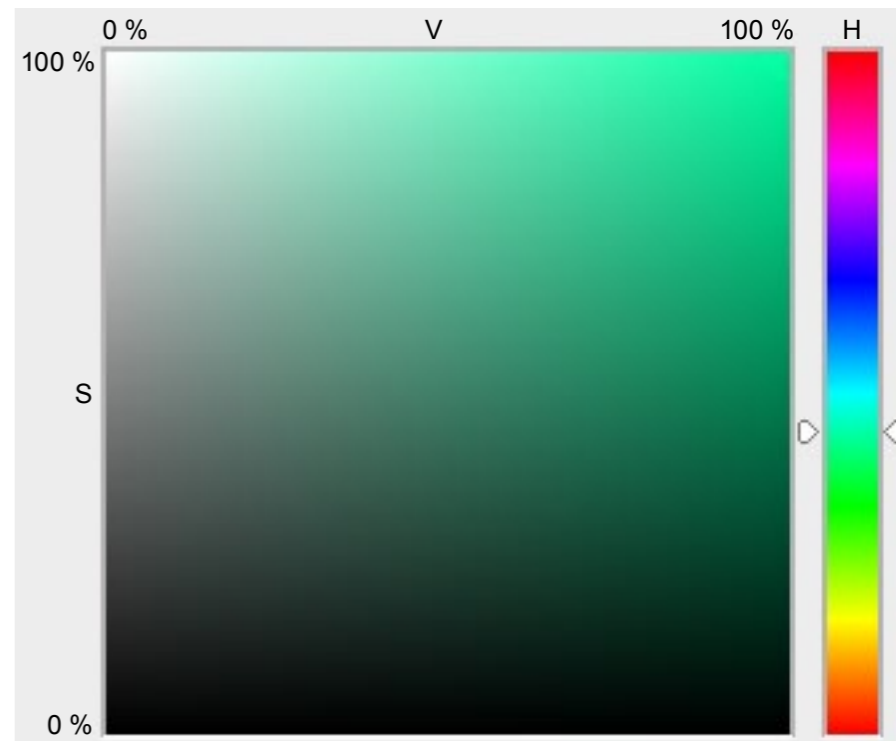
- **saturační transformace** – barvy na okraji vstupního gamutu jsou převedeny na okraj gamutu výstupního s maximální saturací, může se změnit barevný tón i sytost barev; použitelná pouze pro specifické aplikace (loga, reklamy, grafy), kde jsou prioritou výrazné, nikoliv přesné barvy.

8.2 Vnímání a působení barev

Vnímání barev a jejich působení je dáno několika různě se doplňujícími aspekty, které můžeme rozdělit do dvou základních skupin: **objektivních** (daných schopnostmi lidského oka) a **subjektivních** (daných společností, kulturou, konvencemi). Při tvorbě map je důležité znát a využívat obou.

Počet odstínů barev, které lidské oko **dokáže rozlišit**, se pohybuje řádově v **tisících**, ale záleží na mnoha aspektech: věku, trénovanosti, zdravotním stavu apod. Obecně platí, že:

- **Nejvyšší citlivost** má lidský zrak v **zelené** části spektra, naopak nejmenší ve **žluté** části spektra.
- Lidské oko **lépe vnímá rozdíly v jas** (světlosti) než sytosti (obr. 8.8).
- **Ženy** jsou vůči drobným barevným nuancím vnímavější než muži.
- Barevná citlivost **klesá s věkem**.
- **Děti** mají v oblibě syté, spektrální

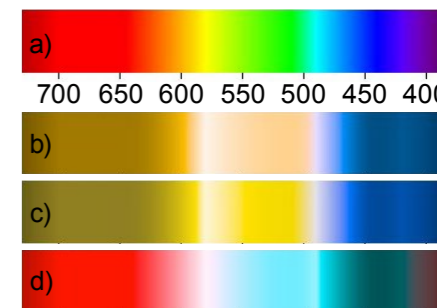


Obr. 8.8 – Změna barev stejného odstínu ($H = 158$) při změně sytosti (S , svislá osa) a světlosti (V , vodorovná osa).

barvy, starší lidé spíše klidnější, méně satureované odstíny.

- **Barevné mapy** jsou obecně považovány za atraktivnější než černobílé. **Modrá, červená a zelená** patří k nejoblíbenějším odstínům, naopak **zeleno-žluté tóny** k nejméně oblíbeným.
- Vnímání barev může být ovlivněno různými **poruchami barvocitu** – **barvoslepostí**. Tou celkově trpí zhruba **8 % mužů a 0,5 % žen**, výrazně častější než úplná barvoslepost (**achromatopsie**, postihuje cca 0,00003 % mužů a ještě méně žen) je porucha vnímání určitého

odstínu (obr. 8.9). Nejběžnější je **porucha vnímání zelené barvy**



Obr. 8.9 – Srovnání vidění barevného spektra, jak jej vidí (a) zdravé oko a postižený s (b) deuteranopií, (c) protanopií a (d) tritanopií. [color-blindness.com]

(deuteranopie/deuteranomalie, tzv. červeno-zelená barvoslepost, která postihuje asi 6 % mužů a 1,3 % žen), mezi další typy patří protanopie/protanomalie (porucha vnímání červené barvy, postihuje asi 1 % mužů a 0,05 % žen) a tritanopie/tritanomalie (porucha vnímání modré barvy, postihuje asi 0,0003 % mužů a méně žen).

Schopnost vnímat a odlišovat barvy je výrazně ovlivněna prostředím – intenzitou a typem osvětlení. Za šera a tmy v oku světlo vnímají tyčinky (jejichž citlivost na světlo je zhruba stokrát vyšší, než čípků), ty ale nerozlišují barvy (vrchol jejich citlivosti je na vlnové délce 498 nm, tedy mezi zelenou a modrou). Barva (vlnová délka) osvětlení je klíčová pro vnímání nezářících barev (tedy barev daných odrazem dopadajícího světla). Vnímání stejné vytištěné barvy osvětlené slunečním světlem, halogenovou zářivkou nebo klasickou žárovkou bude vždy jiné a může mít vliv na schopnost odlišit jednotlivé barevné odstíny.

Pokud barevný kruh (obr. 8.10) rozdělíme na dvě poloviny – jednu s odstíny červeno-žlutými, druhou s odstíny zeleno-modrými, dostaneme dvě základní skupiny barev, které na člověka působí odlišně. Červeno-žluté odstíny vyvolávají pocit tepla, jeví se jako blízké (v popředí) a vzrušivé. Naopak zeleno-modré odstíny působí studeně, jeví se jako vzdálené (pozadí) a klidné. Při přiřazování barev jednotlivým jevům



Obr. 8.10 – Barevný kruh.

a hodnotám na mapě bychom toto působení měli respektovat a využívat.

Posledním aspektem působení barev jsou asociace, které v člověku dané barvy vzbuzují. Ty jsou dány například výskytem dané barvy v přírodním prostředí, ale také kulturně – užíváním barev v dané společnosti. Právě kulturně dané asociace se mohou mezi jednotlivými civilizačními okruhy i výrazně odlišovat, konkrétní barvy mohou být v jednotlivých zemích spojeny například také s politickými stranami či částmi politického spektra. Asociací spjatých s barvami v kartografii opět využíváme v maximální možné míře pro podporu sdělení mapy.

- **Bílá barva** je barvou čistoty, nevinnosti, sněhu, zimy, světla. Například v některých částech Asie je ale barvou smutku. Často ji asociujeme s chybějícími hodnotami.
- **Šedá barva** je vnímána jako neutrální, nudná, chudá, rezervovaná. Na mapách bývá vyhrazena

pro nemapovaná místa, chybějící hodnoty, případně prvky podkladu a pozadí (hranice, topografický podklad tematických map apod.).

- **Černá barva** symbolizuje noc, tmu, těžkost, sílu, v euroamerické civilizaci je barvou smutku, smrti. Pro její extrémní kontrast a výraznost ji někteří kartografové doporučují na mapách nepoužívat a namísto 100% černé využít spíše velmi tmavé odstíny šedé, černou pak použít jen pro popis.
- **Hnědá barva** asociuje jistotu, pořádek, tradice, půdu, venkov, špinu.
- **Fialová barva** vyvolává znepokojení, neklid, melancholii. Zejména v euroamerickém okruhu je spjata s královským majestátem, církví, bohatstvím, vznešeností, hrdostí, na Blízkém východě naopak s prostitucí či mysticismem.
- **Oranžová barva** asociuje aktivitu, radost, podzim, oheň, teplo, ale také varování či upozornění.
- **Žlutá barva** je optimistická, asociuje slunce, teplo, sucho, léto, oblasti bez vegetace, částečně také upozornění či varování.
- **Červená barva** asociuje energii, teplo, vzrušení, prudkost, aktivitu, ale také záporné (negativní) hodnoty, nebezpečí, zákazy, varování. V evropském okruhu je spjata s komunistickou stranou (či levicí obecně), v Indii je naopak barvou nevinnosti.
- **Modrá barva** asociuje ticho, oblohu, vodní hladinu či vodu obecně, tmavá modrá je spjata s vážností, důstojností, moudrostí.

- **Zelená barva** je v tom nejobecnějším slova smyslu asociována s přírodními jevy (les, tráva, ekologie, životní prostředí), zejména tmavší odstíny jsou brány jako uklidňující, bezpečné, stabilní, nadějně. Zelená barva značí povolení, souhlas, kladné (pozitivní) jevy.

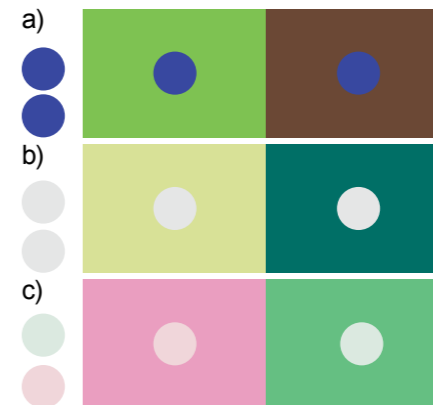
8.3 Barvy na mapách

Barva je jednou ze základních vizuálních proměnných, zároveň je vlastností všech obsahových prvků mapy (nejenom mapových značek) a má velmi silný vliv na estetické působení. Proto je správná práce s barvami a barevností klíčová z více důvodů.

Při navrhování barev mapy musíme vycházet ze všech aspektů vnímání barev:

- Barva je vizuální proměnnou, základním požadavkem je tedy volit barvy tak, aby byly navzájem odlišitelné (s dostačující barevnou vzdáleností), což souvisí zejména s fyziologickými aspekty.
- Působení asociativní (ať již přirozené – teplé a studené barvy aj., nebo kulturní (smutek, negace) využíváme k podpoře komunikace a intuitivnímu vnímání sdělení mapy.

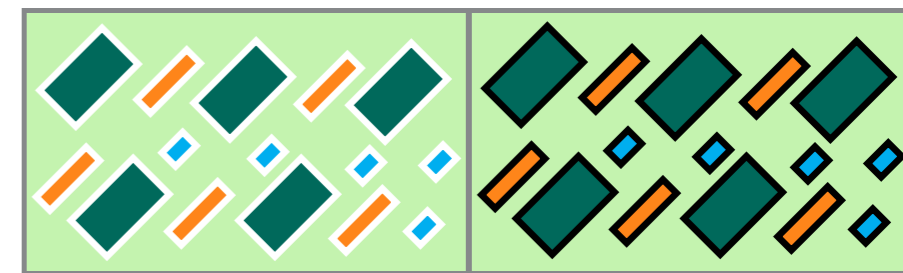
Předpokládaný účel mapy a její uživatelé jsou důležitými faktory, které volbu barev ovlivňují. Zohledňovat musíme jak aspekty objektivní (např. vyšší pravděpodobnost výskytu barevných vad u starších lidí), tak subjektivní (preferen



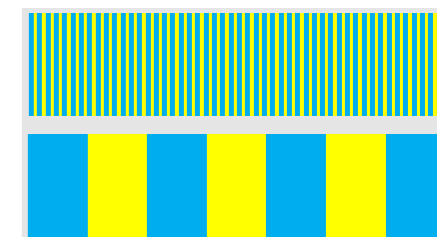
Obr. 8.11 – Pozadí barvy ovlivňuje její vnímání: dvojice barevných kruhů a) i b) mají stejnou barvu, ale na jinak barevném pozadí vypadají odlišně. Naopak kruhy u c) mají barvu odlišnou, avšak na různě barevném pozadí vypadají stejně. [upraveno podle KRYGIER & WOOD, 2005]

různých barev u různých – např. věkových – skupin).

Velmi důležité je uvědomit si, že barvy se na mapě obvykle nevykytují samy o sobě na bílém pozadí, ale v nejrůznějších kombinacích (barevných kontrastech). Čitelnost a odlišitelnost jednotlivých barev je



Obr. 8.12 – Příklad Bezoldova efektu: všechny barvy na levém i pravém obrázci jsou stejné, liší se pouze ohraničení barevných obdélníků. Barvy na pravém obrázci ale působí celkově tmavěji, než na levém.



Obr. 8.13 – Zatímco úzké žluto-modré pruhy (nahore) se opticky slévají v zelenou barvu, široké pruhy (dole) zůstávají žluté a modré.

tak třeba posuzovat nejenom v neutrálním prostředí (např. v legendě, kde jsou barvy na bílém pozadí, seřazeny v návaznosti), ale zejména v reálně se vyskytujících kombinacích a vztazích (obr. 8.11). Vzájemné ovlivnění barev ukazuje např. Bezoldův efekt (obr. 8.12), obecně je potřeba počítat s tím, že čím menší plochu barva zabírá, tím spíše se bude „míchat“ s okolím (obr. 8.13).

Barvy v mapě můžeme dělit do tří základních skupin: barva pozadí, základní barvy a akcentové barvy.

Barva pozadí – tedy míst nepokrytých kresbou mapy, pokud se ta-

ková vyskytují – by měla být **nevýrazná**. Nejčastější volbou – zejména u tištěných map – je samozřejmě **bílá**, ta může působit až příliš nudně, proto je možné použít velmi světlý a desaturovaný odstín, například některé ze základních barev. Opačnou, ale podobně kontrastní možností, je **černé pozadí** – to je vhodné zejména u map zobrazovaných na elektronických zařízeních (monitorech apod.), u nichž svítící světlé barvy na černém (nebo velmi tmavě šedém) pozadí vyniknou. Čtení bílého textu či grafiky na černém pozadí je **více unavující** než černého textu na bílém, proto černé pozadí není příliš vhodné pro složité mapy s detailním obsahem. Při využití černé je také nutno počítat s asociacemi, které tato barva vzbuzuje.

Základní barvy jsou ty, které vyplňují **velké barevné plochy** – například barevná hypsometrie, barvy krajinného krytu, vybarvení administrativních jednotek apod. Obecně se na ně hodí spíše **světlé, desaturované odstíny** ze studené (modro-zelené) části spektra.

Akcentové barvy používáme pro **zdůraznění** nejdůležitějšího (tematického) obsahu mapy. Pro tyto prvky volíme **barvy kontrastní, jasné**, které vyniknou vůči základním barvám či barvě pozadí. Kontrast mezi pozadím a popředím je dán nejen rozdílem jasu a sytosti barev, ale také jejich tóny. **Nejsilnější kontrast** ve vnímání popředí-pozadí vykazují kombinace **žlutá-černá, bílá-modrá, černá-oranžová, černá-žlutá**,

naopak nejmenší **červená-zelená, oranžová-bílá a zelená-bílá**.

Při **volbě barev** na mapách vycházíme z několika základních zásad:

- Barvami **vytváříme a podporujeme vizuální hierarchii prvků mapy**. Pro důležité jevy a prvky volíme barvy výrazné (kontrastní, syté), pro nedůležité prvky, všeobecně-geografický obsah a pozadí barvy desaturované, nektrastní.
- Pro **velké prvky a plochy v pozadí** volíme spíše nevýrazné barvy, pro malé prvky a plochy v popředí barvy výrazné.
- **Střídání různých barevných tónů** pro velké plochy může působit roztržitěně, volíme spíše podobné odstíny.
- Volíme **vhodné barevné stupnice**, kde jsou barvy seřazeny tak, aby podporovaly vyjadřované jevy a hodnoty.
- Při volbě barev vycházíme z **asociací a (kartografických) konvencí** – běžně užívaných barev (modrá pro vodstvo, bílá pro stálou sněhovou pokrývku apod.).
- Všechny barvy na mapovém listu by měly používat **sladěné barevné palety**, tedy barvy, které se svými vlastnostmi k sobě hodí. Při jejich volbě zvažujeme účel mapy a předpokládané uživatele.

8.4 Barevná schémata a stupnice

Při **tvorbě barevných stupnic** vycházíme ze základních parametrů barev. **Tón barvy** užíváme jako pri-

mární rozlišovací znak (např. pro vyjádření kvalitativních rozdílů – jednotlivých tříd zobrazovaných prvků). Při volbě barevného tónu dbáme zvyklostí, asociací a konvencí. **Světlost barvy** je sekundárním rozlišovacím znakem, je vhodná pro odlišení kvantitativních rozdílů. **Sytost barvy** (jako parametr, na který je lidské oko nejméně citlivé) používáme jako terciární rozlišovací znak, obvykle spíše jako doplňkový ke světlosti.

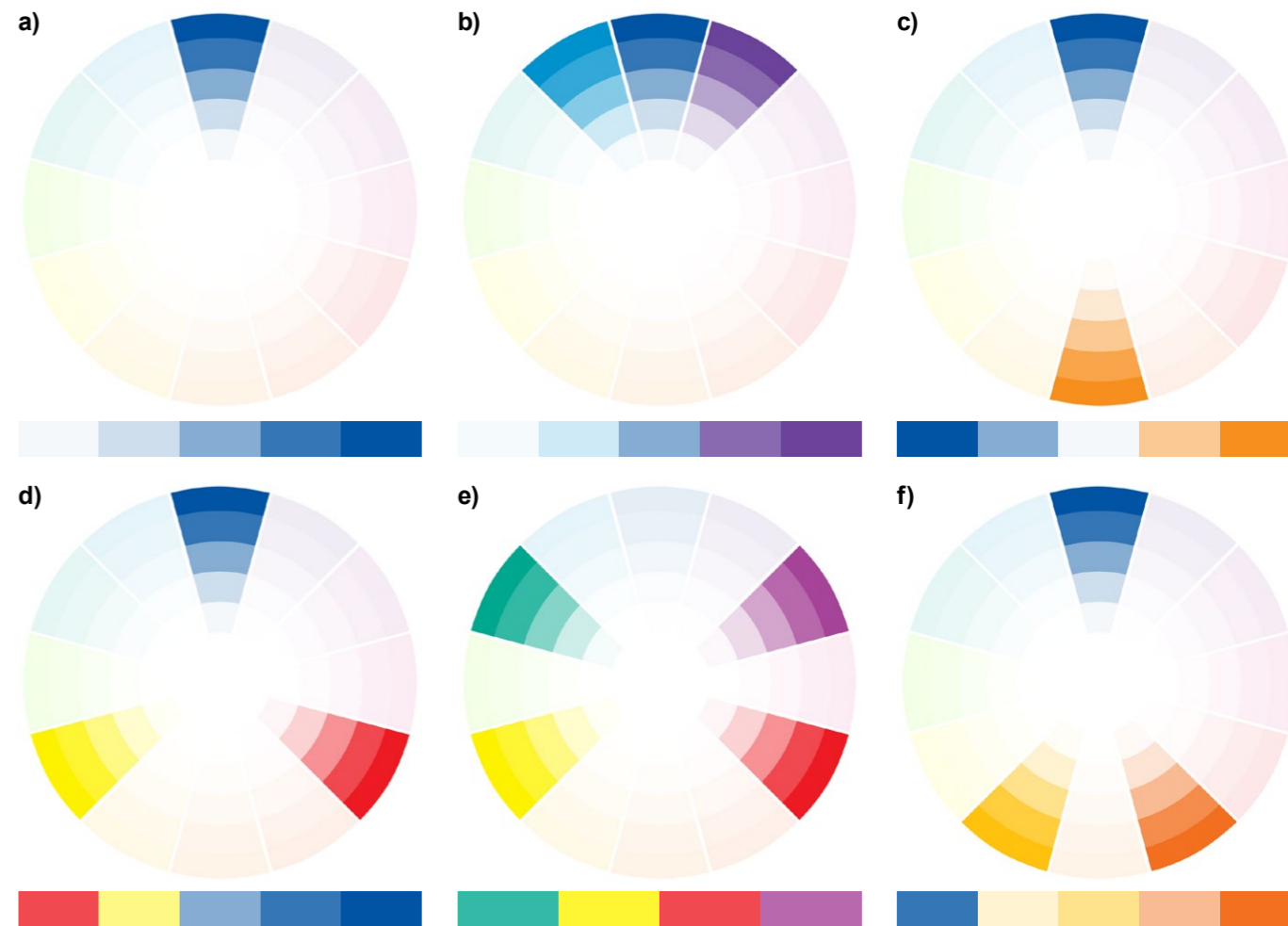
8.4.1 Barevná schémata

Základní pomůckou pro výběr barev je tzv. **barevný kruh** (obr. 8.10), v němž jsou jednotlivé základní barevné odstíny (nejčastěji se používá 12 barevných odstínů) seřazeny za sebou. Podle toho, kolik a které odstíny pro tvorbu naší barevné palety/stupnice vybíráme, rozlišujeme tzv. **barevná schémata** (obr. 8.14).

Monochromatické (jednobarevné) schéma pracuje s barvami jednoho odstínu, jako proměnné využívá světlost a sytost barvy. Působí harmonicky, až monotónně, nelze zde dosáhnout příliš vysokého kontrastu.

Analogické barevné schéma využívá kromě základní barvy i sousedících odstínů. Výsledkem je barevně kontrastnější a pestřejší, avšak stále harmonická barevná paleta.

Komplementární (doplňkové) barevné schéma používá dva odstíny, ležící v barevném kruhu přímo naproti sobě. Výsledkem je maximální barevný kontrast, vhodný



Obr. 8.14 – Barevná schémata: a) monochromatické, b) analogické, c) komplementární, d) triadické, e) tetradické, f) komplementární rozdělené.

pro snadné odlišení různých jevů, avšak zároveň se komplementární barvy vhodně doplňují a ladí k sobě.

Mezi **další barevná schémata** patří např. triadické a tetradické barevné schéma, komplementární rozdělené a jejich různé modifikace a kombinace.

Kde vybrat barvy

Z barevných schémat vychází různé pomůcky pro výběr barev a tvorbu barevných palet, jako je například **Adobe Color, Paletton** nebo **Colorizer**. Na web **Colourlovers** vkládají uživatelé nejrůznější barevné palety, které lze využít jako zdroj obvykle

k sobě vhodně sladěných barev. Pokud hledáme základní barevnou paletu pro grafiku či mapu doprovázející dominantní fotografii, můžeme využít následující postup. Fotografii zmenšit (převzorkovat) na velmi malé rozměry (řádově stovky pixelů), čímž dojde k vytvoření jakési základ-

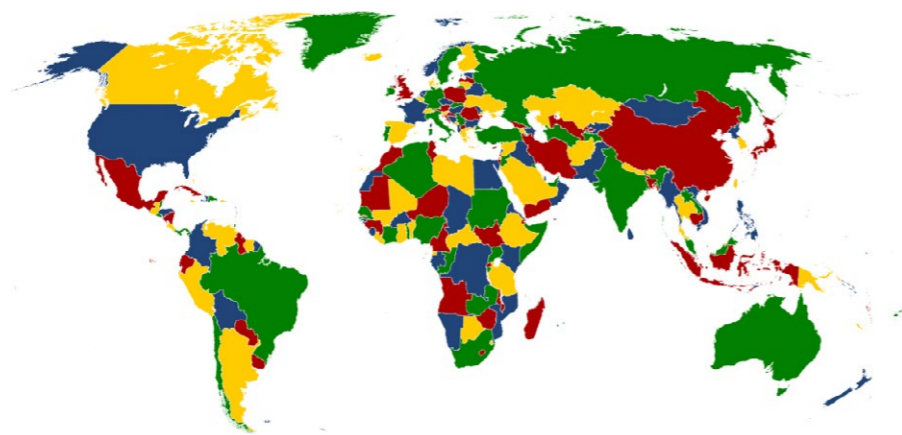
ní průměrné barevné palety snímku, z nějž můžeme vybrat barevné odstíny, které následně použijeme.

8.4.2 Barevné stupnice

Při výběru nebo tvorbě **barevných stupnic** pro (tematické) mapy jsou klíčová data, která mapa zobrazuje: barevné schéma by mělo odpovídat povaze dat. Barevná schémata v kartografii v základu rozdělujeme na **binární, kvalitativní, sekvenční (unipolární) a divergentní (bipolární)** (viz **schéma na stranách 196–197**; členění upraveno podle BREWER, 1994). Pro složitější data (s kombinací více proměnných) vytváříme složitější kombinovaná barevná schémata.

Kvalitativní barevné schéma volíme pro odlišení **kategorií**, proměnnou je v tomto případě **tón**. Barevný tón je dobré volit na základě barevných asociací a kartografických konvencí. Ostatní parametry (světlost a sytost) by měly být u všech použitých barev podobné, aby barvy působily vizuálně vyrovnané. Úpravu jasů a sytosti barvy můžeme použít při modifikaci barevného schématu na **multivariantní** a použít je jako **sekundární rozlišovací znak** (kvalitativně-sekvenční schéma), případně výraznější barvu použít pro kategorii, kterou chceme zdůraznit.

Ke kvalitativnímu barevnému schématu se vztahuje tzv. **teorém čtyři barev (obr. 8.15)**, který říká, že k vybarvení jakkoliv rozmístěných územních jednotek v mapě stačí pouze čtyři barvy k tomu, aby žádné



Obr. 8.15 – Politická mapa světa, využívající k obarvení jednotlivých států pouze čtyři barvy. [Wikipedia]

sousedící územní jednotky neměly totožnou barvu (k historii dokazování této teorie viz např. SOUČEK 2012). Obvykle se z důvodu větší pestrosti mapy používá barev více, a kromě vybarvení jednotek tak, je nutné dbát také na rovnoměrné zastoupení barev v ploše mapy.

Mezi základní **kartografické konvence** z hlediska kvalitativních barev patří použití

- **modré** pro vodstvo;
- **červené** pro teplé oblasti, modré pro chladné oblasti;
- **žluté** a okrové pro suché oblasti, oblasti bez vegetace;
- **hnědé** pro tvary reliéfu, vrstevnice, horské oblasti;
- **zelené** pro vegetaci, nebo obecně environmentální prvky;
- **bílé** pro sněh, led.

Binární barevné schéma je vlastně podtypem schématu kvalitativního s tím rozdílem, že v mapě uvažuje-

me pouze dvě kategorie. Jako proměnnou používáme **barevný tón** v případě, že jde o dvě kvalitativní kategorie, nebo **světlost** (s doplňkem sytosti) v případě, že jde o kvalitativní kategorie s ordinální škálou.

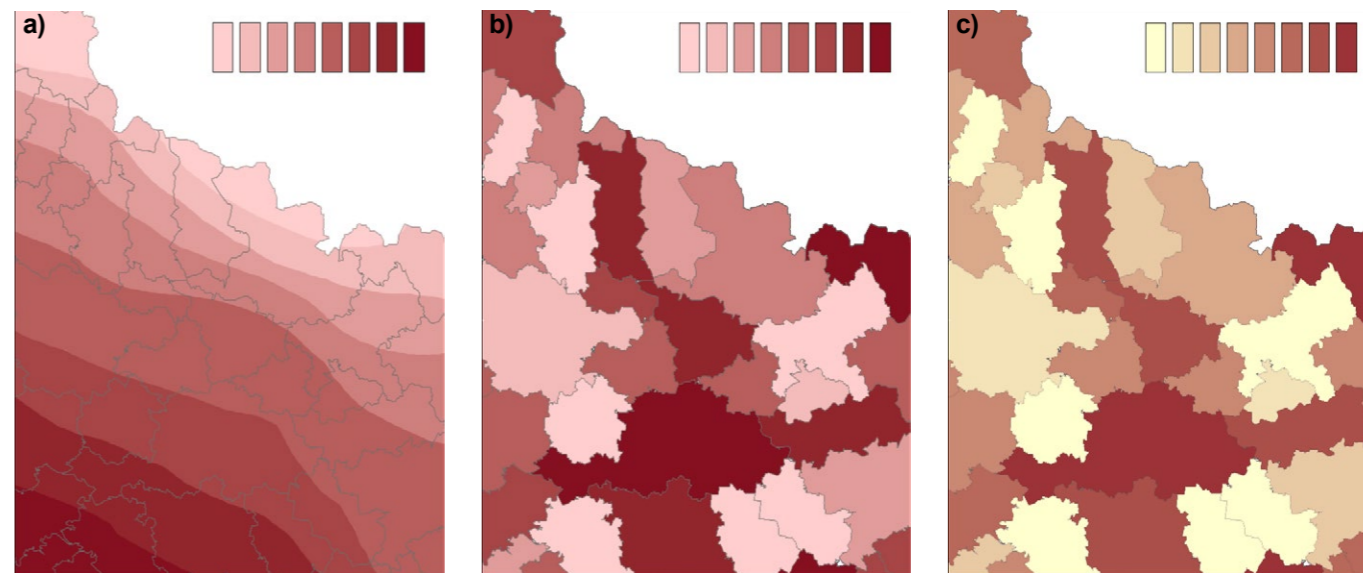
Sekvenční (unipolární) barevné schéma používáme pro **kvantitativní data s jedním směrem**. Z hlediska barevnosti volíme mezi dvěma možnostmi: **monochromatické barevné schéma** (stejný tón, proměnnou je světlost doplněná sytostí) nebo **analogické barevné schéma** (primární proměnnou je světlost doplněná sytostí, avšak zároveň měníme barevný tón). Vždy platí, že **tmavší a sytější barvy** používáme pro vysoké hodnoty, **světlejší a méně syté** pro hodnoty nízké.

Primární proměnnou je světlost, sytost používáme jako doplněk; v tomto ohledu je třeba dávat pozor na tzv. **propad barvy (obr. 8.16)**, který může být způsoben nízkou sy-



Obr. 8.16 – Tzv. „propadlá“ barva s malou sytostí na sekvenčním barevném schématu. [upraveno podle VOŽENÍLEK & KAŇOK 2011].

tostí (přestože barva je tmavší, než předchozí). Užití **monochromatického barevného schématu** je vhodné pro data rozdělená do **menšího počtu tříd** – klíčovým faktorem je schopnost odlišit v mapě jednotlivé barevné odstíny a přiřadit je ke správné hodnotě. **Počet tříd** záleží mj. na barevném odstínu (vzhledem k odlišné citlivosti lidského oka v různých částech barevného spektra), běžně se udává **počet 4–6**. Větší počet intervalů lze zvolit u dat, která na sebe v mapě logicky navazují



Obr. 8.17 – Osm odstínů červené lze v mapě dobře odlišit, pokud na sebe navazují v gradientu (a), zatímco u náhodného rozložení barev v ploše mapy (b) je interpretace obtížná. V takovém případě je lepší použít analogické barevné schéma (c) s přechodem mezi dvěma odstíny.

(např. vybarvení barevných pásů mezi izoliniemi) a hodnoty se tedy do určité míry dají „odečíst“ (obr. 8.17). **Barevná vzdálenost** mezi středními hodnotami by měla být větší než u krajních hodnot. Je nutné si uvědomit, že interpretace barev v mapě je **ovlivněna okolními barvami**, zatímco v legendě jsou rozdíly patrnější. Použití **analogického barevného schématu** (primární proměnnou zůstává světlost, měníme ale také tón barvy k odstínu ležícím na barevném kruhu vedle) zlepšuje interpretaci jednotlivých tříd, kterých v takové mapě můžeme použít více (obr. 8.17c).

Divergentní (bipolární) schéma se používá pro data, vzdalující se od středové hodnoty oběma směry.

Používáme pro něj **komplementární barvy** (dva tóny), **proměnnou je světlost** (doplněná sytostí). (V podstatě tedy jde o dvě sekvenční stupnice proti sobě). Divergentní schéma můžeme dělit na **symetrické** (stejný počet intervalů na obou stranách) nebo **asymetrické** (různý počet intervalů). Někteří autoři u tohoto schématu používají jako středovou hodnotu průměr, to lze doporučit pouze v případě, že intervaly popisujeme jako rozdíl od průměru, ne v absolutních číslech. V případě velkého množství intervalů na jedné či obou stranách lze samozřejmě použít přechod do jiného odstínu (analogické barevné schéma).

Multivariantní schémata slouží k vyjádření více proměnných. Vzni-

barevné schéma grafické	binární		kvalitativní	sekvenční (unipolární)		divergentní (bipolární)	multivariantní		
	monochromatické	komplementární	triáda, tetráda	monochromatické	analogické	komplementární	kvalitativně-sekvenční triáda/tetráda + monochr.	sekvenčně-sekvenční analogické + monochr.	divergentně-divergentní triáda/tetráda + komplementární
tón (hue)	stejný	různý (proměnná)	různý (proměnná)	stejný	různý (proměnná)	dva různé	různý (kvalitativní proměnná)	různý (kvantitativní proměnná)	různý (kvalitativní proměnná)
světlost (value)	různá (proměnná)	stejná	stejná	různá (proměnná)	různá (proměnná)	různá (proměnná)	různá (kvantitativní proměnná)	různá (kvantitativní proměnná)	různá (kvantitativní proměnná)
sytnost (saturation)	různá (doplněk světlosti)	stejná	stejná	různá (doplněk světlosti)	různá (doplněk světlosti)	různá (doplněk světlosti)	různá (doplněk světlosti)	různá (doplněk světlosti)	různá (doplněk světlosti)
použití	kvalitativní kategorie, ordinální škála	rozlišení kvalitativních kategorií	rozlišení kvalitativních kategorií	kvantitativní data s jedním směrem, menší počet kategorií	kvantitativní data s jedním směrem, větší počet kategorií	kvantitativní data se dvěma směry (středem)	multivariantní data – kvantitativní data uvnitř kvalitativních tříd; zvláštní varianta při třech třídách se součtem 100 %	multivariantní data – kombinace dvou kvantitativních unipolárních charakteristik	multivariantní data – kombinace dvou kvantitativních bipolárních charakteristik
příklad (legenda)	<p><i>Evropská unie</i></p>	<p><i>obránné organizace</i></p>	<p><i>vinařská podoblast</i></p>	<p><i>nezaměstnanost [%]</i></p>	<p><i>nezaměstnanost [%]</i></p>	<p><i>přirozený přírůstek obyvatel [%]</i></p>	<p><i>převažující ekonomický sektor a jeho podíl na HDP [%]*</i></p> <p><i>zaměstnanost v ekonomických sektorech [%]*</i></p>	<p><i>Neobydlené nemovitosti a kriminalita*</i></p>	<p><i>Vývoj ceny nestavebních pozemků (změna ceny za m² v procentech)*</i></p>

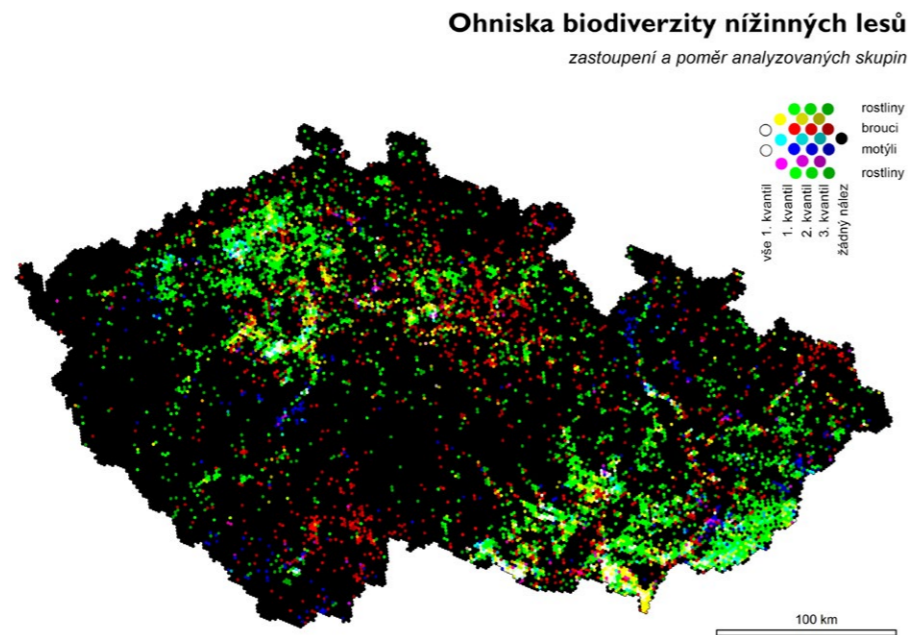
* upraveno podle Brewer 1994

kají jako kombinace či modifikace základních schémat, přičemž se při jejich vzniku řídíme základním pravidlem, že barevný tón rozlišuje kvalitativní kategorie, zatímco kvantitu vyjadřuje světlost a sytost. Multivariantní schémata patří k hůře interpretovatelným, zvláště pokud obsahují velký počet kategorií, proto se doporučuje používat 3 × 3 barvy. Příkladem použití takového barevného schéma jsou mj. *value-by-alpha* mapy (viz kap. 6.1.2).

Specifickým případem multivariantního schématu je přímé přiřazení barvy pomocí hodnot R, G a B u dat, která obsahují tři proměnné, z nichž každá může nabývat hodnot 0–100 %. Odstín výsledné barvy pak závisí na vzájemném poměru jednotlivých proměnných (při stejných hodnotách bude výsledkem odstín šedé), světlost/sytost na celkovém součtu (0 % u všech proměnných dává černou, 100 % u všech proměnných bílou) (obr. 8.18). Taková mapa je relativně složitá na přesnou interpretaci (potřebovali bychom trojrozměrnou legendu), může nám však dát rámcový přehled o rozmístění jevu.

Kde vzít barvy

Barevné stupnice lze tvořit volně, použít některý z grafických nástrojů (Adobe Color, Paletton), práci může kartografovi ušetřit využití některého z generátorů barevných stupnic nebo předpřipravených vzorů. Ty umožňují volbu typu schématu, základní barvy, počtu odstínů apod. a hlavní výhodou



Obr. 8.18 – Mapa využívající barvy vzniklé přiřazením hodnot RGB podle hodnot tří proměnných. Odstín vyjadřuje vzájemný poměr skupin, světlost počet nálezu.

je, že bývají otestovány z hlediska interpretace a rozlišitelnosti barev.

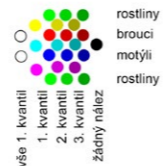
Asi nejnámější je nástroj **ColorBrewer**, který umožňuje generovat několik typů stupnic s různou barevností, včetně variant použitelných pro nejčastější typ barvosleposti, černobílé kopírování nebo použití v tisku. Nevýhodou je poměrně omezený počet možností a nadužívání těchto barev.

Sekvenční barevná schémata generuje **Sequential color scheme generator** (BRYCHTOVÁ & COLTEKIN, 2015). Umožňuje určit počet intervalů, počáteční a koncovou barvu, a požadované hodnoty barevné vzdálenosti mezi jednotlivými barvami.

Velké množství nejrůznějších typů barevných schémat (z hlediska

Ohniska biodiverzity nížinných lesů

zastoupení a poměr analyzovaných skupin



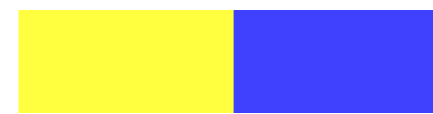
typu i barevnosti) navrhla a ve variantách pro web (RGB) i tisk (CMYK) otestovala HOHNOVÁ (2016), dostupné jsou ve **webovém nástroji**.

Pro testování čitelnosti map pro různé typy barvosleposti lze využít freeware **Color Oracle** (JENNY & KELSO 2007), který simuluje vzhled mapy pro člověka postiženého daným typem barvosleposti.

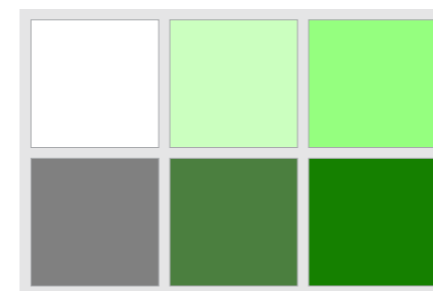
Vlastní barvy v RGB, HSV a CMYK

Pro vytváření vlastních barev lze použít všechny tři režimy, pro svou intuitivnost je často využíván režim HSV (resp. HSL). Jeho využití má však jeden háček: jedná se o matematickou, nikoliv však perceptuální transformaci z RGB. Barvy v mode-

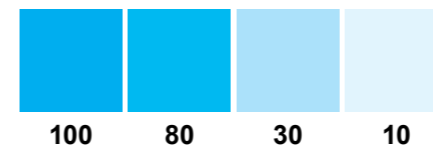
lu HSV můžeme zobrazit v podobě pravidelného (symetrického) ku-



Obr. 8.19 – Vliv odstínu (H) na světlost barvy: žlutá (H = 60) i modrá (H = 240) mají totožné hodnoty sytosti (S = 75 %) a světlosti (V = 100 %), přesto modrá působí zřetelně tmavěji. [upraveno podle BREWER 2015].



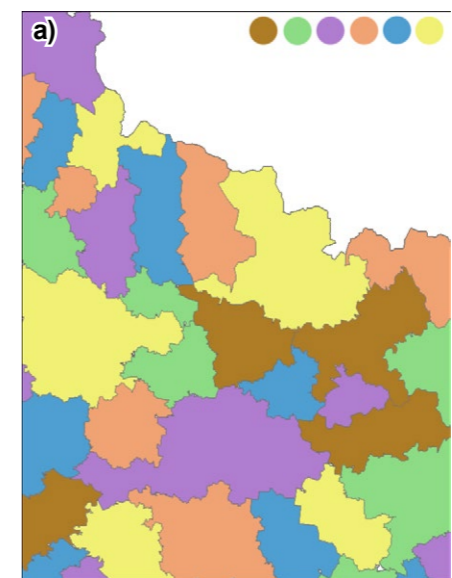
Obr. 8.20 – Barvy se stejným odstínem (H=110) a maximální světlostí (V=100 %) se liší pouze hodnotami sytosti (S = 0, 25, 50), přesto se jejich světlost výrazně liší (nahore). Při nižší hodnotě světlosti (V = 50 %) působí trojice dole z hlediska světlosti výrazně vyrovnanějším dojmem. [upraveno podle BREWER 2015].



Obr. 8.21 – Mezi dvojicí tmavých (vlevo) a světlých (vpravo) modrých v režimu CMYK je vždy rozdíl 20 %, tmavší barvy však vypadají výrazně podobnější než světlejší. [upraveno podle BREWER 2015].

že, ale lidská percepce barev symetrická není. Jinými slovy, barvy, které by na základě číselných hodnot HSL měly být vnímány například jako stejně světlé nebo rovnoměrně odstupňované, budou působit nerovnoměrně. Na příkladech z režimu HSL, který používá i ArcGIS:

- hodnota tónu při stejné saturaci a světlosti ovlivňuje vnímání světlosti (obr. 8.19);
- zejména u světlých barev má změna sytosti velký vliv na vnímání světlosti barvy, u tmavých odstínů je světlost sytostí ovlivňována méně (obr. 8.20).
- Při mixování barev přímo v režimu CMYK nebo RGB je nutné dbát na to, že stejné procentní kroky nepůsobí jako vizuálně rovnoměrné, u tmavších barev by rozdíly mezi



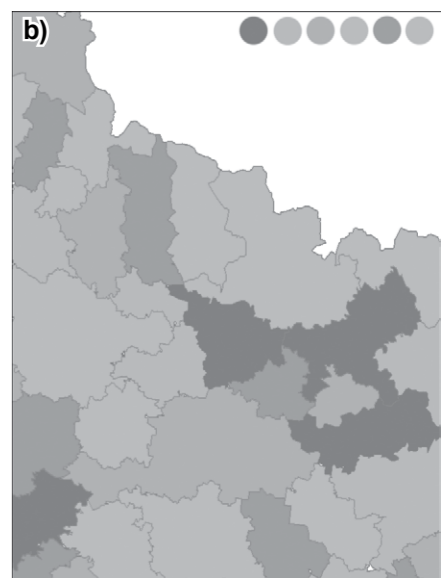
Obr. 8.22 – Různé barevné odstíny (a) se po převodu do černobílé (b) slévají v prakticky nerozpoznatelné odstíny šedé.

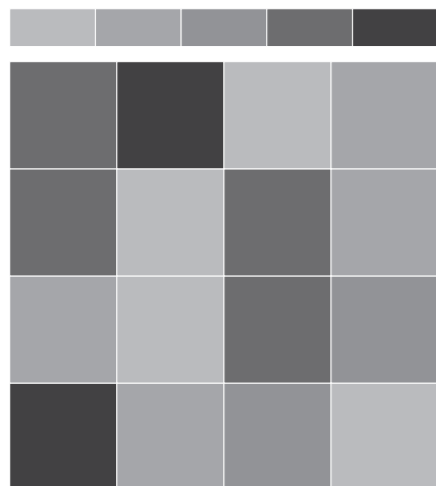
jednotlivými hodnotami měly být větší (obr. 148, 149).

Z barvy do černobílé

Existuje několik způsobů převodu z barvy do černobílé. Z toho důvodu je vhodné mapy, které budou prezentovány v černobílé formě (černobílý tisk, kopírování) černobíle přímo vytvářet. Jedině tak předvedeme riziko, že odstíny v barevném provedení dobře rozlišitelné po převodu do černobílé rozlišitelné nebudou (obr. 8.22).

Stejně jako u barevných stupnic, i u černobílých škál je třeba dávat pozor na dostatečnou vzájemnou odlišitelnost jednotlivých odstínů šedé, a to nejen na seřazené legendě, ale i v datech, kde je vnímání ovlivněné sousedstvím (obr. 8.23, 8.24).





Obr. 8.23 – Zátímco odlišení seřazených odstínů šedé v legendě je bezproblémové, určení odstínu v mapě je komplikovanější.



Obr. 8.24 – Vnitřní čtverec má v obou případech stejný odstín šedé, ale jeho vnímání je ovlivněno okolím.

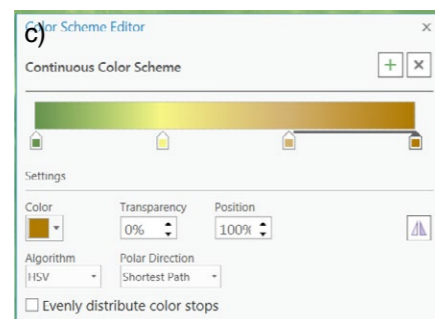
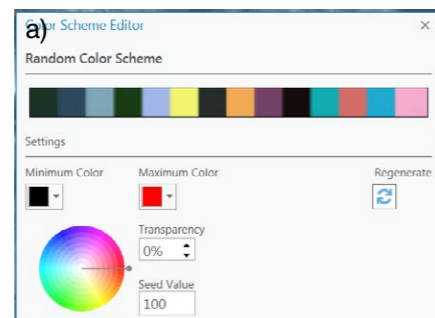
Není černá jako černá

Jednou ze základních složek v barevném modelu CMYK (používaném v naprosté většině případů tisku) je z více důvodů (viz kap. 8.1.2) i **černá barva (K)**. Z toho důvodu je při přípravě map k tisku brát ohled a rozlišovat mezi v zásadě **dvěma typy černé**. Jednoduchá černá bez barevných složek (**CMYK 0-0-0-100**) (případně z ní odvozené

odstíny šedé) se používá pro písmo, v kartografii je vhodné ji používat i pro další monochromatickou jemnou grafiku (čáry, šrafy apod.). Naopak pro černé plochy nestačí použít jen černou 0-0-0-100, protože ta se jeví jako málo sytá, spíše tmavě šedá, než černá. Pro černé plochy se proto používá **černá s doplňkem dalších pigmentů**, konkrétní poměr záleží na použité technologii i typu papíru. Například u ofsetu může být použita černá 50-30-15-100, u digitálního tisku 70-40-40-100.

Barvy v ArcGIS

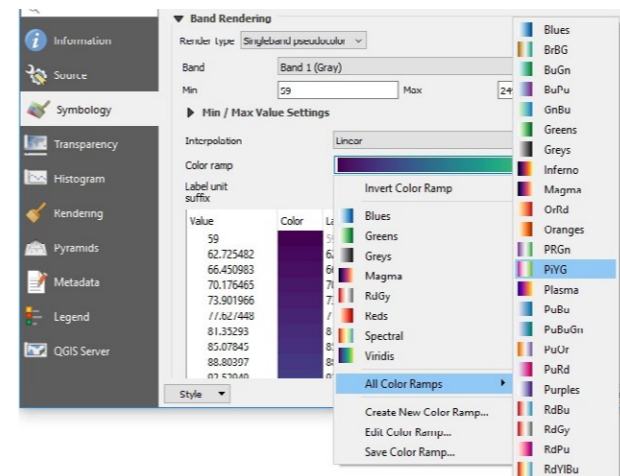
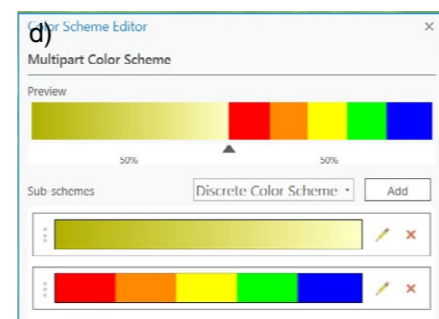
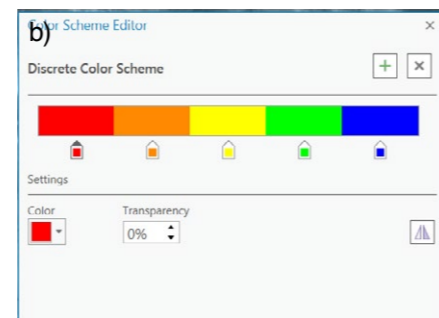
Barvy v ArcGIS lze zadávat a ukládat v barevných režimech RGB, HSV,



Obr. 8.25 – Typy barevných palet (Color Schemes) v ArcGIS: (a) Random, (b) Discrete, (c) Continuous, (d) Multi-part.

HSL, CMYK, LAB nebo Greyscale (dialog barvy > Color Properties > Save color to style), ale ArcGIS nepodporuje Color Management – práci s barevnými profily. Barevný model, v němž barvy ukládáme a používáme, bychom proto ideálně měli volit podle předpokládaného účelu mapy (tištěná nebo digitální). Základní barevný model (RGB nebo CMYK) lze nastavit pro každou mapu nebo layout.

Z uložených barev je možno vytvářet několik typů barevných stupnic (Symbology > Color scheme > Format color scheme > Save to a Style) (obr. 8.25). Typ **Random** náhodně vybírá barvy (v barevném režimu HSV), je možné omezit jejich tónový rozsah (a hromadně nastavit sytost a prů-

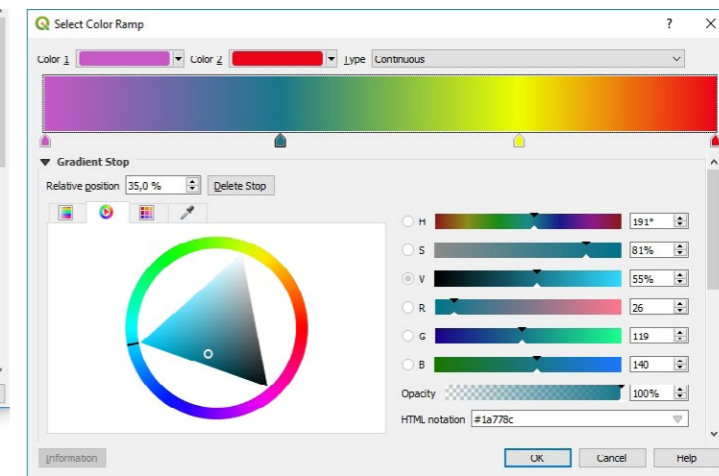


Obr. 8.26 – Výběr předdefinované barevné stupnice.

hlednost). Typ **Discrete** umožňuje navolit jednotlivé barvy v zadaném pořadí (hodí se tedy např. na ukládání stupnic pro kartogramy). Typ **Continuous** vytvoří plynulý přechod mezi dvěma (či více) barvami. V rámci typu Multipart je možné za sebe naskládat větší množství různých typů palet.

Barvy v QGIS

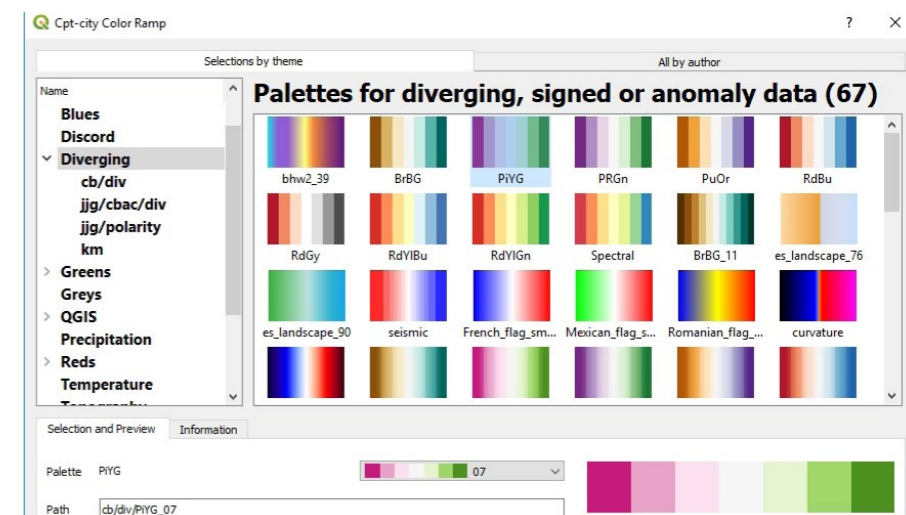
Barvy lze definovat v barevných modelech HSV a RGB. Barvy mohou být definovány také pomocí **hexadecimálního kódu**. Barvy vybíráme ve vlastnostech vrstvy na kartě Symbology, k dispozici je možnost barvu vybrat v **barevném kruhu** nebo v **barevném přechodu**. K dispozici jsou v menu nadefinované některé **základní barvy** a naposledy použité barvy. Barvy lze kopírovat nebo použít **Color picker**, kterým lze nabrat barvu z jakékoliv části obrazovky.



Obr. 8.27 – Tvorba stupnice s plynulým přechodem.

Široké možnosti jsou v případě **barevných stupnic** v režimu vrstvy **Graduated** nebo u rastrů v režimu **Singleband pseudocolor**. V části **Color ramp** je možné vybrat z řady **předdefinovaných barevných stupnic** (obr. 8.26). V tomto menu nalezneme také volbu **Invert Color Ramp** pro převrácení

stupnice, možnost **upravit** stávající stupnici volbou **Edit Color Ramp** a následně ji **uložit** pod **Save Color Ramp**. **Novou barevnou stupnicí** lze nadefinovat volbou **Create New Color Ramp**. Je možné nadefinovat **Gradient** (stupnice s plynulým přechodem, obr. 8.27), **Color Presets** (intervalová stup-



Obr. 8.28 – Výběr stupnice z knihovny cpt-city.

nice) nebo *Random* (náhodné barvy, je třeba definovat rozsah v systému HSV a počet tříd). Definování vlastní stupnice však často není nutné, neboť QGIS nabízí výběr z předdefinovaných stupnic v rámci dvou katalogů: *Color-Brewer* (pouze intervalové stupnice) a *cpt-city* zahrnující přibližně 590 stupnic kategorizovaných dle jejich schématu, případně vhodnosti použití (obr. 8.28).

Barvy v OCAD

Veškeré barvy, které jsou používány v rámci mapových značek, jsou definovány prostřednictvím **tabulky barev**. Barvy lze zadávat v barevných režimech *CMYK*, *RGB*, *HSV* a *Hex triplet*. Důležitý význam má **pořadí barvy v tabulce**, na základě kterého probíhá vykreslování – probíhá od barev ve spodní části tabulky směrem nahoru. Zatímco v GIS je viditelnost objektů primárně ovlivněna pořadím vrstev, v OCADu tuto funkcionalitu simuluje **pořadí barev**. Na to je třeba pamatovat při tvorbě mapových značek a používat (definovat) barvy ve správné pozici tak, aby se značka vykreslovala ve správných vztazích vůči okolním objektům. Barvy lze posouvat dvojící šipek v dolní části menu. Jakékoliv **změny v definici barvy se okamžitě projeví ve všech mapových značkách** (a tím pádem i v objektech), které danou barvu používají. To na jednu stranu umožňuje efektivní správu barev napříč mapovými značkami, na druhou stranu klade na uživatele vysoké nároky na

komplexní znalost konstrukce mapového klíče, který je používán.

Pro každou barvu lze nastavit **přetisk a systost**. Pokud je systost nastavena na 100 % budou barvy neprůsvitné, protože barva, která je v tabulce výše, odstraní/vysekne barvu, která se nachází v tabulce níže. Vyseknutí lze zabránit zaškrtnutím v poli přetisk (*Př.*). V tomto případě se *CMYK* separace vytisknou/vykreslí pod přetiskovanou barvou. Barva v místech s přetiskem je poté vytištěna na jinou barvu a bude vypadat tmavší. Výhodou tohoto řešení je lepší čitelnost překrývajících se částí objektů a linií.

Přímo v OCADu **není překryvný efekt zobrazen**. Přetisk se týká pouze barevných AI, EPS a PDF souborů, stejně jako separací *CMYK*. Přetisk je také podporován některými *PostScript* tiskárnami.

Pro každou barvu lze také nastavit **Blend mode**, neboli způsob, jak jsou barvy spolu **vzájemně míchány**. K dispozici jsou dva způsoby míšení, a to *Multiply* a *Darken*. Tento efekt není přímo v OCADu zobrazen a je patrný pouze ve vyexportovaném PDF.

OCAD umožňuje také definovat barvy pro **tisk přímými barvami**. Nastavení kromě názvu barvy obsahuje definici **hustoty tiskového rastru v linkách na palec** (*lpi = lines per inch*) a **úhel rastru**. Pro přímé barvy je v OCADu v menu *Zobrazit* k dispozici simulace výsledného tisku. Ofsetový tisk přímými barvami umožňuje dosáhnout vysoce kvalitních tiskových výsledků. Díky svým

omezením pramenícím z omezeného množství použitých barev a vyšší finanční náročnosti však tisk přímými barvami v posledních letech prakticky vymizel a byl nahrazen praktičtějšími technologiemi *CMYK*.

V případě **rastrových dat** (například při tvorbě výstupů z DEM) umožňuje OCAD výběr z několika **předdefinovaných barevných škál**. Konstrukce vlastní barevné škály je umožněna pouze u některých specifických funkcí, jako je například analýza výšky vegetace.

Literatura a použité zdroje

- BREWER, C.A. (1994). *Color Use Guidelines for Mapping and Visualization*. In: MACEachren, A. M. & FRASER TAYLOR, D. E. (eds.) *Visualization in Modern Cartography*, s. 123–147. Oxford: Elsevier Science Ltd.
- BREWER, C.A. (2015). *Designing Better Maps: A Guide for GIS Users*. Redland: ESRI Press.
- BRYCHTOVÁ, A. AND COLTEKIN, A. (2015). Discriminating classes of sequential and qualitative colour schemes. *International Journal of Cartography*, 1(1): 62–78.
- DENT, S.D., TORGUSON, J.S. & HODLER, T.W. (2008). *Cartography: Thematic Map Design*. Columbus: McGraw-Hill Education.
- HOHNOVÁ, A. (2016). *Tvorba barevných stupnic podle stylu map* [bakalářská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého. [PDF]
- JENNY, B. & KELSO, N. V. (2007). Color Design for the Color Vision Impaired. *Cartographic Perspectives*, 58: 61–67.
- SOUČEK, J. (2012). Hon na čtyři barvy. *ArcRevue*, (3): 28–29. [PDF]
- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. ET AL. (2011). *Metody tematické kartografie*. Olomouc: Univerzita Palackého.

IX

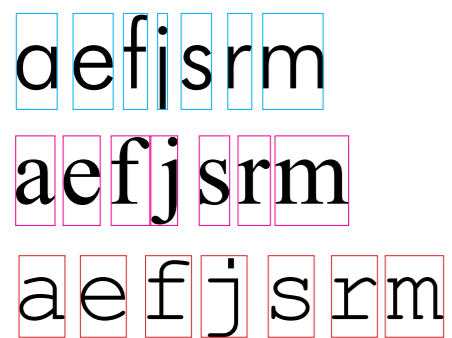
Písmo & popis





Obr. 9.13 – Vybrané písmové tahy. [upraveno podle typomil.com].

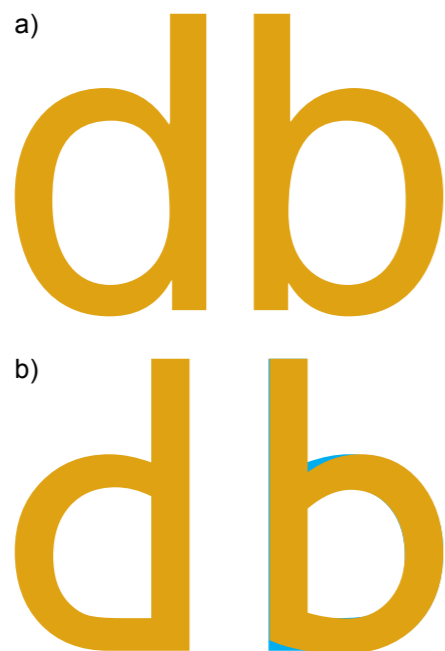
- hrový tah, nespojený s dříkem;
- **náběh** napojuje oblý tvar s pří-
mým tvarem, nebo serif s dříkem;
- **bříško** je uzavřený oválný nebo
kruhový tah, který napojuje na
dřík (někdy se slučuje s okem);
- **hlava** je horní zakončení dříku
některých malých písmen;
- **pata** je dolní zakončení dříku ně-
kterých malých písmen;
- **hřbet** je hlavní oblý tvar písmena
tvořící jeho páteř;
- **chvost** je výběhový tah některých
malých písmen;



Obr. 9.14 – Proporční písmo s výrazně
dynamickým (nahore) a méně dyna-
mickým principem (uprostřed), nepro-
porční písmo (statický princip) (dole).

- **rameno** je horizontální tah nasa-
zený na dřík;
- **smyčka** je spodní uzavřený tah *g*;
a dalších.

Mezi další charakteristiky pís-
ma patří například:



Obr. 9.15 – Symetrické (a) a nesymet-
rické (b) písmo.

- **šířkové proporce** (obr. 9.14)
– rozdíl šířky jednotlivých pís-
men; většina písmen je **proporč-
ních** (tzv. **dynamický princip**, šír-
ka jednotlivých písmen je různá,
avšak rozdíly mohou být relativně
malé nebo velmi výrazné), zby-
tek **neproporčních** (tzv. **statický
princip** – všechna písmena mají
stejnou šířku, typické např. pro
písmo psacích strojů);
- **symetrie** (obr. 9.15) – u někte-
rých písmen jsou některá písme-
na (např. dvojice *b* a *d* nebo *b* a *p*
jen zrcadlově otočená, u jiných se
v detailech tahů liší).

Klasifikace písem

Podle podoby jednotlivých tahů pís-
men můžeme písma **klasifikovat do
skupin – druhů**. Tyto skupiny často
souvisí s časovým obdobím vzniku
písmo, do jednotlivých skupin však
patří i moderní variace a modifika-
ce těchto klasických postupů. Každé
písmo pak působí **jiným dojmem
a vyvolává jiné emoce** (historičnost,
tradičnost, modernost, lehkost, so-
lidnost, cizokrajnost apod.), čehož se
využívá v designu – správně zvolený
typ písma podporuje sdělení doku-
mentu i mapy). Základní rozděle-
ní je na písma **patková (serifová),
bezpatková (sans-serif) a ozdobná
(kaligrafická)**. Podrobnějších kla-
sifikací existuje větší množství, vy-
cházíme ze **Solperovy klasifikace**.

Dynamická antikva (obr. 9.16a)
se vyznačuje šikmou osou stínu
oblých tahů, relativně malými rozdíly
tloušťky jednotlivých tahů, dynamic-

kými šířkovými proporcemi. Vychází
z renesančních písem 15. – 18. stole-
tí. Příkladem jsou písma typu *Gara-
mond*, *Minion*, *Palatino*, *Merriweather*
nebo *Times New Roman*.

Přechodová antikva (obr. 9.16b)
se vyznačuje výraznějšími rozdí-
ly tloušťky jednotlivých tahů, spíše
svislou osou stínování jednotlivých
tahů, jemnějšími serify a méně dy-
namickými šířkovými proporce-
mi. Vychází z písem tvořených ve
2. polovině 18. století. Příkladem
jsou písma *Georgia*, *Bookman*, *Con-
stantia* či *Cambria*.

Statická antikva (obr. 9.16c) se
vyznačuje výraznými kontrasty
hlavních a vedlejších tahů, tenkými
vodorovnými serify, stejnou šířko-
vou proporcí, svislou osou stíno-
vání vodorovných tahů. Tato písma
vznikala na přelomu 18. a 19. století.
Příkladem je písmo typu *Bodoni*.

Lineární serifová písma (obr.
9.16d) se vyznačují nevýrazným
stínováním a svislou osou oblých
tahů, výraznými proporcemi a spíše
statickým principem. Příkladem je
písmo *Claredon*.

**Lineární bezserifové statické
písmo** (obr. 9.16e) se vyznačuje sta-
tickým principem a nevýrazným
stínováním podle svislé osy. Podle
zakončení tahů písmen *a*, *c*, *e* a *s* je
dělíme na typ grotesk (šikmé za-
končení) a neogrotesk (rovné za-
končení). Příkladem je písmo *Arial*
nebo *Helvetica*.

**Lineární bezserifová geomet-
ricky konstruovaná písma** (obr.
9.16f) jsou odvozena z geometric-

kých tvarů (např. čtyřúhelníku,
kruhu nebo jiného geometrického
útvary). Příkladem je třeba *Futura*,
ITC Avant Garde Gothic nebo *Josefin*.

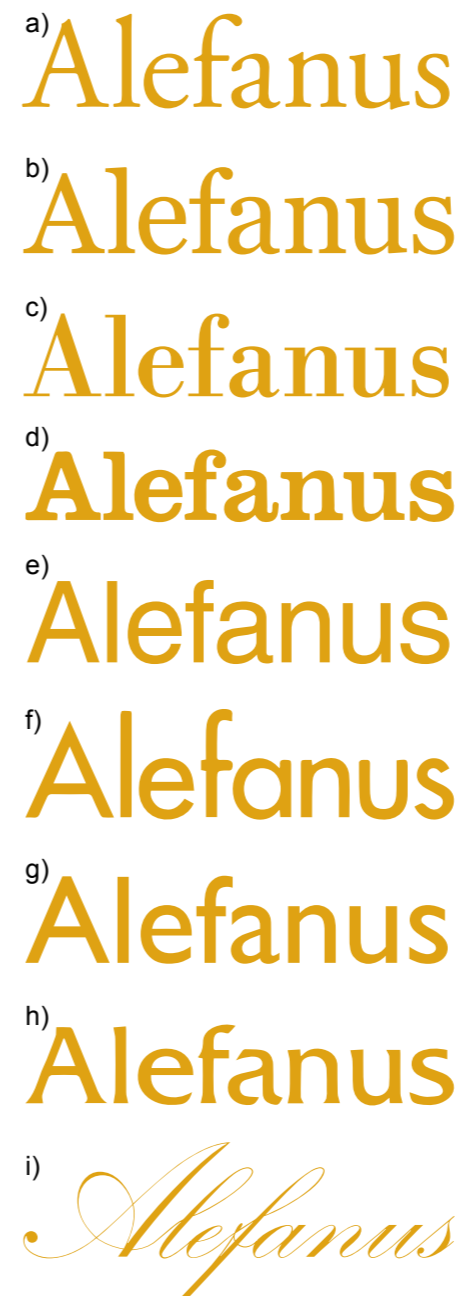
**Lineární bezserifové dynamic-
ké písmo** (obr. 9.16g) navazuje na
dynamické schéma, vyznačuje se
mírnou diferenciací tloušťky pís-
mových tahů. Příkladem jsou písma
typu *Gill Sans*, *Verdana* nebo *Myriad*.

Lineární antikva (obr. 9.16h)
tvoří jakýsi přechod mezi serifo-
vými a bezserifovými písmo – ty
mohou být velmi jemné, skryté
(zakončení tahů výrazným rozší-
řením) nebo jen naznačené mírným
rozšířením koncových tahů.

**Kaligrafická, volně psaná a dal-
ší ozdobná písma** (obr. 9.16i) vy-
cházejí z nejrůznějších podob ručně
psaných písem.

Vlastnosti písma

**Typ písma (typeface, někdy se po-
užívá rodina nebo rod písma)** je
označení pro konkrétní písmo,
označené vlastním názvem (v počí-
tačové typografii se používá pojmu
font, značícího soubor obsahující
dané písmo) – například *Times New
Roman*, *Arial* apod. V rámci jednoho
typu písma jsou obsaženy nejrůz-
nější glyfy pro jednotlivé znaky,
odlišující se například sklonem,
tloušťkou nebo šířkou znaků – ty
jsou odvozeny od základní varian-
ty a označují se jako tzv. **kresebné
nebo vyznačovací řezy písma**. Nej-
častěji v každém typu písma (fon-
tu) najdeme jen čtyři řezy, některé
typy písma mohou obsahovat třeba



Obr. 9.16 – Příklady vybraných písem
z jednotlivých klasifikačních skupin.

jen jeden řez, naopak profesionální typy písma mohou obsahovat několik desítek řezů.

minuskule 1234 KAPITÁLKY PRAVÉ KAPITÁLKY NEPRAVÉ VERZÁLKY 1234

Obr. 9.17 – Relativní velikost písmen.

Podle typu (relativní velikosti) písmen (obr. 9.17) rozlišujeme malá písmena (minuskule, minuskule), velká písmena (verzálky, majuskule) a kapitálky (caps, small caps) (písmena s tvarem písmen velkých, ale velikostí malých – po střední dotažnici). Kapitálky dělíme podle provedení na pravé (v písmu jsou obsaženy jako samostatné glyfy a vyznačují se tloušťkou tahů odpovídající tloušťce verzálek) a nepravé, které nejsou samostatnými glyfy a vznikají zmenšením glyfu odpovídající verzálky (poznají se podle menší šířky tahů). Stejně jako písmena abecedy, i čísla existují ve verzáلكové a minuskové podobě, ačkoliv minusková v počítačových písmech často chybí.

Podle sklonu (obr. 9.18) rozlišujeme řez stojatý (normální) a šikmý (kurzívu; *italic*, *oblique*), přičemž kurzíva může být pravosklonná nebo levosklonná (ta se v praxi používá velmi zřídka a téměř výhradně jen v kartografii). I kurzíva může

kurzíva pravá kurzíva nepravá levostranná

Obr. 9.18 – Typy kurzívy.

být pravá (speciálně navržené glyfy) nebo nepravá (jen geometrická transformace – naklonění – glyfů normálního písma).

Podle šířky písmen (obr. 9.19) můžeme rozlišit řezy užší než základní (kondenzované, kompresní, kompaktní, úzké) a širší (rozšířené). Ve většině programů je také možné nastavit geometrickou deformaci znaků (o daný počet procent je zúžit či rozšířit), to však bývá na úkor estetické funkce, vzhledu a čitelnosti písma a obvykle se nedoporučuje. Pokud už z nějakého důvodu ke geometrické deformaci písma přistoupíme, pak je vhodné používat hodnoty maximálně $\pm 10\%$.

Podle tloušťky tahů (duktus) dělíme řezy na základní (*regular*) a několik variant s větším (polotuč-

Ultra compressed	Abcd
Extra compressed	Abcd
Compressed	Abcd
Condensed	Abcd
Regular	Abcd

Obr. 9.19 – Různé varianty písma dle šířky.

né, tučné, velmi tučné) i menším (tenké, slabé) duktem (obr. 9.20).

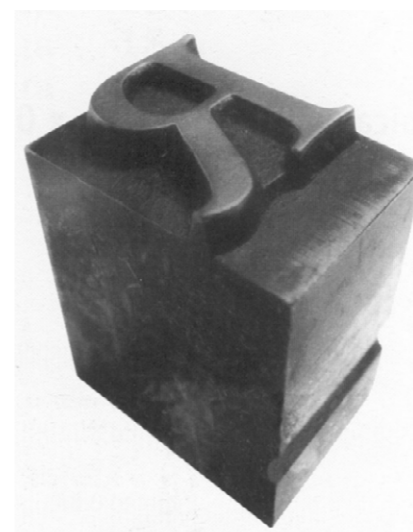
Základní varianty řezů lze různým způsobem kombinovat, takže může existovat např. polotučná kurzíva kondenzovaného písma.

Two	Az
Eight	Az
Hair	Az
Thin	Az
Ultra Light	Az
Extra Light	Az
Light	Az
Book	Az
Regular	Az
Medium	Az
Semibold	Az
Bold	Az
Extra Bold	Az
Heavy	Az

Obr. 9.20 – Různé varianty duktu.

Velikost písma

Důležitým parametrem písma při jeho použití je jeho rozměr (velikost). Tu můžeme udávat buď v jednotkách metrických (např. mm), v typografii je běžnější udávání velikosti v jednotkách typografických. Prvním takovým systémem byly tzv. Didotovy body z první poloviny 18. století, vycházející z pařížské stopy. Didotův bod je 0,3759 mm, 12 Didotových bodů dává jedno cicer. Podobným způsobem byly odvozeny body z anglické stopy; na jeden palec se vejde 72,27 bodů, jeden bod = 0,3528 mm. Jelikož 72,27 bodů na palec není zrovna praktická hodnota, byl tento klasický pica [pajka] systém upraven firmou Adobe tak, aby se do jednoho palce vešlo přesně 72 bodů – v současné době se jedná o nejpoužívanější systém, kterým se definuje velikost



Obr. 9.21 – Písmová kuželka.

[převzato z Kotula 2005]



Obr. 9.22 – Srovnání skutečné velikosti písmen u různých typů písma s nastavenou stejnou velikostí (55 b).

písma v textových editorech a dalších počítačových aplikacích.

Velikost písma (v typografii se používá pojem stupeň písma) však nelze nezměřit z konkrétního písmene či znaku – vychází totiž z tradiční sazby (kde si jednotlivá písmena můžeme představit jako „razítka“ a velikost v bodech označuje právě onu velikost „razítka“, ne samotného znaku) (obr. 9.21). Praktickým důsledkem (i v dnešní počítačové typografii) je to, že pokud vedle sebe dáme stejné znaky s nastavenou stejnou velikostí, jejich výšky se budou lišit (obr. 9.22).

Návaznost znaků

Jednotlivé znaky písma (glyfy) spolu ve slovech sousedí. Velikost mezery mezi jednotlivými znaky se označuje jako prostrkání (obr. 9.23), a může být normální (jak je definováno v daném fontu), stažené (mezery

Prostrkání stažené na -50 % je těžko čitelné.
Prostrkání zúžené o 25 % je běžně používané.
Normální prostrkání textu.
Prostrkání zvětšené o 50 % je zřetelné.
Prostrkání zvětšené o 100 %.

AbcdEF
AbcdEF
AbcdEF
AbcdEF
AbcdEF

Obr. 9.23 – Příklad textu s různým prostrkáním znaků.

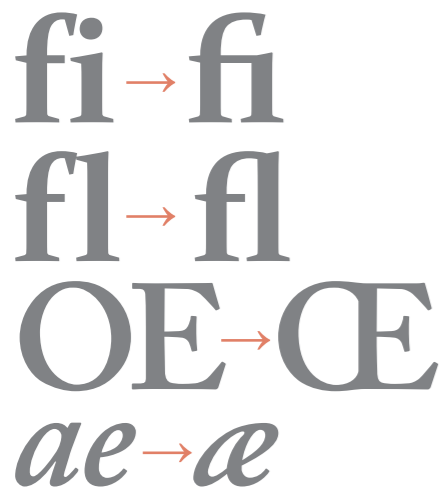
jsou menší) nebo volné (mezery jsou větší). Stažené prostrkání používáme tam, kde potřebujeme, aby text zabíral méně místa, volné se naopak používá k zvýraznění, případně roztažení textu (typicky pro popis velkého prvku v mapě). Příliš stažené prostrkání text znečitelňuje, běžně se nedoporučuje používat prostrkání zúžené o více než 25 %.



Obr. 9.24 – Příklad nastavení kerningu.

Vzájemnou polohu konkrétních dvojic znaků řeší tzv. kerning (obr. 9.24) – v některých případech může při standardní velikosti mezery mezi znaky docházet k optickému slévání znaků, nebo naopak (zejména u verzálek velké velikosti) mohou mezery působit příliš velké. Proto v písmu bývají definovány konkrétní kerningové páry s přesně (a individuálně) definovanou úpravou vzájemné vzdálenosti.

Pro některé dvojice znaků, u nichž při vzájemném sousedství



Obr. 9.25 – Příklady ligatur.

nejčastěji hrozí **nebezpečí optického slévání** (typicky kombinace písmene *f*), bývají vytvořeny **ligatury** (slitky) (obr. 9.25). Z některých často používaných ligatur se postupným vývojem (mnohdy ještě před vynálezem knihtisku) staly v podstatě samostatné znaky – např. **ampersand** (&) vznikl z latinského „et“ (a).

Další efekty

Podtržení (ať už jednoduchou, nebo dvojitou čarou) se v typografii nepoužívá, protože čára kříží znaky písma. (Namísto něj ke zvýraznění v textu používáme změnu duktu, kurzívu, kapitálky/verzálky, prostrkání apod.). Existují v zásadě dva případy vycházející z obecných zvyklostí, kdy lze podtržení tolerovat: označení **hypertextového odkazu v textu**, a **hlavního města na mapě**.

Vržený stín (obr. 9.26) by měl být tmavě šedý (může být i částec-

písmo s vrženým stínem ohraňované znaky písma

ohraňování textu s výplní

Obr. 9.26 – Příklady dalších efektů písma.

ně průhledný), dalšími parametry jsou **úhel**, **velikost** (tloušťka) a **vzdálenost** (ty by měly být zvoleny k písmu vhodně proporčně – tak, aby stín byl patrný a plnil účel, ale nebyl přespříliš výrazný).

Pozadí (orámování) textu může být buď ve formě geometrického orámování (celého slova či textu, jen rámem, nebo i pozadím), nebo orámování (ohraňování) jednotlivých písmen. V mapě jej používáme ze stejného důvodu jako stínování (zvýšení kontrastu mezi textem a pozadím a zlepšení jeho čitelnosti) a/nebo jako proměnnou.

Řádkový proklad

Proklad (někdy se používá pojem **řádkování**) určuje vzdálenost mezi účařmi dvou následujících řádků (obr. 9.27). Udává se buď ve stejných jednotkách jako velikost písma (buď jen velikost samotného prokladu /2 b./ nebo jako součet velikosti písma a prokladu /u písma velikosti 10 b. a prokladem 2 b. je celkově 12/), nebo v násobcích (respektive procentech) – výše uvedený příklad odpovídá 1,2 násobku, respektive řádkování 120 %.

Bez prokladu je text hůře čitelný a může dojít ke **slévání znaků**

Proklad 0 bodů mezi řádky je malý, řádky se mohou slévat.

Dvoubodový proklad mezi řádky je běžně užívaný.

Při příliš velkém prokladu nepůsobí text kompaktně.

Obr. 9.27 – Příklady textu s různým řádkovým prokladem.

(zvláště velkých písmen, přetahů, znamének). U základního textu (velikost okolo 10 b.) se doporučuje proklad 2 b., u menších i větších velikostí by měl být proklad o něco větší – konkrétní hodnota záleží na způsobu použití (odstavcový text nebo nadpis) i konkrétním písmu (správný proklad je takový, u něhož nedochází ke slévání znaků, zároveň však jednotlivé řádky nepůsobí příliš vzdáleně, nekompaktně).

9.1.3 Písmo v počítači

Písmo v počítači je soubor **vektorových (matematicky popsáných) kreslených znaků (glyfů)**, k nimž je přiřazena kódová hodnota (*Unicode*) informující o tom, jaký je význam daného znaku. Mezi v současné době nejpoužívanější formáty počítačových fontů patří formát **TrueType (*.ttf)** a novější **OpenType (*.otf)**, které se liší např. prací s ligaturami, obsahem řezů v jednotlivých souborech apod. Kromě samotných jednotlivých znaků v nejrůznějších řezech a jejich kombinacích (kurzí-

va, různé varianty duktu, verzálky, kapitálky, varianty s různou šířkou aj.) obsahují počítačové fonty také ligatury, kerningové páry apod. Jednotlivé fonty mohou, ale nemusí, obsahovat **specifické znaky jednotlivých jazyků** (např. česká písmena s háčky a čárkami), a mohou také obsahovat **více písem** (latinku, řecké písmo, azbuku). Počet znaků se může pohybovat od řádově stovek po tisíce, u nekvalitních fontů mohou chybět nejenom specifické (akcentové) znaky, ale i mnohá interpunkční znaménka a další symboly. V případě, že požadovaný znak není v použitém písmu k dispozici, je v sazbě nahrazen buď prázdným rámečkem, nebo jiným (výchozím) fontem; obojí je problematické (obr. 9.28).



Obr. 9.28 – Příklad fontů (ne)obsahujících akcentové znaky.

Při použití konkrétních fontů v dokumentu existují v zásadě tři možnosti, jak s fonty pracovat. V prvním případě je v sazbě pouze **odkazováno na konkrétní symboly**, umístěné v souboru konkrétního fontu (např. formáty Microsoft Office, dokument ArcMap a další) nainstalovaného v počítači. Pokud je daný dokument otevřen na jiném počítači, který nainstalované písmo neob-

sahuje, je obvykle nahrazen jiným (výchozím fontem). Některé formáty (např. PDF při správném nastavení) mohou **použité fonty obsáhnout**, což zaručí správné zobrazení prakticky na jakémkoliv počítači. Poslední možností je převod textu do **obrazové podoby** (ať už vektorové, nebo rasterizace v případě exportu do rastrového souboru), což je z **hlediska kompatibility** na jiném počítači nebo například při tisku nejspolehlivější varianta, ztratíme ale možnost s textem pracovat nadále jako s textem (mj. v dokumentu vyhledávat, editovat text či font apod.).

Specifickým případem počítačových fontů jsou **fonty piktografické (ikonové)**, které neobsahují standardní znaky písma, ale ikony. Do této kategorie patří velké množství fontů používaných v ArcGIS pro tvorbu mapových symbolů.

Na fonty se vztahují **autorská práva**. Některé fonty jsou dostupné zdarma pro jakékoliv použití, některé lze používat zdarma jen pro nekomerční účely, další je třeba zakoupit. Zvláště z klasických typů písem (jako je třeba *Garamond*, vytvořený francouzským typografem Claude Garamondem v 16. století) bylo vytvořeno velké množství počítačových fontů, lišících se jak (v detailu) kresbou jednotlivých glyfů, tak kvalitou a dostupností (z hlediska licence). Bývá spíše pravidlem, že volně dostupné varianty bývají méně kvalitní a obsahují menší počet znaků i řezů, existují ale propracované a komplexně zhotovené výjimky.

Kde vzít písma?

Rozsáhlou databází fontů zdarma i pro komerční použití obsahuje web **FontSquirrel**, výběr fontů obsahujících české znaky je na **CeskeFonty**. Kombinaci fontů s licenci zdarma i komerční nabízí **FontFoundry**, **MyFonts**, **WFonts** nebo (pro webové použití) **Google Fonts**.

Velmi rozsáhlou kolekci nejrůznějších symbolů (ikon) ve více variantách (inverzní, tenké apod.) obsahuje například volně dostupný **FontAwesome**. Vlastní písmo si lze vytvořit například pomocí OpenSource programu **FontForge** (viz dále).

9.1.4 Charakteristiky vybraných druhů písma

Níže uvedený přehled obsahuje **výběr fontů** ze standardně dodávaných s operačním systémem Windows, respektive sadou Office, některé fonty distribuované s produkty Adobe a fonty dostupné volně i pro komerční účely (zde jsme se zaměřili na fonty podporující češtinu a obsahující větší množství řezů, než bývá obvyklé) Uvedený počet variant duktu i šířky znaků se vztahuje ke standardní (proprietární) licenci, pod komerční licenci jich může být k dispozici více.

Georgia je typ písma optimalizovaný pro počítačové monitory a díky velké střední výšce je velmi dobře čitelný i v malých velikos-

* (zelený rámeček funguje jako hypertextový odkaz ke stažení).

tech. Jeho *bold* řez je velmi výrazný, odpovídající až *black* u jiných fontů, i tloušťka tahů normálního písma je větší než je obvyklé, což přispívá k čitelnosti a výraznosti. Základní varianta je součástí MS Windows, vylepšená varianta *Pro* (obsahující mj. několik dalších řezů nebo právě kapitálky) pod komerční licenci.

Cambria byla navržena pro zobrazení na monitorech, působí robustním dojmem a je dobře čitelná v malých velikostech (naopak se příliš nehodí pro použití ve velkých velikostech). Vyznačuje se spíše statickým přístupem a malými, nevýraznými serify.

Calibri je moderní bezserifové písmo s (podle tvůrců) „vážně-přátelským“ vzhledem. V roce 2007 nahradilo Times New Roman jako výchozí písmo v sadě Microsoft Office, čímž se stalo mimořádně užívaným. Experimentální měření ale ukázala na špatnou čitelnost tohoto písma (Viliš 2015).

Bookman je díky velké střední výšce a silnějšímu duktu dobře čitelný při menších velikostech, ale hodí se i pro nadpisy. Působí autoritativně a spíše konzervativně – byl velmi populární v šedesátých až sedmdesátých letech 20. století. Existuje několik počítačových variant (fontů) tohoto typu písma, *Bookman Old Style* je součástí Windows.

Garamond existuje jako poměrně hodně fontů (jGaramond, Adobe Garamond, Garamond Premier Pro, volně dostupný **EB Garamond**) odvozených od klasického Garamon-



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %
DD 2 WW 1



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %
DD 2 WW 1



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghi jklmnopqr stuvwxyz
12345 **67890** %
DD 3 WW 1



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %
DD 2 WW 1



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %
DD 2 WW 1

du, písma navrženého v 16. století Claudem Garamondem. Jde o jedno z nejpůvodnějších, velmi často používaných a nejoceňovanějších písem. Působí důstojným, důležitým, spíše konzervativním dojmem.

Minion byl navržen v roce 1990, do určité míry navazuje na Garamond, ale modernizuje jej (méně detailů, vyšší střední výška). Jde o velmi nenápadný font (nepřítahující pozornost k typografii) s výbornou čitelností, vhodný pro dlouhé texty nebo autoritativně působící nadpisy. Font obsahuje větší množství řezů.

Arial je asi nejpoužívanějším bezserifovým písmem v neprofesionální sféře, vychází z velmi populárního písma *Helvetica* (bezpatkový standard profesionální grafiky). Je to dobře čitelné, relativně velké písmo, součástí fontu obsaženého ve Windows je i zúžený (*Narrow*) řez.

Fira Sans je moderně působící volně dostupný font, který obsahuje obrovské množství variant řezů (celkem 16 variant duktu, všechny i pro kurzívu, ve třech šířkových variantách – dohromady tedy 96 řezů), což jej předurčuje k použití v kartografii. Jde o kvalitně zhotovený font, obsahující mj. právě kapitálky, množství akcentových znaků, řecké písmo i cyrilici.

Constantia částečně vychází z písma *Perpetua*, návrh byl optimalizován jak pro zobrazení na monitorech, tak v tisku – z toho důvodu je výhodné právě pro použití na mapách, u nichž se dá předpokládat obojí použití. Jde o dobře čitelné



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefg hijklmn opqrstu vwxyz
12345 **67890** % **Bold Cond**
DD 4 WW 2



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** % **Narrow**
DD 2 WW 2



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Ab cd ef gh ij kl mn op qr st uv wx yz
12345 **67890** % **Compressed Condensed**
FREE DD 16 WW 3



Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %
DD 2 WW 1

univerzální písmo kombinující tradiční vzhled s moderním.

Times New Roman byl vytvořen v roce 1932 pro londýnské noviny The Times. I díky nastavení jako výchozího typu písma u sady *Microsoft Office* před rokem 2007 jde o jed-

no z nejčastěji používaných písem, přestože některé detaily (relativně výrazné stínování, tenké serify) jej činí méně čitelným než některé podobné fonty. Česká varianta fontu trpí nepovedenými akcenty nekorespondujícími s charakterem

písma (malý nesymetrický háček, nevýrazná ostrá čárka).

Myriad částečně vychází z klasického písma *Frutiger*, působí čistě, moderně, ale přístupněji (mj. díky kulatým – ne hranatým – tečkám). Jde o dobře čitelné písmo.

Verdana je dalším případem moderního písma, designovaného pro elektronické použití na monitorech – v tisku nebo ve velkých velikostech nepůsobí dobře, zato malé velikosti jsou velmi dobře čitelné. Zajímavostí (a charakteristickým znakem) jsou serify u *i, j a j*.

Gill Sans je často používané písmo (zejména pro nadpisy), působí harmonicky, umělecky. Vyznačuje se velkou šířkovou proměnlivostí verzálek. Z typografického hlediska je ale poněkud zvláštní kombinací dynamického a geometrického přístupu. U tohoto písma jsou znaky pro *1, l a l* totožné.

Palatino je ozdobně, kaligraficky působící konzervativní písmo s velmi dobrou čitelností. Bylo navrženo tak, aby bylo čitelné i vytisknuté na špatném papíru, v malé velikosti nebo čtené z vyšší vzdálenosti, což z něj činí vhodné písmo pro použití pro mapové popisky nad komplexním pozadím. Existuje několik variant fontů včetně *Palatino Linotype* dodávané s Windows.

Candara je neformálně působící písmo, charakteristické pro něj je výrazně proměnlivá šířka tahů, zejména dířků. Podoba některých tahů (zejména u kurzívy) jasně odkazuje na historická, kaligrafická písma.



Times New Roman

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %

DD 2 WW 1



Myriad Pro

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghi jklmnopqr stuvwxyz
12345 **67890** % Condensed

DD 3 WW 2



Verdana

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %

DD 2 WW 1



Gill Sans MT

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %

DD 2 WW 1



Palatino Linotype

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %

DD 2 WW 1

Bodoni je písmo s výrazným stínováním, serify a malou střední výškou – z těchto důvodů není vhodné pro použití v běžném textu a malých velikostech (kdy je poměrně špatně čitelné), naopak jeho elegantní tahy vyniknou ve velkých velikostech, například jako součást titulků. Existuje více variant počítačových fontů včetně **volně dostupné varianty**.

Alegreya Sans je moderně, neformálně působící bezpatkové písmo s poměrně výrazně dynamickými tvary, zhotovené ve velkém množství řezů – sedm variant ductu včetně kurzívové (s charakteristickým tvarem pro *k a g*) a kapitálkové varianty.

Cormorant je rozsáhlá volně dostupná rodina písma s velkým množstvím řezů – pět variant ductu v kombinaci se sedmi variantami stylů řezů. Vychází z *Garamond*, vyznačuje se ostrými serify, okázalými vysokými akcenty, oblými křivkami a malými oky. Působí tradičním až historickým dojmem, ale byl navržen pro použití na moderních obrazovkách s vysokým rozlišením či v tisku.

Josefin Sans je volně dostupné bezpatkové písmo s pěti variantami ductu, inspirované klasickými geometrickými písmi, jako je *Futura*. Působí elegantně, čistě, evokuje období začátku 20. století. Pro malou střední výšku je vhodné spíše pro nadpisy či použití při velkých velikostech. Existuje i stylově velmi podobná patková varianta **Josefin Slab**.



Candara

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %

DD 2 WW 1



Libre Bodoni

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
12345 **67890** %

FREE DD 2 WW 1



Alegreya Sans

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcd efgh ijkl mnopqrst uvw xyz
12345 **67890** %

FREE DD 7 WW 1



Cormorant

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdef ghijk lmnop qrstu vwxyz
12345 67890 % Infant UNICase Upright

FREE DD 5 WW 1



Josefin Sans

Aá Bb Cč Dď Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdef ghijk lmnop qrstu vwxyz
12345 **67890** %

FREE DD 5 WW 1

Merriweather je komplexní typ písma, vytvářený speciálně pro elektronické použití, ale vycházející z tradičních renesančních písem. Vyznačuje se velmi vysokou střední výškou (tím pádem i čitelností v malých velikostech), malou variabilitou šířky písmen, a pro lepší vykreslování a tím pádem i čitelnost na zařízeních s menším rozlišením obsahuje lineární (nezaoblené) dřívky, výrazné serify a nekонтрастní stínování. Existuje i bezserifová varianta **Merriweather Sans**. (Těmito fonty je vysázená tato kniha.)



Aá Bb Cč Dd' Ee Ff Gg Hh Ii Jj
Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr Ss
Tt Uů Vv Ww Xx Yy Zz ?! & @
Abcdef ghijklm nopqrst uvwxyz
12345 67890 %
FREE DD 4 WW 1

9.2 Popis mapy

9.2.1 Psaní geografických názvů

Na mapách zobrazujeme geografické objekty, které mají svá pojmenování, svá jména. Jména zeměpisných objektů se označují jako **toponyma** a zabývá se jimi část jazykovědy označovaná jako **toponomastika**. Vzhledem k celosvětově velkému počtu jazyků a písem je psaní geografických názvů na mapách složitá věc, se kterou se tvůrci vypořádávají různými způsoby. Dále budou uvedeny postupy, které jsou založeny na principech doporučených UNGEGN (Skupina expertů OSN pro geografická jména), které přebírá při standardizaci geografických názvů Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK).

Podle původu rozlišujeme dvě základní kategorie toponym:

- **endonyma** – oficiální názvy geo-

grafických objektů užívané na území, kde se daný objekt nachází. Česká jména v Česku (*Praha, Malše, Lysá hora...*), německá v Německu (*Dresden, Mainz, Rügen...*), francouzská ve Francii atd.;

- **exonyma** – (vžitá jména) vznikají v jazyku země, popřípadě oblasti, ve které se pojmenovávaný objekt nenachází, např. česká pojmenování pro objekty mimo území Česka (*Drážďany, Mohuč, Rujána, Paříž, Ráb* atd.), nebo cizí pojmenování českých objektů (*Praga, Prague, Prag...*, *Opawa, Troppau*) a podobně. Existují **exonyma národní**, používaná pouze v jednom jazykovém prostředí (např. ryze český Řím) a **mezinárodní**, používaná více jazyky. Mezinárodní exonyma vznikla převzetím exonyma ze zprostředkujícího jazyka, jako příklad mezinárodně užívaných exonym je možné uvést *Peking* a *Mount Everest*.

Exonyma mohou vznikat různými způsoby, od překladu, přes úpravu pravopisu až k vytvoření zcela nového pojmenování. Problematika exonym je zajímavá, ale značně obsáhlá a spadá zejména do oblasti jazykovědy. O exonyme pojedná-

vá rozsáhlá odborná literatura, jako výchozí text pro zájemce je možné doporučit HARVALÍKA (1998).

Exonyma užíváme v běžném životě, když mluvíme o zahraničních objektech, např. na dovolenou pojedeme do *Benátek* a do *Říma*, k večeri si dáme *pekingskou* kachnu apod. Použijeme-li exonyma na mapě, bude tato mapa srozumitelná pro českého uživatele, ale stává se nesrozumitelnou pro kohokoli jiného. Navíc je exonymum **neoficiálním označením**, a pro jména (i geografická) je zcela jistě vhodné používat jejich oficiální podobu. Záleží však na účelu mapy, u map pro dětské uživatele či žáky je uvádění exonym (nebo **dublet**) vhodné. Podrobný popis používání exonym, vč. jejich skloňování, psaní velkých písmen a využití v kartografii obsahují *Jazyková pravidla* vydaná ČÚZK (NK ČÚZK, 2016). Mimo zvláštního případu kartografického díla určeného pro nejmenší čtenáře, kdy je běžné použít např. pro evropská města exonyma, se na mapách používají česká exonyma:

1. pro územní celky, které **nespadají do svrchovanosti žádného státu**, např. moře, oceány, útvary

mořského dna, objekty v Antarktidě, kontinenty;

2. pro objekty na území jednotlivých států, které jsou popsány endonymy, se exonyma používají jako tzv. **dublety** – exonymum se tedy napíše jako druhý název menším písmem, v závorce apod.

Pro objekty na území jednotlivých států (sídlá, vodní toky apod.) by se měla používat **endonyma**. V případě, že objekt, např. vodní tok, zasahuje do více států, popisuje se v každém státě příslušným jménem. **Oficiální podobu** endonyma určuje stát, na jehož území se objekt nachází. V Česku se standardizací nesídelních geografických názvů zabývá **Názvoslovná komise ČÚZK**, která také vydává **seznamy standardizovaných názvů – toponym – na území ČR**. Podobné seznamy vydávají instituce jednotlivých zemí.

Oficiální podoba toponyma je tedy jasně dána, ale jméno je v písmu, které se v daném státě používá. Vytvořit mapu (např. mapu světa), na které budou použita příslušná místní písma je sice teoreticky možné (snahu o popis místními písmy je vidět např. na *Google maps*), ale jde o věc velmi technicky náročnou a pro uživatele obtížně srozumitelnou. OSN se proto prostřednictvím UNGEGN snaží na celosvětové úrovni o to, aby každý geografický objekt měl **jednu podobu svého jména v latině**. Pro převod do latinky se vedle pojmu **latinizace** užívá i pojem **romanizace**, anglicky výhradně **romanization**. Tato snaha

se netýká jen kartografie, jedná se o usnadnění, zjednodušení a přehlednění všech mezinárodních styků (pošta, cestovní ruch, obchod, humanitární pomoc apod.).

Pro získání jména v latině se používají tři principy:

- **Transpozice** – použije se v případě, že se jedná o **písmo s latinovou abecedou**. V podstatě se nejedná o převod, protože latinka je již používána, ale platí důležitá zásada: **jména se píšou v původní podobě**. Nelze tedy vynechat žádnou část (např. člen) a píše se včetně „zvláštních znaků“ a diakritických znamének, např. *København, Malmö, Rhône, A Coruña, Reykjanesbær, Łódź, Kirikkale, Târgu Mureș...* Jako základ pro transpozici slouží 53 znaků, jedná se o 26 velkých a 26 malých písmen latinské (anglické) abecedy + apostrof. Všechny ostatní znaky a va-

rianty znaků s diakritikou jsou pro jednotlivé jazyky evidovány v seznámech. Celkem pro užívané latinkové abecedy UNGEGN eviduje 469 „zvláštních znaků“. Například v indoněštině to jsou dva znaky (É, é), v němčině sedm, v češtině 30, ve slovenštině 34, ve vietnamštině 134 (UNGEKN, 2007).

- **Transliterace** – používá se pro hlásková (nebo slabiková) písma neužívající latinku. Dané písmo má svou abecedu (tedy množinu písmen či slabik), která je **odlišná od latinky**, např. azbuka, alfabet, písmo arabské, hebrejské a řada dalších. Princip spočívá ve vytvoření **převodní tabulky (obr. 9.29)**, která písmenu původního písma přiřadí jeden nebo více znaků latinky. Převodní tabulky vytvářejí jednotlivé státy za koordinace UNGEGN a snahou je, aby byl možný jednoznačný převod oběma

ཨ	dâ	ཨ	tâ	ཨ	xa	ཨ	la
ཨ	thâ	ཨ	thâ	ཨ	sa	ཨ	xa
ཨ	dô	ཨ	tô	ཨ	a	ཨ	sa
ཨ	thô	ཨ	thô	ཨ	ya	ཨ	ha
ཨ	ra	ཨ	a	ཨ	ra	ཨ	a
ཨ	nâ	ཨ	nô	ཨ		ཨ	

Obr. 9.29 – Příklad převodních tabulek pro transliteraci khmérštiny a tibetštiny.

směry. V současné době jsou OSN publikovány převody pro 29 jazyků a na dalších patnácti se pracuje.

- **Transkripce** – obecným principem transkripce je **přepis podle výslovnosti**. Přepis cizích jmen podle výslovnosti – tedy „napiš, jak slyšíš“ – je velmi jednoduchý princip, který se automaticky při zpracování cizích písem nabízí a má nespornou výhodu v tom, že vyslovení nové podoby jména je stejné (nebo podobné) jako vyslovení originálu. Zásadním nedostatkem ovšem je, že systém zcela závisí na cílovém jazyce. Stejně jméno proto jinak přepíše Čech, jinak Němec a jinak Francouz (i když je všichni vysloví stejně). Ve výsledku je tedy tolik způsobů přepisu, kolik je různých jazyků (tab. 9.1).

jazyk	transliterace
česky	Šeremet'jevo
anglicky	Sheremetyevo
německy	Scheremetjewo
francouzsky	Cheremetievo
španělsky	Sheremétievo
maďarsky	Seremetyjevói

Tab. 9.1 – Příklad přepisu názvu moskevského letiště Шереметьево do několika jazyků.

Je jasné, že přepisem podle výslovnosti **nelze dosáhnout jednotné podoby přepisovaného jména**, proto se tento postup v kartografii již **neužívá**. Jedná se však o metodu, která se používala před mezinárodní koordinací, a proto je možné se s ní setkat na starších mapách (tab. 9.2). V kar-

tografii byla transkripce z hláskových písem opuštěna, ale je možné se s ní setkat v jiných oblastech, kde usnadňuje komunikaci mluveným slovem. Proto je možné se setkat s různými podobami např. jmen ruských měst, podle toho, zda vznikly transkripcí nebo transliterací.

V současnosti je možné do kategorie transkripce zařadit **způsob přepisu čínského písma do latinky**. Jedná se ovšem o specifický případ. Čínské písmo není hláskové ani slabikové (viz kap. 9.1) a není tedy možné použít transliteraci. Pro převod do latinky se používá **systém pinyin**. Samotný přepis pojmenování tohoto systému je zajímavý a ukazuje na složitou problematiku převodu čínského písma do latinky, podle tradiční české transkripce se přepisuje jako *pchin-jin*, angličtina, němčina a řada dalších jazyků ho přepisuje jako *pinyin* a sám systém převádí svůj název do podoby *pinyin*. Dále bude užívána mezinárodní podoba *pinyin*.

Pinyin je koncept **čínské národní hláskové abecedy založené na latince**, který byl v Číně přijat v r. 1958. Užívá se pro zápis čínštiny tam, kde nelze užít čínských znaků nebo by užití čínských znaků bylo složité a také slouží k **zachycení výslovnosti čínských znaků**, a proto se používá při výuce čínského písma ve školách. Jedná se tedy o přepis pomocí výslovnosti, ovšem výslovnosti čínské, takže je zaručena jedna výsledná podoba jména v latince. Nevýhodou je, že pro laika

je výslovnost neznámá a v podstatě není možné přepsaná jména přečíst. Příkladem může být jméno hlavního města Číny, které se píše **Beijing** (úplně přesně *běijīng* – háček a vodorovná čárka mají význam tónu a nikoli hlásky, proto se vynechávají). Pokud neumíme **výslovnost**, na které je pinyin založen (b = p, j = t, n = n, g = k), potom nevíme jak jméno vyslovit – přibližně [peitink], což je shodné s původním fonetickým přepisem do češtiny **Pej-ťing**. Systém **není založen na anglické výslovnosti**, takže [bejdžing] není na místě, i když se s touto výslovností můžeme běžně setkat. V tab. 9.2 jsou pro vybrané geografické objekty v Číně uvedena **exonyma, přepis podle výslovnosti** (používaný dříve na českých mapách) a **mezinárodní přepis podle pinyin**, používaný celosvětově v současnosti.

exonymum	transkripce	
	dříve	nyň (pinyin)
Peking	Pej-ťing	Beijing
Žlutá řeka	Chuang-che	Huang he
Kanton	Kuang-čou	Guangzhou
Nanking	Nan-ťing	Nanjing
Urumči	Wu-lu-mu-čchi	Ürümqi

Tab. 9.2 – Příklady převodu vybraných čínských jmen do latinky.

Zcela opačným problémem může být **psaní českých toponym v cizojazyčných verzích** kartografických děl. Obecně platí, že **názvy sídel se píší v originále**, tedy česky – nepřekládají se. V případě nesídelních víceslovných názvů, které obsahují

druhově označení (např. *Kněhyňská jeskyně, Jizerské hory*), je třeba původní sousloví **ponechat v originále** a případně doplnit **přeloženým druhovým popisem** (*Kněhyňská jeskyně cave, Jizerské hory mountains*), nikoliv druhové označení přímo překládat (*Kněhyňská-cave, Jizerské mountains*). To sice může (při znalosti obou jazyků) působit zvláště, stačí si ale uvést **příklad z jiného jazyka** – např. názvy horských sedel v tibetské oblasti (*Ganda la* či *Kongmaru la*, kde *la* znamená *sedlo*) nebo jezer tamtéž (*Pangong Tso, Tso Moriri* – *Tso* znamená *jezero*).

9.2.2 Standardizace geografických jmen na území Česka

Jak již bylo uvedeno výše, oficiální (standardizovanou) podobu toponym určují státy, na jejichž území se objekty nacházejí. V Česku existují dva způsoby, jak vznikají **standardizovaná jména**. První způsob se týká **jmen místních**, také označovaných jako **sídelní** nebo **sídlištní**. Jedná se o **názvy osídlených míst**, tedy zejména **obcí a jejich částí**. Názvy obcí a částí obcí jsou určovány legislativně v souladu se zákonem o obcích, názvy ulic a ostatních veřejných prostranství (náměstí, nábřeží, mostů a sadů) jsou určovány dle vyhlášky příslušné obce (města, městysu). Oficiální název tedy vznikne schválením příslušného orgánu. Tyto názvy jsou uvedeny ve *Statistickém lexikonu obcí ČR* a v *Registru územní identifikace, adres a nemovitostí* (RÚIAN).

Druhý způsob se týká jmen **po-místních** nebo také **nesídelních**. K nesídelním jménům patří například jména vodních toků a vodních ploch (*hydronyma*), jména pohoří, kopců, údolí, sedel, nížin atd. (*oronyma*), pozemková jména – jména polí, luk a lesů. Standardizací těchto jmen se zabývá **Názvoslovná komise ČÚZK**. Standardizace je řešena jednak z hlediska **jazykového** (výběr správné podoby jména, případně jeho úprava), jednak z hlediska **technického** (shromažďování a publikování jmen).

Postup a způsob standardizace nesídelních jmen je dán dokumenty, které vydává ČÚZK (NK ČÚZK, 2015). Pro přiblížení postupu standardizace je možné uvést **několik příkladů** z uvedené publikace:

- pomístní jména jsou **vázána na místní nářečí**, ale stávají se součástí celonárodního jazyka (spisovné češtiny), což znamená, že musí být uváděna pokud možno ve spisovné podobě. Většinu pomístních jmen je třeba **do spisovné formy teprve převádět**, např. *Békuvňa* → *Býkovna*, *Kopajna* → *Kopanina*. Vždy však jsou ve spisovné nebo úřední podobě uváděna vlastní jména osobní i místní, např. *K Budějovicům*, *K Budějovicím* namísto *K Budějcům* nebo *K Budějicům*;
- **nepřípustné** jsou takové úpravy jména, které by ho úplně **odváděly od podoby** místním obyvatelstvem skutečně užívané,
- jména **odvozená od jmen žijících osob** se v zásadě nestandardizují,
- upravují se nebo odstraňují po-

místní jména **hanlivá a vulgární**, např. *U Židovského hřbitova* místo *U Židáku*, *Žáblův zadek* místo *Žáblůva prdel*;

- sjednocení nebo změna **jména vodního toku** by měla proběhnout na základě **dohody obcí** na celém úseku pojmenovávaného toku;
- pokud se vyskytne **více jmen pro tentýž geografický objekt**, stanoví se jedno z těchto jmen za hlavní a směrodatné;
- **stejná pomístní jména** téhož typu objektu opakující se v jednom katastrálním území **nelze ponechat pro možnost záměny**; je nutno je **odstranit nebo odlišit** novým pojmenováním nebo přidáním přídomku;
- na standardizaci pomístních jmen se **vztahuje výjimka** v *Pravidlech českého pravopisu* pro texty úzce odborné;
- pomístní jména již zjištěná a schválená (standardizovaná) lze měnit pouze na základě doloženého odůvodnění.

Standardizace pomístních jmen probíhá na **úrovni map měřítka 1 : 10 000** a v Česku je cca **125 000 pomístních jmen**. Standardizovaná jména jsou publikována na *Geoportálu ČÚZK* a mohou být dále šířena. Vybrané soubory standardizovaných geografických jmen ČÚZK zveřejňuje v neperiodických publikacích v ediční řadě *Geografické názvoslovné seznamy OSN – ČR*.

Databáze geografických jmen GeoNames je volně dostupná databáze geografických jmen z celého

světa, která obsahuje přes jedenáct milionů názvů, roztríděných do tematických kategorií. Každý záznam je lokalizován na mapě a obsahuje informace o názvu v dalších jazycích. Pro Česko obsahuje databáze více než 25 000 jmen a pro USA více než dva miliony. Pro jednotlivé státy je možné se proklikat k národním poskytovatelům dat (pro ČR ČÚZK, pro Británii Ordnance Survey atd.). Data lze, kromě prohlížení přes webové rozhraní, také stáhnout či použít na webu skrze API. Po registraci je možné jména opravovat a přidávat.

9.3 Výběr písma

Pro odlišení jednotlivých kategorií popisu používáme **proměnné (parametry) písma** – základní je **druh písma (font)**, dalšími jsou jednotlivé **kresebné varianty** (řezy – kurzíva, duktus aj.), **velikost písma, barva písma, prostrkání**. Volba vhodných parametrů písma pro odlišení různých proměnných v kategoriích popisu je **důležitá pro správnou interpretaci mapy** a napomáhá **utvořit vizuální hierarchii**. U všech voleb parametrů písma platí, že jednotlivé kategorie od sebe musí být **navzájem bezproblémově odlišitelné** (a to samozřejmě nejen v legendě vedle sebe, ale i na mapě).

Základní **rozdělení typů písma** je na skupiny **písem serifových (patkových), bezserifových (bezpatkových), lineární antikvu** (přechod mezi patkovými a bezpatkovými písmi) a **písma ozdobná (kaligrafická)**.

Serifová písma jsou obecně doporučována k sazbě **delších textů v bloku**, protože serify pomáhají držet oko v řádku. Vzhledem k obecně složitějším tvarům jsou ale patková písma **hůře čitelná** na nekvalitních displejích (zejména klasické varianty, které pro elektronické zobrazování nejsou optimalizovány) a na složitém, komplexním pozadí (což může být případ některých zaplněných map).

Naopak **písma bezserifová** se používají spíše k sazbě **kratších textů či nadpisů**, obecně jsou **lépe čitelná** (to však neplatí vždy a u všech typů – VILÍŠ 2015).

Písma ozdobná (kam patří i bohužel relativně často užívaný *Comics Sans*) používáme na mapě jen **velmi zřídka**, například pro nadpis nebo u map, která mají evokovat určité historické období.

Vzhledem k tomu, že vizuální rozdíly mezi těmito základními skupinami písem jsou nejsilnější, používáme je k **rozdělení základních skupin kategorií** – například fyzicko- a socio-geografických prvků (serifová písma se obvykle používají pro fyzickogeografické jevy), nebo prvky obecného topografického podkladu a tematického obsahu.

Typ písma (font) je základní kvalitativní kategorií, proto je vhodné různé fonty volit pro odlišení **základních kvalitativních kategorií** (např. města, administrativní celky, kontinenty; vodopis, horopis, ochrana přírody). Pro popis by nemělo být použi-

to **příliš velké množství fontů** (dle složitosti a komplexnosti obsahu lze doporučit zhruba 2–4 fonty), podobně pro ostatní údaje (název, tiráž, popisky legendy či zeměpisné sítě aj.) lze doporučit kombinaci dvou fontů (mohou být totožné s těmi, které jsou použity pro popis). Pokud je font použit jako **proměnná pro odlišení různých kategorií**, je bezpodmínečně nutné, aby fonty byly od sebe **dobře rozlišitelné**. Není tedy možné k odlišení kategorií volit fonty podobné (např. kombinace *Helvetica* a *Arial*) a/nebo vycházející ze stejného základu (*Adobe Garamond Pro* a *Minion*) (obr. 9.30). Zároveň by ale fonty měly **působit**

Helvetica

Arial

Adobe Garamond Pro

Minion Pro

Obr. 9.30 – Příklad podobných, od sebe těžko odlišitelných fontů.

sladěně (obvykle nepůsobí dobře například kombinace tradičních, konzervativních typů s moderními). Při volbě konkrétních fontů je vhodné zvažovat jejich vlastnosti (viz **charakteristiky vybraných druhů písma**) vzhledem ke konkrétnímu užití na mapě, mimo jiné třeba:

- **tištěné, elektronické nebo kombinované užití mapy**: zatímco některé fonty byly optimalizovány pro zobrazení na displeji,

jiné jsou vhodné pro použití obojí a některé jen pro tisk, na monitorech jsou špatně čitelné;

- **používaná velikost**: některá písma jsou dobře čitelná i v malých velikostech (a často nepůsobí dobře velká, třeba v názvu mapy), jiné naopak; obecně lépe čitelná jsou písma s nepříliš kontrastním stínováním a velkou střední výškou;
- **variace šířky písmen**: výrazně dynamický princip (velké rozdíly v šířkách znaků) působí atraktivně v nadpisech, ale delší bloky textu vysázeného takovým písmem se čtou hůře;
- **poměr šířky a výšky**: některá písma (případně jejich zúžené řezy, pokud existují) mají spíše užší znaky a hodí se proto pro popis kategorií, kde předpokládáme nedostatek místa a velkou zahuštěnost popisu, jiná mají písma široká a využijeme je dobře pro popis rozsáhlejších plošných prvků;
- **střední výška**: střední výška (poměr velikosti minusek k verzálkám) je důležitá obecně pro čitelnost písma v malé velikosti, fonty s velkou střední výškou jsou vhodnější pro popis liniových prvků;
- **tloušťka tahu**: písma s malou tloušťkou tahu (případně jejich varianty se sníženým duktem) jsou hůře čitelné na nekонтрастním, případně složitém pozadí (což platí i pro písma s výrazným stínováním – velkými rozdíly v šířce jednotlivých tahu);
- **variabilita dostupných řezů**: lepší možnosti práce s písmem a hi-

erarchií popisků nabízejí fonty obsahující větší množství řezů, tj. různé varianty duktu (*Light*, *Semi-bold*, *Bold*, *Black*) nebo šířky (*Condensed*, *Compressed*);

- **typografická kvalita**: nekvalitní fonty nemusí obsahovat ani všechny základní řezy; relativně často chybí pravá kurzíva, ještě častější jsou chybějící kapitálky, ligatury, případně specifické znaky pro jednotlivé jazyky.

Sklon písma (stožaté, kurzíva) používáme k rozlišení **kvalitativních kategorií subkategorií** (například stožaté a tekoucí vodní útvarů). Obecně je kurzíva chápána jako doplňkový, vysvětlující řez, proto se často používá mj. pro popis obrázků, poznámky pod čarou apod.

Typ (relativní velikost) písmen (minuskule, **KAPITÁLKY**, **VERZÁLKY**) a **duktus** (lehké – normální – **polotučné – tučné**) jsou vhodnými proměnnými pro odlišení **ordinálních kvalitativních proměnných** (např. obce – okresní města – krajská města; geomorfologické oblasti – subprovincie – provincie).

Prostrkání znaků lze využít buď jako proměnnou pro odlišení **ordinálních kvalitativních kategorií** (v takovém případě volíme zvýšené prostrkání – alespoň o 75 % – pro nadřazené kategorie, např. odlišení geomorfologických subprovincií a provincií), nebo pomocí změny prostrkání **snížovat nebo zvyšovat délku popisku** tak, aby zabíral méně místa (velká zahuštěnost mapy) nebo více místa (nutnost popisek roztáhnout přes plošně rozsáhlý prvek).

Barva písma je další výraznou proměnnou. Můžeme pracovat jak s **barevným tónem** (pro odlišení základních **kvalitativních kategorií**; např. **vodopis – horopis – administrativní členění**), tak **sytností a světlostí** pro odlišení **ordinálních kvalitativních proměnných** (**okres – kraj – stát**) nebo **subkategorií** (**rybník – jezero – přehradní nádrž**).

Šířku znaků (komprimované, kondenzované, normální) můžeme využít k odlišení **subkategorií nebo ordinálních proměnných**, a/nebo zúžené varianty volit pro zmenšení záboru místa popisky.

Velikost (stupeň) písma je vhodnou proměnnou pro odlišení **kvantitativních proměnných** (počet obyvatel města), zároveň ji volíme podle předpokládané velikosti popisovaných prvků a zaplněnosti mapy. **Minimální velikost** záleží na předpokládané obvyklé pozorovací vzdálenosti mapy, můžeme použít vzoreček $v_{\min} = (d + 250)/k$, kde d = pozorovací vzdálenost [mm], k = koeficient (370 pro stožaté písmo, 310 pro kurzívu). Minimální velikost pak vychází na zhruba 1,5–1,8 mm u stolní mapy, 6–7 mm u nástěnné mapy. Ve skutečnosti vždy ale záleží na **konkrétním použitém fontu, barvě, řezu, barevném kontrastu mezi popiskem a pozadím**. U stolní mapy se dá vycházet z velikosti **okolo 6 b. jako minimum**. Rozdíl mezi velikostí (jako proměnnou odlišující kategorie) by měl být 2 b., u větších

písmen vyšší (zhruba 1,2–1,4 násobek předchozí velikosti) (obr. 9.31).

- a) písmo velikosti 9
písmo velikosti 10
písmo velikosti 11
- b) písmo velikosti 8
písmo velikosti 10
písmo velikosti 12

Obr. 9.31 – Nedostatečná (a) a vhodná (b) hierarchie velikosti písma.

Vržený stín používáme jednak k vytvoření 3D efektu (text vrhající stín opticky vystupuje z pozadí), v mapě jej lze využít také ke zjednodušení pozadí popisku (například několik hypsometrických barev a mapová kresba bude zakryta stínem, čímž se pozadí stane jednolitější a popisek lépe čitelným). Z důvodu zlepšení čitelnosti lze použít i **orámování** či **ohraničení písmen** (textu), nebo ohraničení použít jako proměnnou pro odlišení **ordinálních kvalitativních kategorií** (proměnnou je barva ohraničení).

Orámování celého popisku geometrickým tvarem s barevnou výplní je v mapě nevhodné, protože příliš zakrývá kresbu mapy. **Stejnobarevné ohraničení jednotlivých písmen** v popisku („halo“) je často používané (jednoduchý způsob, jak zlepšit čitelnost popisků na různobarevném pozadí a/nebo při konfliktu s mapovou kresbou), použití jedné výrazné barvy však popiskům přidává příliš na vizuální důležitosti. Vhodnější než použití jedné barvy je proto **ohraničení maskují-**

cí mapovou kresbu (liniové a bodové znaky), ale **nechávací původní pozadí** (barevnou hypsometrii nebo barevnou výplň plošných znaků).

9.4 Umístování popisu

Ať už popisujeme jakýkoliv typ prvku, popisek musí být **jednoznačně přiřaditelný** k danému prvku, **rozlišitelný vůči jiným popiskům** a **čitelný** (vůči pozadí, konfliktům s mapovými prvky apod.). **Dostatečný počet tříd popisu** napomáhá popisky přiřadit k odpovídajícím prvkům rychleji a jednoznačněji. **Čitelnosti** pak pomáhá správná **volba písma** (font, velikost, barva, zvýraznění atd.) a **umístění**. Popis by měl být čitelný z jižní strany, v případě severo–jižní orientace potom ze strany východní (obecně zdola nebo zprava).

9.4.1 Popis figurálních objektů

Popisek by měl být od figurální značky (resp. okraje symbolu) umístěn v **optimální vzdálenosti** – tedy tak, aby byl s popisovaným prvkem jednoznačně **opticky propojen**, ale značky se **nedotýkal** nebo ji **nepřekrýval** (obr. 9.32).

Na **pozici popisku** vůči bodové značce existují mezi kartografy různé názory (obr. 9.33), obecně je za nejvhodnější pozici považováno umístění **vpravo nahoře**, nejméně vhodně vlevo dole. Existují ale i **výjimky** – například výškové body se běžně popisují uprostřed nahoře (název) a dole (kóta nadmořské výšky).



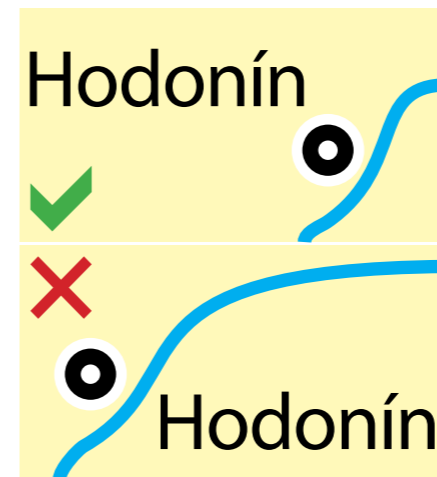
Obr. 9.32 – (Ne)vhodná vzdálenost popisku od figurální značky.



Obr. 9.33 – Vhodnosti jednotlivých pozic okolo figurální značky pro umístění popisku prvku.

Popisek by od značky **neměl být oddělen** liniovým znakem (obr. 9.34).

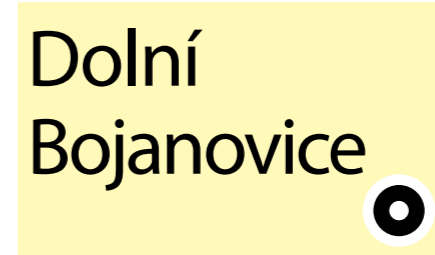
Popisek by měl ležet **uvnitř stejného plošného útvaru** (okres, stát), jako leží značka (obr. 9.35), **neměl by křížit hranice** (států, pobřeží apod.). Podobně pro prvky **ležící na pobřeží** umísťujeme popisek do vodní plochy, pro jevy ležící ve vnitrozemí na souš.



Obr. 9.34 – Oddělení popisku figurální značky liniovým prvkem je nevhodné.



Obr. 9.35 – Umístování popisu figurálních prvků, ležících ve vnitrozemí a na pobřeží (a), a uvnitř plošných útvarů (b).

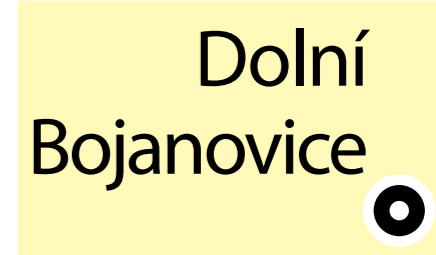


Obr. 9.36 – (Ne)vhodné zarovnání víceřádkového popisu figurálních prvků.

U **víceslovných názvů** nepoužíváme **dělení slov**, jednoslovné se (pokud to je možné) snažíme umístit na jeden řádek. **Zarovnání textu** ve více řádcích (obr. 9.36) volíme s ohledem na umístění popisku vůči symbolu, volíme správný (ne příliš velký, ale ani příliš malý proklad).

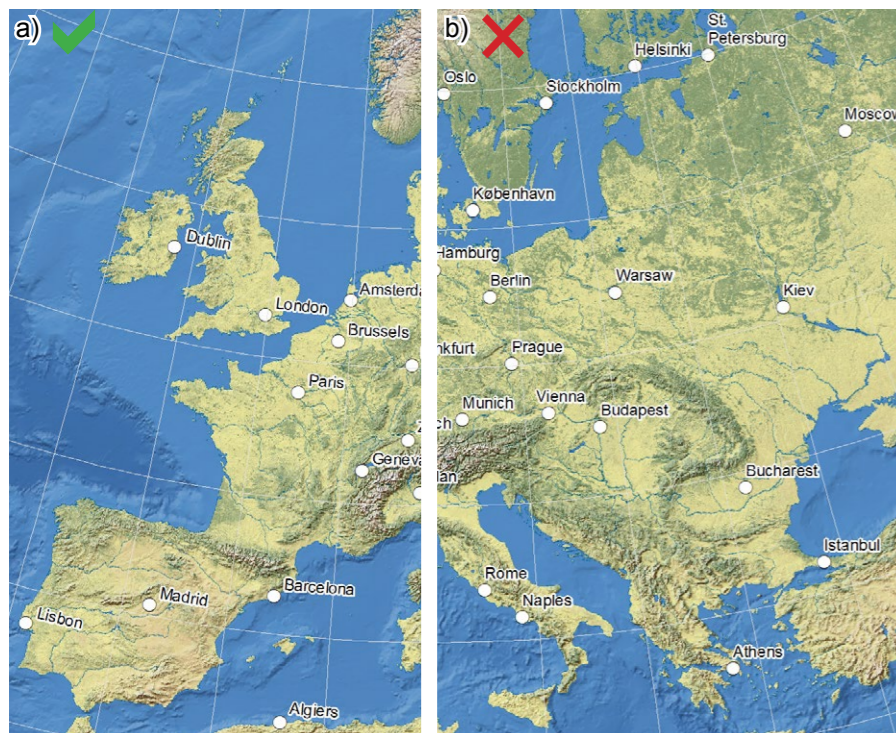
Orientace popisku může být:

- u všech popisků stejná: u pravoúhlé souřadnicové sítě umísťujeme popisky **horizontálně** (rovnoběžně s horním okrajem mapy);
- **pootočená dle směru rovnoběžek** (např. v kuželovém zobra-



zeni) by měl být popisek **pootočený** do směru rovnoběžky v daném místě (obr. 9.37), ale ne otočený vzhůru nohama (např. u mapy oblasti pólu volíme horizontálně, tj. rovnoběžně s horním okrajem mapy orientované popisky);

- **otočená v závislosti na hodnotě** (např. hodnota sklonu vrstev u geologické mapy);
- **otočená podle orientace bodového znaku** (např. popis horského sedla);
- **různá**: jen v mimořádných případech (vysoká hustota popisovaných jevů v jednom shluku) můžeme popisky pootočit tak, aby byla zacho-



Obr. 9.37 – a) správná a b) špatná orientace popisků fig. prvků v kuželovém zobrazení.

vána jednoznačnost přiřazení popisku k odpovídajícímu znaku.

9.4.2 Popis liniových prvků

Popis liniových prvků by měl sledovat (zjednodušený) tvar popisované linie. Pro konkrétní umístění platí (obr. 9.38, 9.39):

- popisek umísťujeme na jednodušší, přímější, nekomplikované úseky linie v místech, kde se nekříží nebo nestýkají s jinými liniemi (obr. 9.39a);
- žádná část popisku by neměla být vzhůru nohama (s výjimkou popisu vrstevnic „do kopce“);

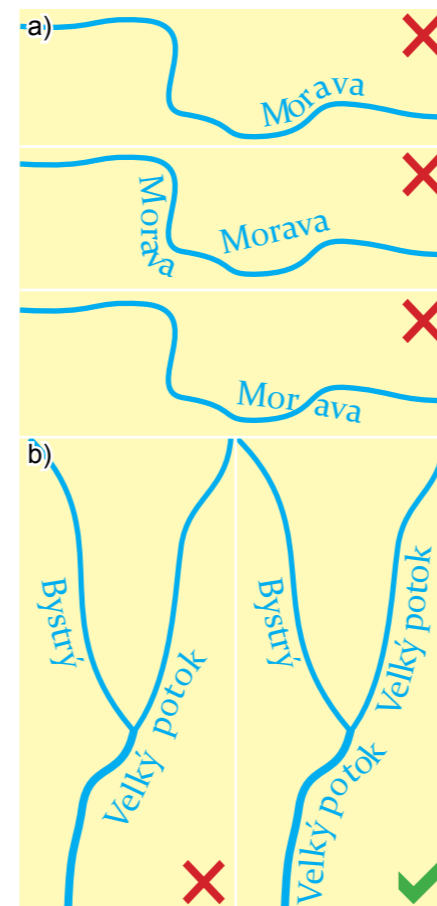
- popisek umísťujeme ve vhodné vzdálenosti od linie tak, aby se jí nedotýkal, ale ani neležel příliš daleko, vhodnější je umístění nad než pod linií (obr. 9.38a);
- popisek nesmí linií křížit (obr. 9.39a); ve zvláštních případech může ležet uvnitř linie nebo být umístěn uvnitř znaku ležícího na linii (např. číslo silnice), případně ležet v mezeře (popis vrstevnic);
- mezi popiskem linie a linií by neměla procházet jiná liniová značka (obr. 9.38c);
- u dlouhých liniových objektů popisky opakujeme;
- pokud má jeden objekt (linie uli-



Obr. 9.38 – Zásady umísťování popisu liniových prvků.

ce) v různých částech odlišné názvy, mělo by být patrné, pro jakou část platí jaký název;

- u řek za soutokem popisek opakujeme nebo jej umísťujeme podél soutoku (s výjimkou víceslovných názvů, kdy nemůže jedna část názvu ležet pod a druhá nad soutokem) (obr. 9.39b).

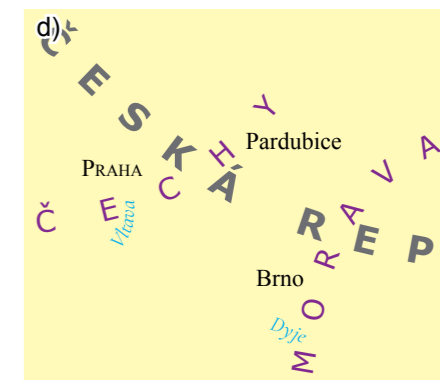
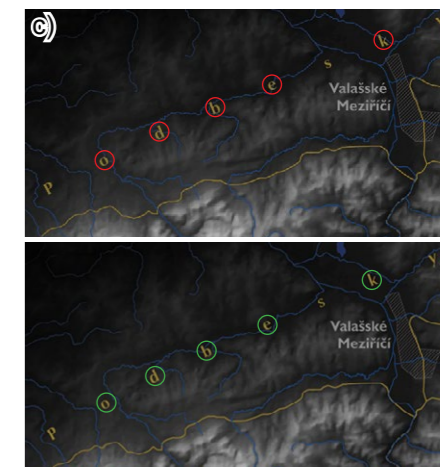
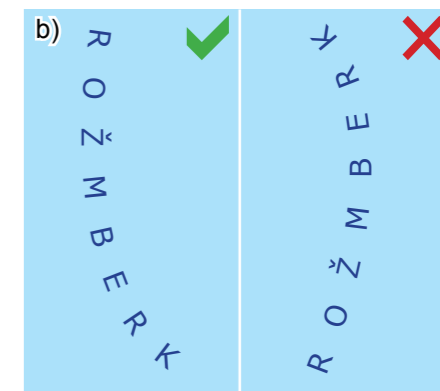
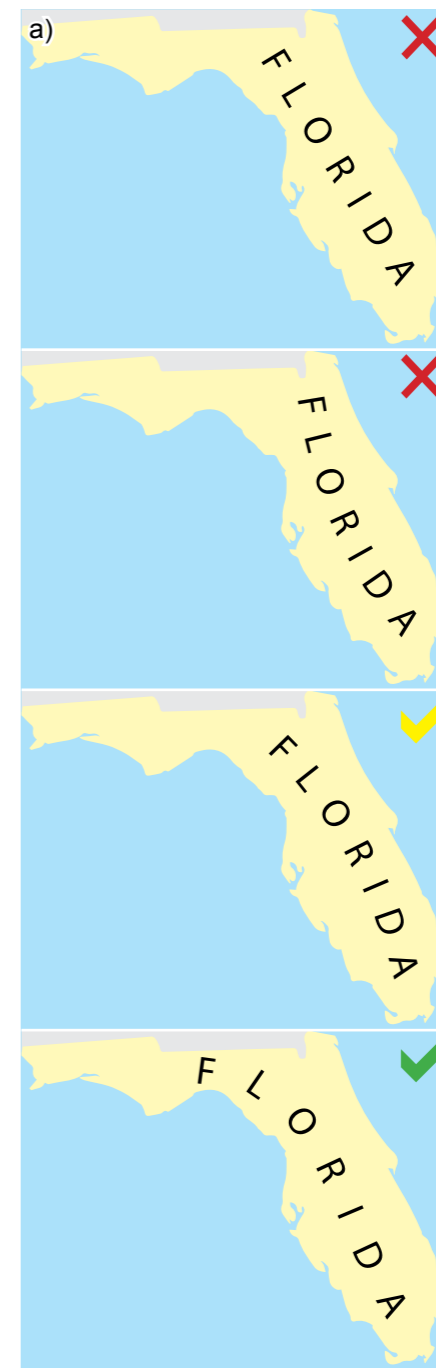


Obr. 9.39 – Zásady umísťování popisu liniových prvků.

9.4.3 Popis plošných prvků

Popisek plošných prvků by:

- měl plošný útvar vyplňovat (obr. 9.40a), ležet v jeho hlavní ose a tvarem vodící linie (která by měla být zakřivená, ne rovná), respektovat hlavní rysy tvaru popisovaného útvaru, ale (stejně jako u liniových prvků) žádná část popisku nesmí být vzhůru nohama (obr. 9.40b);



Obr. 9.40 – Zásady umísťování popisu plošných prvků.

- neměl se **dotýkat/přesahovat přes hranici** plošného prvku, včetně zasahování do enkláv („ostrovů“) uvnitř polygonu;
- k umístění popisku skrze celý prvek používáme **prostrkání znaků** ve spojení s dostatečnou velikostí písma; mezery mezi jednotlivými znaky musí být tak velké, aby popisek **působil jako jeden celek** a byl v mapě patrný; pokud je to možné, popisky ostatních prvků by do **mezer mezi písmeny** prostrkaného popisku měly zasahovat co nejméně, jednotlivá písmena popisku by se měla **vyhýbat konfliktům** s mapovou kresbou (obr. 9.40c);
- některé popisky můžeme **umístit na pozadí**, pak musí být použito takové písmo (duktus, barva, velikost), aby byl popisek čitelný i při překrytí jinými popisky (obr. 9.40d);
- pokud je plošný prvek tak malý, že se **popis nevejde dovnitř**, umísťujeme popis podle zásad umísťování popisů bodových prvků, můžeme si pomoci **vodícími linií**.

9.4.4 Zkracování popisků

Nejvhodnější je psát **popisky v plném znění**. Pokud není místo na plné znění, je nutné **zkracovat** tak, aby byl **výsledek srozumitelný**. Běžně se zkracují **obecná označení**, i když jsou součástí jména (ulice, náměstí, nádraží, potok, rybník atd.). U jmen se zásadně **nezkracují jednoslovné názvy**. Pokud je základní slovo jména blíže určeno předložkovým pádem (zpravidla se předložka pojí

s názvem řeky, hory atd.), **zkracuje se předložka** (*Žďár n. Sázavou*) nebo **i vlastní jméno po předložce** (*Žďár n. Sáz.*). Opět při snaze o **zachování srozumitelnosti** (nevhodné je *Kostelec n. Č. l.*). Případně je možné zkracovat **často se vyskytující přídavná jména** (*Český, Moravský, Velký, Nový* atd.) – v tomto případě se **zkratky uvádějí v legendě** podobně jako u druhových označení.

Na mapách je možné se setkat ještě s jedním způsobem zkracování. Používá se v případě **několika jmen se shodným základem** vyskytujících se v sousedství. Např. *Horní Lhota, Prostřední Lhota* a *Dolní Lhota* se do mapy zapíše jako *Horní-, Prostřední-, Dolní-* a pouze jednou se do blízkosti těchto přídomků uvede *-Lhota*.

Písmo a popisky v ArcGIS

V ArcGIS můžeme nastavit (*Symbol > General*) následující parametry písma:

- font (typ a řez písma);
- velikost (*Size*);
- výplň (*Text fill symbol*) – jako jednoduchou barvu, gradient nebo jakýkoliv typ výplně;

● H₂SO₄
× Staré Hamry

Table	
body	
SHAPE *	popis
Point	H₂SO₄
Point	<FNT name = "Arial" size = "12">Staré </FNT><FNT name = "Georgia" size = "14">Hamry</FNT>

Obr. 9.41 – Příklad formátovacích tagů v atributové tabulce pro nastavení parametrů dílčích částí výrazu popisku.

- obrys (*Outline*) – barvu a tloušťku;
- podtržení/přeškrtnutí;
- typ (relativní velikost písma; *Text case*) – normální, všechna malá, kapitálky, verzálky;
- pozici (*Position adjustment*) – horní/dolní index;
- zarovnání a osazení;
- pootočení;
- masku (*Halo*) a stín (*Shadow*);
- pozadí (*Callout*) – několik možností: jednoduché pozadí (*Background*), bublinu (*Balloon*), umístění textu na symbol (*Point Symbol* – využitelné třeba u popisů silnic v „americkém“ stylu – na erbu);
- stín (*Shadow*) – nastavujeme barvu stínu a posun; stín není rozmazaný a nemůže mít nastavenou průhlednost.

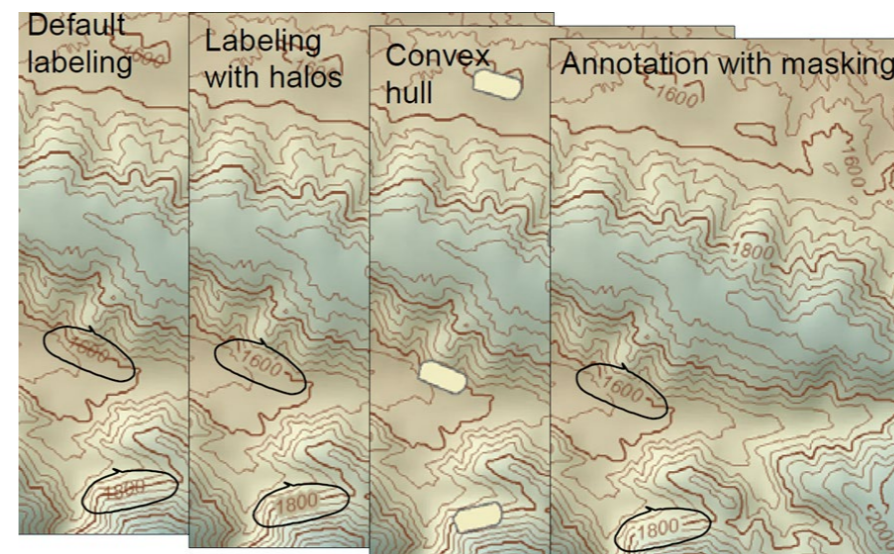
V druhé části dialogu (*Symbol > Formatting*) nastavujeme velikost mezer mezi písmeny (prostrkání) a slovy (*Letter/Word spacing*), deformaci šířky písmena (*Letter width*), proklad řádků (*Line spacing*), používání ligatur či kerningu, nastavení odsazení řádků u odstavců a v části *Internationalization* důležité nastavení jazyka a jeho kódování.

Formát písma můžeme určit pro celý výraz (například u popisků) dohromady, anebo přímo pro **jednotlivé části v atributech** pomocí tzv. **formátovacích tagů** (obr. 9.41). Tento způsob je nezbytný, pokud popisy obsahují např. horní a dolní indexy, což je mj. součástí standardního popisu jednotek v geologických mapách.

Proměnné maskování v ArcGIS

Technika *Variable Depth Masking* umožňuje pod popisky vymaskovat jen některé vrstvy (např. vrstevnice), a jiné (například barevnou hypsometrii) nechat zcela viditelné (obr. 9.42). Postup je následující:

- popisky musí být **uložené** jako *Annotation* v *Geodatabase* (celý postup k maskování určitých prvků lze použít nejen pro popisky, ale i klasické vrstvy);



Obr. 9.42 – Popis vrstevnic bez maskování, s nastaveným halo, a využitím techniky *Variable depth masking* pro vymaskování vrstevnic s maskou typu *Convex hull*. [ESRI]

- pro tuto vrstvu **vytvoříme masku** pomocí nástroje *Feature Outline Mask* (*Cartography Tools > Masking Tools*); tvar masky (*Mask kind*) může být buď *Box* (polygon okolo prvku), *Convex Hull* (konvexní obálka okolo prvku), *Exact Simplified* (zjednodušený tvar prvku) nebo *Exact* (dle přesného tvaru prvku; v případě masky popisků je potřeba si uvědomit, že tvar masky záleží na zvoleném fontu a jeho parametrech – pokud je později změněme, nebude na ně maska sedět). Čím složitější maska je, tím déle trvá jak její vytvoření, tak hlavně následné vykreslování mapy. Důležitý parametr je **velikost masky** – tu můžeme zadat buď v jednotkách mapového výstupu (body, palce, milimetry, centimetry – velikost je přepočítána podle zadaného referenčního měřítka) nebo jednotkách souřadnicového systému (metry apod. bez uvažování referenčního měřítka mapy);
- v seznamu vrstev vybereme vrstvy, které mají být maskovány, a v hlavním pruhu nastavíme masku (*Feature Layer > Appearance > Masking*) – tou může být pouze polygonová vrstva.

Popisky v ArcGIS s využitím Maplex

Maplex je nástroj po pokročilou práci s mapovými popisky, který umožňuje výrazně více možností nastavení (umístění popisků, řešení konfliktů apod.). Na rozdíl od starších verzí ArcGIS (kde bylo potřeba *Maplex* zapnout pomocí panelu nástrojů *Labeling* (*Customize > Toolbars > Labeling* volbou *Use Maplex label engine*) je v ArcGIS Pro *Maplex* výchozím nástrojem pro popis. Přepínat mezi jednoduchým popisem a *Maplexem* je možno v pruhu *Feature layer > Labeling > More*, nastavení platí pro celou mapu (ne jen danou vrstvu).

Popis nastavujeme po jednotlivých **vrstvách** (*Feature Layer > Labeling > Label*), popis může být **různý pro třídy** (*Class > Create label class*; definice třídy pomocí parametrů v jazyce SQL). V části *Visibility Range* lze nastavit **rozsah měřítek**, v nichž bude popis zobrazován. Základní rozhraní pro nastavení popisu dané třídy vrstvy je pak **panel Label Class**.

Popisovat prvky lze buď jednoduše hodnotou **jednoho atributu** (*Field*), nebo **složitějším výrazem** (*Expression*). Pomocí *Expression* je možné například:

- do jednoho popisku **kombinovat více atributů** (např. název hory a její nadmořskou výšku) včetně oddělení na nový řádek;
- k atributu **doplnit text** (např. *m n. m.* za atribut výšky);
- **zaokrouhlit** číselné hodnoty na požadovaný počet desetinných míst;
- změnit **relativní velikost písmen** (např. na první velké, ostatní malá, pokud jsou atributy vyplněny verzálkami apod.);
- přímo zde nastavit **různé formátování popisků** v závislosti na hodnotách atributů (bez tvorby tříd popisků).

Příklady výrazů a jejich syntax obsahuje **návoděda ArcGIS**. Při vyhledání a používání těchto výrazů je potřeba dávat pozor na to, že je **lze psát čtyřmi způsoby** (*Jscript, Python, VBScript a Arcade*, přičemž první tři jsou kompatibilní i se staršími verzemi), které mají **odlišný syntax**. Použití výrazu z jednoho jazyka při nastavení jiného nebude výraz fungovat.

Umístění popisků je řešeno v části *Position* panelu *Label Class* a liší se pro jednotlivé **geometrie**.

U **bodových prvků** nastavujeme:

- **pozice popisku** (*Placement*): buď jednoznačně danou (osm pozic okolo bodu), nebo nastavit preference pro umístování (*Best position, User defined zones*: 0 = zakázaná pozice, priorita umístění 1–8);
- **orientace popisku** (*Orientation > Graticule alignment*): může být dána fixně (horizontální – volba *None*) nebo podle zeměpisné sítě (vhodné pro kuželová zobrazení);

- **otočení popisku** (*Rotation*) – může být dle hodnoty atributu nebo fixně;
- **odstup popisku** od bodu (měřeno od středu/okraje symbolu, preferovaný a maximální).

U **liniových prvků** nastavujeme:

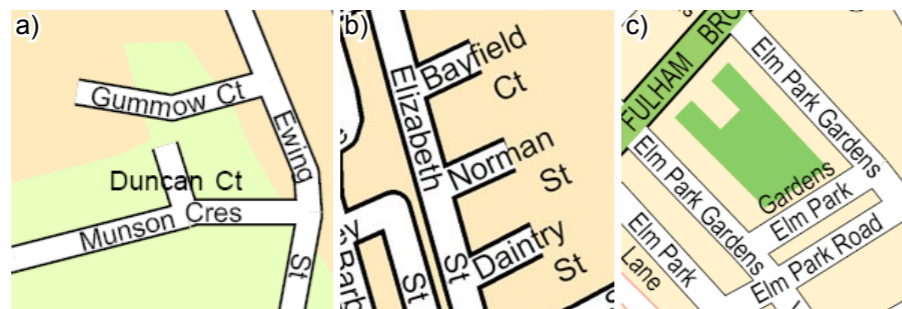
- **základní umístění** jako *Centered* (na linii) nebo *Offset* (mimo linii – vzdálenost lze nastavit) v kombinaci s tvarem/směrem popisku (horizontální, šikmý rovný, zakřivený, kolmý apod.);
- **pozice** ve smyslu začátku/konce linie (*Offset along line*) – před začátkem, za koncem, v určité vzdálenosti od začátku apod.);
- **směr popisku** podle směru linie (*Align label to direction of line*).

Maplex dále obsahuje další **specifická nastavení** s dalšími možnostmi úprav:

- **Street Placement Style**: při využití tohoto stylu chápe *Maplex* prvky skládající se z více segmentů (typicky např. dlouhá ulice, rozdělná na dílčí úseky v místech křížení s jinými ulicemi) jako jeden dlouhý prvek, čímž dochází ke snížení počtu umístovaných popisků. Popisky jsou navíc umístovány přednostně

mimo křižovatky. Nastavitelnými možnostmi jsou pak:

- *May place label horizontal and centered on the street* (pro příliš krátké ulice, do nichž se popisek nevejde standardně – **obr. 9.43a**);
- *Reduce the leading of stacked labels that overrun the end of the street* (zmenšení řádkování u víceřádkových popisek na konci ulice – **obr. 9.43b**);
- *May place primary name under street ending when label is stacked* (umožňuje změnit pořadí slov kvůli umístění všeobecné části názvu (ulice, nábřeží) mimo symbol ulic – **obr. 9.43c**);
- *End of Street Clearance* (preferovaná a minimální vzdálenost popisku od konce ulice).
- **Street Address Placement style** (řeší umístování číselných popisek adres podél linie ulice);
- **Contour placement style**: umožňuje nastavit orientaci popisku podle orientace stránky (*Page alignment*) nebo svahu (kartograficky správný popis „do kopce“ – *Uphill alignment*). Umožňuje také popisky vrstevnic seřadit na linii (*Laddering*);



Obr. 9.43 – Různé možnosti nastavení *Street Placement Style*. [ESRI]

- **River Placement style**: umísťuje popisky na vyhlazenou linii (souběžnou s liniovým prvkem).

U **plošných prvků** nastavujeme:

- **tvar a pozici popisku** – *Horizontal* (možnost orientace podle zem. sítě), *Straight* (podél úsečky natočené ve směru linie), *Curved* (zakřivené podle tvaru linie) a uvnitř/vně polygonu;
- umístování **mimo otvory** v polygonu (*Avoid holes in polygon*);
- možnost umístění popisku **mimo polygon**;
- v případě umístění uvnitř polygonu lze nastavit **prioritu umístění popisku v definovaných částech** polygonu (*Place label at fixed position within polygon*).

Specializovaná přednastavení:

- **Land Parcel Placement** (pokud polygon uvnitř obsahuje další polygon, jeho popisek je umístován mimo vnitřní polygon – **obr. 9.44a**);
- **River Placement** (umísťuje popisky na vyhlazenou linii probíhající středem polygonu);
- **Boundary Placement** (umísťuje popisky přednostně podél hranic po-

lygonu, proti popisku sousedícího polygonu – **obr. 9.44b**).

Obecná nastavení popisků

U všech typů popisků můžeme nastavit práci s **mezery mezi písmeny či slovy** (*Spread labels*) – ty mohou být buď podle nastavení písma, nebo až do nastaveného maxima nebo tak, aby vyplnili celý plošný prvek/byly podél celé délky linie.

Nastavení v záložce *Fitting strategy* umožňuje nastavit postupy pro umístování popisků v případě **nedostatku místa**. Nabízené možnosti zahrnují (konkrétně dostupné možnosti záleží na geometrii popisovaných prvků):

- **Stack label** (dělení popisků; je možné nastavit symboly, kde může probíhat dělení /např. mezera, čárka, ...), maximální počet řádků a minimální počet symbolů na řádku);
- **Overrun** (zda (a o kolik) může popisek přesahovat plošný prvek vně);
- **Reduce size** (možnost zmenšení velikosti popisku – nastavení počtu kroků, maximálního zmenšení, možnost zmenšení šířky písma);
- **Abbreviate** (*Abbreviation* – možnost zkracování popisků dle před-

nastaveného slovníku, viz dále, nebo *Truncation* – ubírání písmen z konce slova a nahrazení vybraným znakem – obvykle tečkou);

- **Key numbering** (náhrada popisku číslem ze seznamu – viz dále)

V nastavení *Strategy order* je možné **nastavit pořadí** používaných akcí.

Nastavení v záložce *Conflict resolution* umožňují práci s počtem popisek:

- **Remove duplicate labels** (odstranění duplicitních popisků, je možno nastavit limit vzdálenosti, v jaké dochází k vyhledávání duplicitních popisků);
- **Repeat** (popis jednoho prvku více popisky, nastavuje se jejich minimální vzájemná vzdálenost a u liniových prvků je možno preferovat umístění popisku u hranice mapy a/nebo křížení prvků);
- **Buffer** (prostor definovaný procentní hodnotou z velikosti písma, kde nebude v okolí popisku umístován žádný jiný popisek);
- **Minimum feature size** (minimální rozloha/délka prvku pro to, aby byl popsán);
- **Line connection** (nastavení počtu popisků liniových prvků v na sebe navazujících segmentech včetně priority pro umístování popisků);
- **Label largest feature part** (u multipart polygonů popisování jen jednoho – největšího – polygonu);
- **Feature weight** (důležitost prvku na škále 0 (jako volné místo) až 1000 (v žádném případě nepřekrývat popiskem); u plošných prvků se důležitost prvku nastavuje zvlášť pro hranici a vnitřek;



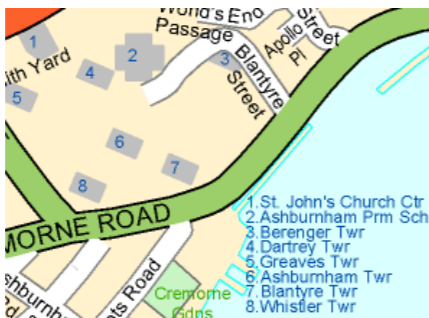
Obr. 9.44 – a) *Land Parcel Placement* a b) *Boundary Placement*. [ESRI]



Obr. 9.45 – Background Placement. [ESRI]

- **Background label** (popisek umístěný v pozadí, popisky více tříd jako *Background labels* se vzájemně nepřekrývají – obr. 9.45);
- **Unplaced labels** – *Never remove* (umísťuje všechny popisky i v případě, že se budou překrývat). Další nastavení (obecně k **celému popisu mapy**) jsou v záložce *More*.
- **Priorities**: nastavení pořadí tříd popisků z hlediska priority – popisky ze tříd s vyšší prioritou budou umístovány jako první, tedy lépe, bez využívání zkratk apod.;
- **Weights**: nastavení priority prvků – ochrany před možností překrytí popiskem na škále 0–1000;
- **Abbreviation Dictionaries** (slovníky zkratk a překladů): *Maplex* umožňuje vytvoření vlastních **slovníků zkratk**, které jsou pak použity ke zkrácení (nebo nahrazení) určitých výrazů v popiscích. Slovník je možné založit (uložit, načíst ze souboru apod.) ve volbě *More > Abbreviation Dictionaries*. Slovník definuje vyhledávaná slova (např. *ulice, náměstí*), přiřazovaný výraz (např. *ul., nám.*) a typ překladu:
 - *Translation* nahrazuje výraz vždy (vhodné pro překlad z jiných jazyků bez nutnosti úpravy atributové tabulky);

- **Keywords** (mohou nahradit všechna slova mimo poslední) a **Endings** (mohou nahradit všechna slova mimo prvního) nahrazují výraz pouze v případě, že na jeho nezkrácené umístění v mapě není místo.
- Pokud chceme zkracovat/překládat dvojici slov nebo ve zkratce mít mezeru, je třeba výraz dát do uvozovek;
- **Key numbering** (číslované seznamy): V případě velkého nedostatku místa mohou být popisky nahrazeny čísly, jež jsou pak umístěny s vysvětlením v legendě (obr. 9.46). Seznamy se vytváří a nastavují v dialogu *More > Key numbering*.



Obr. 9.46 – Key numbering. [ESRI]

Postup práce při popisování mapy
Nejprve je nutno zvolit a **nadefinovat třídy popisu**, přiřadit **písmo** (a jeho vlastnosti) a nastavit **základní parametry umístění**. *Maplex* nabízí rozsáhlé možnosti práce s umístováním popisků (zejména pak řešení konfliktů popisků a popisků s prvky mapy), správné nastavení je však poměrně náročné na čas. Proto je vždy nutno u konkrétní mapy rozhodnout,

zda se vyplatí detailní nastavení pravidel v *Maplexu* (obecně platí u rozsáhlých map, případně digitálních map, při jejichž užití předpokládáme změnu měřítka (zoomování), anebo bude jednodušší popisky spíše správně umístit ručně. Ve většině případů se stejně nutnosti **manuálních úprav pozice popisků** dle kartografických zásad nevyhne.

Pokud mapa má nastavené **referenční měřítko** (*Map properties > General > Reference scale*), jsou popisky znázorňovány ve velikosti odpovídající tomuto měřítku (což je pro práci s nastavováním lepší), jinak jinou jsou způsobeny aktuálnímu měřítku (jejich velikost se při změně měřítka mění).

Převedení popisků na Anotace

At' už byly popisky vytvořeny pomocí *Maplex* nebo *Standard Label Engine*, je možné je **převést na tzv. anotace** (funkce *Convert Labels to Annotation*, převádí popisky všech vrstev mapy) a následně s nimi pracovat individuálně a manuálně. U převodu je důležité:

- popisky jsou převedeny v určitém **konverzním měřítku** (*Conversion Scale*), v němž platí nastavená velikost písma; převod je tedy třeba dělat pro **konkrétní mapu v konkrétním** (známém) **měřítku**;
- anotace se ukládají do *geodatabase*, následně je lze (stejně jako další vrstvy) vkládat i do jiných mapových dokumentů a používat je k popisování apod.);
- anotace mohou být prostý text nebo *feature-linked* (i po převodu propojeny s konkrétním prvkem

- např. městem v bodové vrstvě; po změně hodnoty atributu v této vrstvě dojde i ke změně popisku);
- zatržítko *Convert unplaced labels to unplaced annotation* je důležité z hlediska toho, zda ve vrstvě annotation budou jen umístěné popisky (což v případě konfliktů nemusí být všechny) nebo všechny, tedy i ty, které ArcGIS nebyl schopen při daném nastavení a měřítku umístit.

Editace anotací

Po převedení popisků na anotace (a jejich uložení v *geodatabase*) je možné tyto editovat (záložka *Edit > Tools > Modify*), například měnit text, typ písma, posouvat popisky apod. (výběr prvku a použití nástrojů, nebo kliknutí pravým tlačítkem a zvolení některé z možností):

- při zvoleném **editačním nástroji Annotation** je mj. možné jednoduše měnit základní tvar popisku (*Horizontal, Straight, Curved*);
- pokročilé možnosti práce s **vodící linkou popisku** nabízí nástroj *Vertices*;
- **vícislovné popisky** mohou být převedeny na několik částí (*Convert to Multiple Parts*), rozděleny do více řádků nebo naopak převedeny na jeden řádek (*Stack/Unstack*).

Písmo a popisky v QGIS

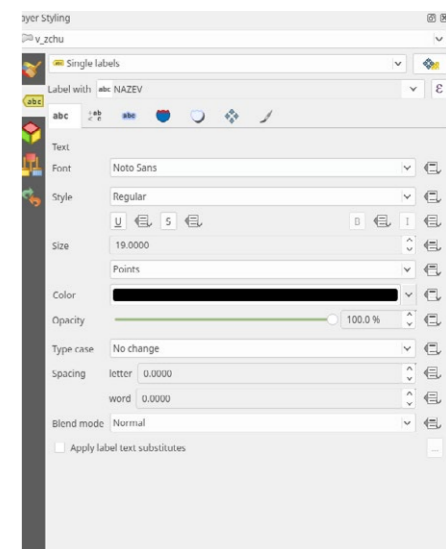
V rámci popisků můžeme u písma (*Vlastnosti vrstvy > popisky, Vlastnosti položky > popisek*) nastavit (obr. 9.47):

- **font** (typ a řez písma);
- **velikost** (v různých jednotkách – pixely, mm, mapové jednotky);

- **barvu**;
- **průhlednost**;
- nastavení **míchání barev** v překryvu se značkami vrstvy;
- **zarovnání**, šířka řádku, volba znaku pro zalomení řádku;
- **relativní velikost písma** (*Type case*) – beze změny, všechna malá, všechna velká, první písmena velká;
- **mezery** mezi slovy a písmeny;
- **obalovou zónu kolem textu** – velikost, barva, průhlednost, styl rohů a spojů, míchání barev, efekty (ozáření, stíny);
- **pozadí** – různé tvary (vlastní SVG symbol), velikost (fixní nebo podle velikosti popisku), rotace, barva, míchání barev, průhlednost, efekty (ozáření, stíny);
- **stín** – volba zdroje (text, obalová zóna, pozadí, nejnižší vykreslená součást popisků), směr a odsazení, míra rozmazání, průhlednost, relativní velikost, barva a míchání barvy.

Vrstva může být **popsána jednotně** (*Single labels*) nebo dle **definovaných kategorií** (*Popisky podle pravidla*). Zdroj popisku lze zadat buď **jednoduše z jednoho atributového pole**, nebo jako **výraz**. V něm lze kombinovat atributy, vlastní text (např. jednotky), zadávat nové výpočty, používat různé funkce pro práci s textem i číslly (formátování, nastavení parametrů písma), popřípadě psát vlastní funkce pomocí jazyka *Python*.

Nastavení **umístění popisků** se pro jednotlivé typy geometrie vrstvy liší, obecně lze u všech popisků nastavit **rotaci, umístění na základě**



Obr. 9.47 – Nastavení vlastností písma.

atributů (*umístění > definovaný daty*) a **prioritu vykreslování popisků** dané vrstvy. Pomocí nástrojové lišty *Label Toolbar* lze jednotlivé popisky editovat, ručně přemísťovat a rotovat.

Chování **globálního automatického rozmísťování popisků** lze upravit v dialogu *Automated placement settings (applies to all layers)* (ikona vedle volby způsobu popisu). Kromě metody vyhledávání umístění lze nastavit **počet kandidátů** (čím více kandidátů, tím lepší umístění, ale pomalejší výpočet), **vykreslování** (*rendering*) popisků jako **textu** nebo **vektoru** (při exportu do SVG se vždy exportuje jako text, nezávisle na nastavení), nastavení zobrazení popisků, které jsou v mapovém poli jen z části, nastavení zobrazení všech popisků ve všech vrstvách bez ohledu na kolize, nastavení zobrazení náhledu kandidátů pro umístění (pro ladění chyb).

Popisky bodových prvků

- **Cartographic** – popisky jsou vykresleny na prioritním místě v daném pořadí tak, aby byly čitelné. Lze definovat vzdálenost od bodu nebo od hranice popisků a měnit pořadí priorit umístění;
- **Around point** – popisky jsou vykresleny ve stejné vzdálenosti okolo prvku, lze nastavit preferovaný kvadrant; lze nastavit preferovaný kvadrant; lze nastavit preferovaný kvadrant;
- **Offset from point** – popisky jsou vykresleny v daném kvadrantu s možností nastavení odsazení.

Popisky liniových prvků

- **Parallel** – popisky jsou vykresleny paralelně s linií, lze zvolit vzdálenost od prvku a jestli se má popisek zobrazovat nad, pod nebo přímo na linii. Lze také zvolit umístění v závislosti na směru linie;
- **Curved** – shodné vykreslení jako u *Parallel*, jen se zakřivením, je možné nastavit maximální úhel zakřivení mezi znaky;
- **Horizontal** – automatické vykreslení popisku horizontálně.

Popisky u liniových prvků lze vykreslit opakovaně v určité vzdálenosti.

Popisky plošných prvků

Na základě centroidu: výpočet centroidu lze stanovit z viditelné části polygonu nebo z celého polygonu, s možností podmínky centroidu uvnitř polygonu.

- **Offset from centroid** – vykreslení s odsazením od centroidu, možnost zvolit preferovaný kvadrant pro odsazení, míru odsazení a rotaci;
- **Around centroid** – vykreslení okolo

centroidu v určité vzdálenosti.

Na základě hranice: popisky se generují obdobně jako u linií, v tomto případě se jako linie bere hranice polygonu. Lze zvolit vzdálenost od hranice a jestli se má popisek zobrazovat nad, pod nebo přímo na hranici. Lze také zvolit umístění v závislosti na směru hranice, a opakované vykreslení.

- **Using perimeter** – popisky jsou vykresleny paralelně s hranicí;
- **Using perimeter (curved)** – popisky jsou vykresleny paralelně s hranicí včetně zakřivení, je možné nastavit maximální úhel zakřivení mezi znaky.

Automatické: *Horizontal (slow)*, *Free (slow)* – automatické vykreslení popisků horizontálně nebo s rotací.

Možnosti vykreslování (rendering)

V záložce *Rendering* můžeme nastavit viditelnost popisků na základě měřítka nebo velikosti popisku v pixelech. Pomocí parametru *z-index* lze určit pořadí vykreslování, a to jak v rámci vrstvy (pomocí hodnot definovaných daty), tak mezi ostatními vrstvami. Pokud mají popisky stejný *z-index* v rámci vrstvy, vykreslí se menší popisek nad větším. Pokud jsou popisky se shodným *z-indexem* v různých vrstvách, určuje se pořadí podle pořadí vrstev. **Viditelnost popisků jednotlivých prvků** lze určit na základě atributu pomocí *Show label* a *Always show*. Také je možnost **potlačit automatické skrývání kolidujících popisků**, popř. povolit **zobrazení popisků vzhůru nohama** (nikdy, při rotaci, vždy).

Na úrovni prvků máme možnost zobrazit popisky na všech částech **multi-part prvku**, limitovat počet prvků s popiskem, potlačit popisky u prvků určité velikosti. U linií lze potlačit duplikaci popisků navazujících linií, u **polygonu** potom zobrazit jen popisky, které jsou celé uvnitř polygonu.

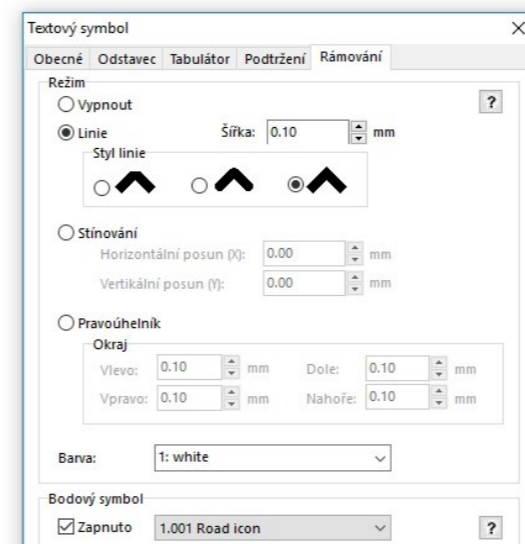
Poslední možností vykreslování popisků je **navolení chování při překryvu popisků a prvků**, čímž lze minimalizovat překrývání prvků popiskem.

Podmíněné nastavení popisků (Rule-based labeling)

V rámci nastavení popisků můžeme, podobně jako u značek, nastavit styl pomocí zvolených pravidel. Můžeme tak vytvořit několik různých stylů, které se budou aplikovat na základě daných podmínek – např. u různých kategorií prvků nastavit různé styly nebo zobrazování popisků na základě různých měřítek.

Písmo a popisky v OCAD

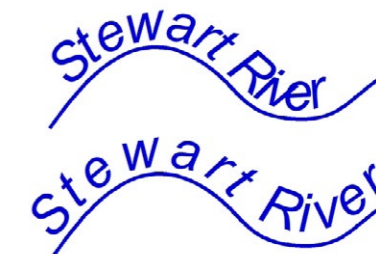
Práce s popisky je v OCAD je specifická v několika aspektech. Mapa je standardně tvořena v **jedné měřítkové úrovni** a k té je **vázána i velikost popisků**. Výhodou je tak **zaručení čitelnosti a správnosti umístění popisku** při konstrukci mapy. Nevýhodou je však **značná pracnost**, neboť OCAD **neobsahuje algoritmy pro automatické umístění popisků**, každý popisek je nutné **umístit ručně**. Byť je zde možné popisky také generovat z databáze a využívat



Obr. 9.48 – Umístění popisu do figurální značky.

k tomu i výrazů SQL, širší možnosti popisování na základě pravidel (*Rule-based labeling*) zde nejsou dostupné. Každý druh písma nebo odlišná charakteristika písma zde vyžaduje **definici nového symbolu**. V OCAD jsou dostupné **dva základní typy symbolů pro popisky**:

- **Textový symbol** – standardní textový symbol pro jednotlivé popisky, ale také pro formátovaný text. Umožňuje definovat všechny běžné charakteristiky písma a formátování odstavce. Dále umožňuje u textu nastavit podtržení (s různou barvou, šířkou linie a vzdáleností) a rámování písma (rámování linií, stínování, pravouhelníkem). Specifickou záležitostí je umístění popisu do bodového symbolu (**obr. 9.48**), kdy se při zadání popisku pod ním automaticky zobrazí nastavená bodová značka.



Obr. 9.49 – Liniový textový symbol.

9.5 Sazba delších textů

Při sazbě delších textů, které také mohou být součástí mapových listů nebo doprovodných materiálů, je nutné dodržovat další typografická pravidla a zásady: **správné oddělování a zarovnávání odstavců**, práci s **mezerami a dělením slov**, použití **správných znaků** (tzv. **hladká sazba**), **správný zápis matematických výrazů**.

9.5.1 Řádky, sloupce a odstavce

Řádky jsou **základní osnovou textu**. Jednotlivé řádky mohou být vázány na tzv. **síť účaří** – pomyslnou síť čar se stejnou vzdáleností, na nichž leží účaří všech řádků (**obr. 9.50**). To zaručuje, že **jednotlivé řádky leží proti sobě**, i pokud jsou rozděleny do sloupců, na protilehlých stránkách, nebo na obou stranách stejného listu. Pokud síť účaří nepoužíváme, může se stát, že jednotlivé řádky ve vedlejších sloupcích/stránkách **vůči sobě budou posunuty**.

Důležitým parametrem je **délka řádku** – příliš **krátké řádky** působí **problémy při sazbě** (na jeden řádek

Lorem ipsum dolor sit amet, con-
 sectetur adipiscing elit. Aliquam
 erat volutpat. leo pretium faucibus. In sem justo,
 commodo ut, suscipit at, pharetra
 vitae, orci. Praesent vitae arcu tem-
 por neque lacinia pretium. Curabi-
 tur vitae diam non enim vestibulum
 magna semper rutrum. Vivamus ac

Obr. 9.50 – Text s řádky na účaří (zeleně) a bez účaří (červeně).

se může vejít třeba jen jedno dlouhé slovo, často musíme slova na konci řádků dělit). Naopak **příliš dlouhé řádky se špatně čtou**. Vhodná délka řádku záleží na velikosti písma, ale u běžného textu lze doporučit **zhruba 5-10 cm**. Pokud používáme více sloupců, je bezpodmínečně nutné **dodržovat síť účaří** a mezi sloupci musí být dostatečná mezera.

Nucený nový řádek vytvoříme kombinací **Shift + Enter**, ne samotnou klávesou **Enter** nebo velkým množstvím mezer.

Odstavce člení blok textu do menších částí, jedná se o část textu mezi dvěma znaky konce odstavce. Při psaní nový odstavec vytváříme klávesou **Enter**. Jednotlivé odstavce mohou být členěny několika způsoby:

- **odstavcovou zarážkou (odsazením)**: začátek prvního řádku je posunut doprava o vhodnou (ne příliš velkou, ani příliš malou) vzdálenost; důležité je použít opravdu odstavcovou zarážku (tabulátor), ne několik mezer;
- **prázdným řádkem**;
- **mezerou mezi odstavci s menší výškou, než má řádek** (lze použít pouze u jednosloupčové sazby, která nemá síť účaří);
- **předsazením (obrácenou zarážkou)**: začátek prvního řádku je

posunut doleva;

- **grafickou zarážkou**.

Jednotlivé způsoby se někdy **kombinují** – například oddělení nadpisu od běžného textu volným řádkem, první odstavec nemá první řádek odsazen, další už ano. Při práci s odstavci je třeba dávat pozor na podobu **posledních (tzv. východových) řádků**. Například při členění odstavců odstavcovou zarážkou musí být východový řádek delší než je velikost odstavcové zarážky.

Odstavce mohou být **zarovnaný do bloku** (všechny řádky jsou stejně dlouhé), **na praporek (pravý nebo levý)** nebo **na osu (do středu)**. U **zarovnání do bloku** rozlišujeme podtypy podle **způsobu zarovnání**

Lorem ipsum dolor sit amet,
 consectetur adipiscing elit.
 Aliquam duis erat volutpat.

Duis condimentum augue id
 magna semper rutrum, vivamus et.

Lorem ipsum dolor sit amet,
 consectetur adipiscing elit.
 Aliquam duis erat volutpat.

Duis condimentum augue id mag-
 na semper rutrum. Vivamus ac
 leo pretium faucibus.

Obr. 9.51 – Oddělení odstavců odsazením (nahore) a předsazením (dole).

posledního řádku, který může být zarovnán doleva, doprostřed, doprava nebo na plnou šířku (stejně jako všechny ostatní). Zarovnání do bloku je v klasické typografii **nejčastěji používané**, vyrovnání délky řádků se dosahuje **úpravou velikosti mezislovních mezer, případně prostrkání**. U sazby do bloku je takřka bezpodmínečně nutné **používat dělení slov**, jinak budou rozdíly ve velikosti mezer/prostrkání extrémně nevyrovnané. Zarovnání **na levý praporek** se také používá běžně, zarovnání **na pravý praporek** je vhodné jen u kratších textů (třeba popisů obrázků, pokud to dává logiku z hlediska pozice obrázku na stránce), v delších blocích se hůře čte.

S odstavcovou sazbou jsou spjaty pojmy **parchanty, vdovy a sirotky**. Těmi v typografii rozumíme východový řádek, který je první na nové stránce, nebo naopak první řádek nového odstavce, který je na stránce poslední.

9.5.2 Hladká sazba

Spojovník spojuje rozložené výrazy, případně vyznačuje dělení slov. Vždy se **sází bez mezer na obou stranách**, pokud rozdělujeme výraz v místě spojovníku na dva řádky, opakujeme jej i na dalším řádku. Spojovník bývá umístěn přímo na klávesnici.

česko-anglický slovník, Frýdek-Místek, Ostrava-Poruba, modro-zelený, bude-li

Pomlčka (existuje několik délkových variant) naznačuje přestávku

v řeči, může nahrazovat závorky, celou peněžní částku (místo znaku peněžní jednotky). V těchto případech ji z **obou stran odděluje mezera**. Pokud nahrazuje výrazy *až, až, od do a versus (proti)*, sází se **bez mezer** a nesmí být na začátku nebo konci řádku. **Pomlčka na klávesnici přímo není**, některé programy jí (někdy) samy nahrazují spojovník, jindy je však třeba vložit ji ručně (*alt + 0150* krátká pomlčka, *alt + 0151* dlouhá pomlčka). Možnosti použití pomlčky jsou rozsáhlejší, pro detaily je nutné nahlédnout do příslušných zdrojů.

Česko-Anglie, otevřeno 8-17, dálnice Praha-Brno, Sparta-Slavia, Česko - Anglie, Česko-Anglie, Frýdek-Místek Kč 25,- 25,- Kč Kč 25,- Kč 25,5,-

Tečka se umísťuje na konec věty, **bez mezery za poslední písmeno** (s výjimkou nadpisů, kde tečku nesázíme). Pokud je na konci věty výraz ukončený tečkou, již ji **nezdvojujeme**. Další použití tečky je na **konci zkratky** (*atd., např.*), neuvádí se ale za **zkratkami jednotek** (*km, m, kg*). Ta tečkou v tomto případě vždy následuje mezera. Pozor na různé kombinace jako **m n. m. (m. n. m., m n.m.)** nebo **spol. s r. o., s. r. o., spol. s. r. o.** V češtině **nepoužíváme tečku ve smyslu desetinné čárky**.

Tečka na konci věty. 19.30 hod.

3. 2 (jako znak pro násobení)

Otazník a vykřičník se také sází za poslední písmeno věty **bez mezer**,

za nimi následuje mezera. Nikdy se za nimi nepíše tečka.

Dvojtečka se používá při několika příležitostech (a pokaždé s jinými pravidly psaní mezer): uvozuje další část věty, vyjadřuje matematický poměr nebo dělení (**3 : 2**), a to i jako měřítko mapy, např. **1 : 100 000** (ČSN 01 6910 *Úprava písemností zpracovaných textovými editory* z dubna 2007 uváděla, že se měřítko má psát bez mezer okolo dvojtečky, ale nová verze z r. 2014 se opět vrací k původnímu psaní s mezerami.). **Bez mezer** se dvojtečka píše, pokud vyjadřuje **skóre zápasu nebo při zápisu času** (**3:1, 15:40**).

Výpustka je speciální znak, který má podobu tří teček za sebou. Pokud ale napíšeme tři tečky za sebou, budou vypadat jinak, proto je nutno tento výraz vždy nahradit **správným znakem** (*alt + 0133*). Na konci věty se za ním nesází tečka, ale otazník či vykřičník ano.

Do **závorek** vkládáme vložené či vedlejší výrazy. Existuje několik typů závorek **() [] {} < >**, vždy je nutno závorku nejenom začít, **ale i ukončit**. **Standardní závorky** **()** používáme v první řadě, pokud potřebujeme použít více vnořených závorek, musíme použít jiný typ (nebo závorky nahradit pomlčkami). Závorky se z **vnější strany odsazují mezerami**. Pokud je výraz v závorkách součástí věty a ta závorkou končí, sází se tečka (či jiné interpunkční znaménko) za

závorkou. (Pokud je celá věta v závorce, je tečka na jejím konci před závorkou.)

Uvozovky obsahují přímou řeč, citáty, přesné výrazy. V různých jazycích se používají uvozovky různé vypadající, v češtině jsou přípustné uvozovky **„xxx“** (první úroveň), případně **„xxx“ a »xxx«** pro **další (vnořenou) úroveň**. Jiné kombinace či pořadí je nepřipustné, je také třeba dávat pozor na odlišení od znaku **"** (*alt + 2033*) pro vteřiny nebo **'** (*alt + 2032*) pro minuty. Tyto znaky se mohou plést s **apostro-fem** (*alt + 0146*).

Lomítko neoddělujeme mezerami (**zákon 23/1992 Sb., na přelomu let 1920/1921, km/h**) s výjimkou **oddělení výrazů (úvod / metody / výsledky / závěr)**, v tomto případě lze použít i svíslou čáru **|**.

Mezer se používá větší množství typů **lišících se šířkou**. Pro určení šířky se používá pojem **čtverčík**, ten vychází z klasického typografického názvosloví, v dnešní době jej chápeme jako plocha o šířce stejné, jako je výška písma (u písma velikosti 12 bodů tedy 12 × 12 bodů). **Základní mezera** má šířku 1/3 čtverčíku, v počítačové sazbě obvykle 1/4 čtverčíku. Ve **verzálkové sazbě** je základní mezislovní mezera **půlčtverčíková**, naopak v některých případech se používají velmi úzké mezery (třeba 1/12) k oddělení znaků, které by se mohly slévat (ty jsou v počítačových fontech často součástí daných glyfů). Specifickým

případem je tzv. **pevná** (nerozdělitelná) mezerka (*alt+0160*), která se využívá na místech, kdy nelze připustit rozdělení výrazu na dva řádky, například za jednopísmennými slovy (*a nyní*), uvnitř zkratk (s. r. o.), číselné hodnoty a jednotek (*50 m*).

Z dalších symbolů se běžněji používá **ampersand &** (vznikl jako ligatura „et“ a znamená spojku „a“), **paragraf §** (odděluje se od čísla mezerou), **křížek #** (v angličtině značí číslo), **symboly měn €£\$,** **zavináč @** (vznikl ve významu „at“ – na).

Čísla a matematické výrazy

Zejména v beletrickém textu se **menší čísla píší slovně** („*Ušel pět kilometrů*“, ne „*Ušel 5 kilometrů*“), číslem by **neměla začínat věta**. **Nekombinujeme číselný a slovní zápis čísel** (*5 tisíc, pět tisíc, 5 000*). K oddělení desetinných míst používáme **dese-tinnou čárku**, s výjimkou dat **oddělujeme jednotlivé řády** (po třech číslicích: *23 000 000*), ale ne tak, aby číslo bylo rozděleno do více řádků. K oddělování řádů v češtině rozhodně **nepoužíváme čárku** (jako je tomu v angličtině: *5,123* je česky *pět celých sto dvacet tři*, ale anglicky *pět tisíc sto dvacet tři*). Mezi číslicí a slovo **nelze psát spojovník** (**8bitové barvy**, ne **8-bitové** nebo dokonce **8-mi bitové** či **8mi bitové**). Spojovník se naopak píše při používání obecných výrazů psaných písmenem, např. **x-ová osa**, **N-letý průtok** (je rozdíl mezi *s-tá odmocnina* a *stá odmocnina*).

Při psaní **data** oddělujeme čísla tečkou a mezerou (*24. 2. 1934*).

Symbol pro **stupeň (°)** správně píšeme ve formě *5 °, 5 °C, 32°54'68"*, ne *6°C, 6° C* či *32° 54' 68"*.

Symbol pro **procenta** je od čísla **oddělen mezerou**, pokud má význam „**procent**“ (12 % = **dvanáct procent**), nebo **mezerou oddělen není**, pokud má význam „**procentní**“ (12% = **dvanáctiprocentní**).

Pro zápis **početních operací** používáme **plus +**, **minus –** (speciální znak, stejně široký jako plus a ve stejné výšce, nelze nahrazovat pomlčkou nebo spojovníkem), **hvězdičku *** nebo **x** (speciální znak, ne písmeno **x**) pro násobení, **lomítko /** nebo **dvojtečku :** (ne ÷) pro dělení. Znaménka se **oddělují mezerami**: *5 + 3 = 8*.

Zlomky můžeme psát jako číslice oddělené lomítkem (*1/5*), písmena mohou obsahovat i **slitkové zlomky** (*¼*), ty však obvykle bývají zhotoveny jen pro určité kombinace.

Literatura a použité zdroje

- BERAN, V., ŠTORM, F., KOLENSKÝ, V. & FASSATI, T. (2005). *Aktualizovaný typografický manuál*. Praha: Kafka design.
- CAMPBELL, G. L. (1997). *Handbook of Scripts and Alphabets*. London: Routledge.
- COLES, S. (2012). *The Anatomy of Type: A Graphic Guide to 100 Typefaces*. Hove: Quid Publishing.

HARVALÍK, M. (1998). K problému klasifikace exonym. *Slovo a slovesnost*, 59(4): 259–265.

IMHOF, E. (1975). Positioning Names on Maps. *The American Cartographer*, 2(2): 128–144.

KOČÍČKA, P. & BLÁŽEK, F. (2007). *Praktická typografie*. Brno: Computer Press.

NK ČÚZK (2015). *Jazyková pravidla pro standardizaci jmen nesídelních geografických objektů z území České republiky: Pravopis, vztah k nářečním a nespisovným podobám, psaní nestandardizovaných jmen*. Praha: ČÚZK. [www]

NK ČÚZK (2016). *Jazyková pravidla pro standardizaci jmen sídelních a nesídelních geografických objektů z území mimo Českou republiku: Pravopis, psaní geografických jmen, přepis nelatinkových abeced, exonyma a jejich užívání*. Praha: ČÚZK. [www]

PETERSON, G. N. (2011). *Type for Maps*. [www]

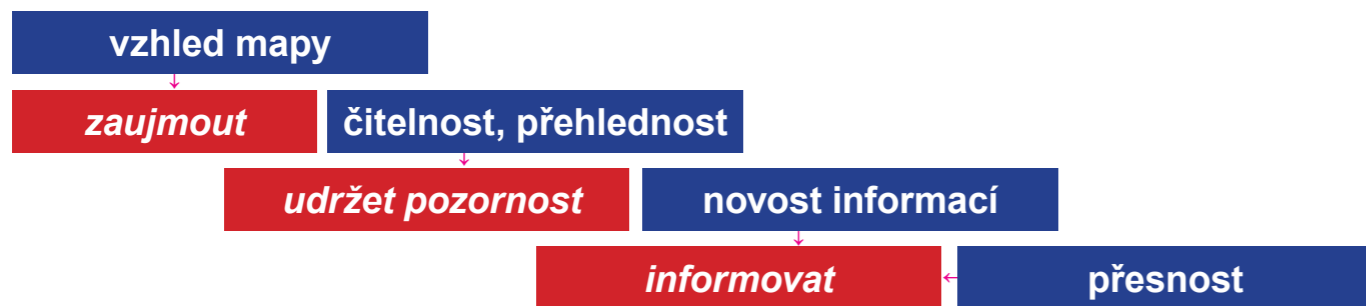
UNGEKN (2007). *Technical reference manual for the standardization of geographical names*. New York: UN. [www]

VILIŠ, T. (2015). *Vliv popisu a písma v mapách na uživatelskou percepci* [magisterská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého. [PDF]

X

*Design
map*





Obr. 10.1 – Vlastnosti mapy a jejich úloha vzhledem k uživateli.

Vzhled mapy byl důležitý vždy, ale v poslední době jeho důležitost ještě narůstá. Tvorba map již dávno není doménou výhradně kartografů – vytvořit mapu a publikovat ji může skoro každý, dá se k tomu využít bezpočet více či méně intuitivních programů, automatizovaných postupů i volně dostupných dat. V množství map (a dalších audio-vizuálních objektů bojujících o naši pozornost) je design tím prvním, co rozhoduje, zda člověk právě této mapě věnuje pozornost (obr. 10.1). Ve chvíli, kdy jej mapa zaujme, udrží jeho pozornost jedině čitelná, přehledná a správně uspořádaná mapa – to je opět záležitost designu. Teprve v další fázi následuje vlastní získávání poznatků z mapy. Zda budou získány a interpretovány správně, rozhoduje i tvůrce mapy volbou vhodných vyjadřovacích prostředků.

Design, vzhled a estetická funkce bývají často dávány do protikladu k funkčnosti a účelnosti. Pod slovy „designový“ si představíme něco, co je na první pohled hezké a efektní, ale mnohdy ne zcela praktické k používání. Naopak „účelný“ čas-

to znamená nehezký, ale praktický. Správný design by však měl účelnost a funkčnost podporovat, a jinak je tomu i u designu mapy. Vhodný design by neměl obsahovat samostatné prvky, které sice upoutají pozornost, ale brání správnému čtení a pochopení mapy. Naopak by měl čitelnost mapy podporovat a napomoci jejímu správnému vyznění.

10.1 Základní principy vizuálního designu

Vizuální design lze definovat jako proces vytváření objektu (v případě kartografie mapy), určeného k přenosu vizuální informace a komunikaci vizuální cestou. Základními prvky jsou tvary (verbální – písmena, ikony a symboly, neverbální tvary), které mají barvy (viz kap. 8). Prvky obvykle rozmísťujeme na výchozí ploše (mapovém listu) – rozmístění prvků a jejich vzájemné vztahy nazýváme kompozicí. Je nutno si uvědomit, že mnohé aspekty vizuálního designu jsou ovlivněny kulturně – popis v této kapitole vychází z evropské (západní) tradice vizuálního designu.

Vizuální váha je jedním z klíčových konceptů vizuálního designu. Vizuální váha je síla působení daného prvku, která závisí na několika faktorech: velikosti, barvě, tvaru a umístění (obr. 10.2). Platí, že:

- velké prvky mají vyšší vizuální váhu než malé;
- prvky s výraznou barvou (kontrastní vůči pozadí) mají vyšší vizuální váhu než prvky s barvou vůči pozadí nevýraznou;
- barvy popředí (červeno-žlutá část spektra) mají vyšší vizuální váhu než barvy pozadí (modro-zeleňá část spektra) (což vychází ze vzdušné perspektivy);
- syté barvy mají vyšší vizuální váhu než achromatické barvy či odstíny šedé;
- pravidelné tvary mají vyšší vizuální váhu než nepravidelné tvary;
- kompaktní tvary mají vyšší vizuální váhu než složité, nekompatní tvary;
- pravoúhle orientované tvary mají vyšší vizuální váhu než šikmo orientované tvary;
- objekty umístěné při středu mají menší vizuální váhu než objekty

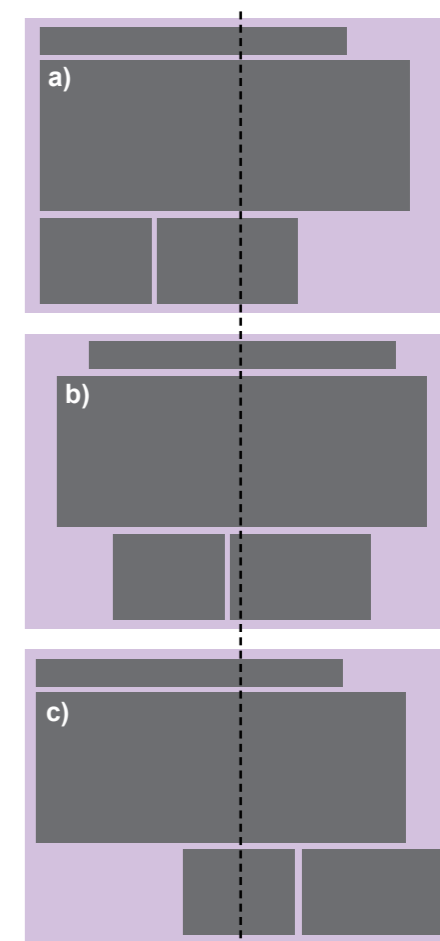
velká	malá

Obr. 10.2 – Vliv vlastností prvku na jeho vizuální váhu.

- umístěné při okrajích;
- objekty umístěné nahoře mají vyšší vizuální váhu než objekty umístěné dole;
- objekty umístěné vpravo mají vyšší vizuální váhu než objekty umístěné vlevo;
- izolované objekty mají vyšší vizuální váhu než objekty ve skupinách. Výsledná vizuální váha každého prvku je pak kombinací všech aspektů, přičemž velikost a barevný kontrast proti pozadí jsou z nich nejdůležitější. Čím větší je vizuální váha prvku, tím více pozornosti přitahuje.

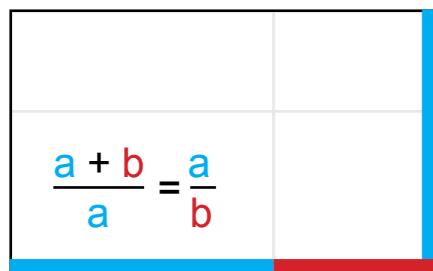
Pokud prvky seřadíme podle jejich vizuální váhy, získáme vizuální hierarchii – od vizuálně nejdůležitějších, nejvýraznějších a nejkontrastnějších po prvky nenápadné, vizuálně nedůležité. Vizuální hierarchie by měla podporovat hierarchii důležitosti samotných prvků: vizuálně nejsilnější by měly být ty prvky mapy, které jsou nejdůležitější (základní kompoziční prvky: hlavní mapové pole, název, legenda, měřítko), naopak vizuálně slabé by měly být prvky doplňkové (vedlejší kompoziční prvky: šipka, titulek, doplňková grafika aj.). Vizuální váha prvků se také podílí na odlišení prvků popředí/pozadí.

(Ne)vyváženost vizuální váhy prvků umístěných na stránce podle svislé osy působí staticky (pokud prvky po levé i pravé straně mají stejnou vizuální váhu), nebo dynamicky (pokud vizuální váha na jedné straně převažuje). Dynamická kompozice působí aktivnějším, znepokojivějším, progresivnějším dojmem než kompozice statická. Rozmístění podél svislé osy může být také symetrické (pokud jsou objekty zarovnané „na střed“) nebo nesymetrické. V kombinaci obou přístupů můžeme rozlišovat dynamickou nesymetrickou, statickou symetrickou a statickou nesymetrickou kompozici (obr. 10.3). Je nutno si uvědomit, že některé kompoziční prvky (tzv. intrakompozice – prvky obsahu mapy) jsou prakticky neovlivnitelné, na rozdíl od prvků tzv. extrakompozice.



Obr. 10.3 – Umístění prvků na stránce podél svislé osy: a) dynamické nesymetrické, b) statické symetrické, c) statické nesymetrické.

Vizuálním středem stránky obvykle nebývá geometrický střed, ale oblast v tzv. zlatém řezu (ten je definován vzájemným poměrem delší a kratší části – obr. 10.4) – přibližně v horní třetině stránky. Proto by nejdůležitější prvek mapového listu (tj. hlavní mapové pole) měl být

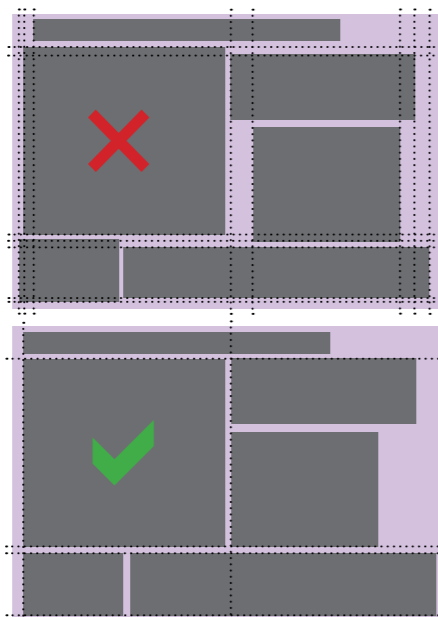


Obr. 10.4 – Definice zlatého řezu.

umístěn právě zde. Ze zlatého řezu částečně vychází tzv. **pravidlo tří os**, které uvádí, že na stránce by měly být **tři hlavní vertikální a horizontální osy**, podél nichž budou hlavní objekty rozmístěny a zarovnány.

Kromě **základní** (svislé středové) **osy stránky** a oblasti ve zlatém řezu hrají (z hlediska upoutání a směřování pozornosti recipienta) důležitou roli také **úhlopříčky**. **Přirozený pohyb oka** po stránce směřuje **od levého horního rohu** do oblasti optického středu: rozmístění jednotlivých prvků může tohoto **přirozeného pohybu oka využívat** (a kompozicí jej umocňovat), nebo v horším případě jít proti němu.

Z hlediska **směru čtení listu** hraje důležitou roli také **orientace stránky**: stránky **orientované na výšku** stimulují pohyb oka ve směru **vertikálním**, zatímco stránky **orientované na šířku** stimulují pohyb oka ve směru **horizontálním**. Toto směřování je tím výraznější, čím je poměr stran rozdílnější. **Tradiční poměr stran** ($1 : \sqrt{2}$ – tj. přibližně $1 : 1,414$) používaný u **standardních formátů papírů řady A i B** se označuje jako „**brána harmonie**“ (*ianua harmo-*



Obr. 10.5 – Zarovnání prvků ke kompozičním osám.

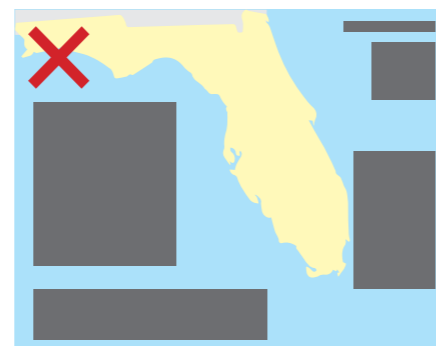
niae), a vychází z poměru odvěsky ku přeponě jednotkového trojúhelníku.

Zarovnání jednotlivých prvků k pomyslným kompozičním osám (kompozičnímu *gridu* stránky) je důležitým prvkem, který má vliv na **vnímání uspořádanosti stránky** (obr. 10.5). Čím méně takových os mapa používá, tím jednodušším a přehlednějším dojmem působí. Přílišné zarovnání všech částí prvků ale může působit nudně. Zarovnávání ke kompozičním osám je třeba **kombinovat s dalšími zásadami**, zejména vizuální vahou – v některých případech mohou geometricky nezarovnané prvky působit opticky vyrovnaně (a naopak).

Významnou roli ve vnímání celkové kompozice stránky hraje **volné**

místo (tzn. plocha, která není pokryta prvky mapy). **Příliš volného místa** působí dojem prázdnoty, plýtvání prostorem, na druhou stranu ale může dát kompozici **lehkost, volnost** a pomoci vypíchnout prvky samotné. Na druhé straně **mapa bez volného místa** působí **přehlněně, komplikovaně, zhuštěně**. Maximální využívání prostoru stránky je většinou z více důvodů žádoucí, pak je ale třeba některé prvky navrhnout vizuálně lehké tak, aby mohly volné místo do určité míry nahradit a celkové vyznění listu odlehčit.

K **maximálnímu využití prostoru mapového listu** je třeba vy-

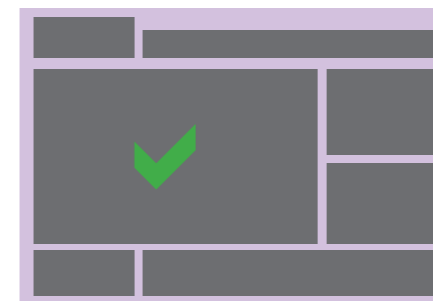


Obr. 10.6 – Využití tvaru zobrazovaného území při kompozici prvků na listu.

užívat konkrétního tvaru jednotlivých prvků mapy a umisťovat je tak, aby **volné** (a jinak nevyužitelné) **místo bylo minimalizováno** (obr. 10.6). Zároveň bychom ale **související prvky** (např. mapu a její legendu a měřítko) **umisťovat blízko sebe** tak, aby byla zřejmá souvislost. Vzájemnému propojování jednotlivých prvků napomáhá, pokud nejsou ohraničeny rámečky. **Kompaktního dojmu** dosáhneme rozmístěním prvků na listu tak, aby **nevznikaly sloupce/řady oddělené po celé výšce/délce listu** (obr. 10.7).

10.2 Prvky mapového listu

Téměř každý mapový list obsahuje kromě samotné (hlavní) mapy



Obr. 10.7 – Propojení versus rozbití jednotlivých prvků mapy na listu.

také další prvky. Některé bývají označovány za **povinnou součást každé mapy** (název, legenda, měřítko), jiné jsou **volitelné** a najdeme je jen na některých mapách. Ačkoliv kartografická pravidla je dobré dodržovat, zvláště u jednoduchých a schematických mapek sloužících jako doprovodný prvek nemusí být v některých případech ani „povinné“ součásti umístěny.

10.2.1 Rozměr mapového listu

Formát (poměr stran) a rozměr mapového listu je základním „hřištěm“ tvůrce mapy. Teoreticky existují dva přístupy: **pevně daný formát**, na nějž je třeba mapu umístit, nebo **formát libovolně zvolený dle požadovaného obsahu** (a měřítka) mapy. V praxi se tyto přístupy **doplňují a ovlivňují**.

• Obecně bývá snaha **umístit požadovaný obsah na co nejmenší formát** (při adekvátním zaplnění mapového listu).

- Použití **standardních tiskových formátů** (A3, A2 apod.) bývá **ekonomicky výhodnější** (viz tab. 10.1 velikosti standardních formátů). Při tisku panoramatického nebo čtvercového formátu na standardní listy a následném ořezu **vzniká odpad zvyšující cenu výroby**. Vždy se vyplatí před zahájením tvorby mapy zjistit **podrobné specifikace tiskárny**, kde se mapa bude tisknout – zejména u ofsetových tiskáren tisknoucích na role či archy papíru je znalost konkrétního rozměru důležitá pro stanovení správných rozměrů a minimalizaci tiskového odpadu.
- U map s předpokládaným **elektronickým využitím** není vhodný formát na výšku, naopak spíše než klasický poměr stran jsou vhodnější širší formáty ($16 : 9, 2 : 1$), které lépe **vyplní moderní širokoúhlé obrazovky**.
- **Tvar zobrazovaného území** hraje při výběru formátu velkou roli (chilští kartografové by mohli

základní řada	doplňková řada	obálková řada	A0 = 1 m ²
A0 841 x 1189	B0 1000 x 1414	C0 917 x 1297	
A1 841 x 594	B1 1000 x 707	C1 917 x 648	
A2 420 x 594	B2 500 x 707	C2 458 x 648	
A3 420 x 297	B3 500 x 353	C3 458 x 324	
A4 210 x 297	B4 250 x 353	C4 229 x 324	
A5 210 x 148	B5 250 x 176	C5 229 x 162	
A6 105 x 148	B6 125 x 176	C6 114 x 162	
A7 105 x 74	B7 125 x 88	C7 114 x 81	
A8 52 x 74	B8 62 x 88	C8 57 x 81	
RA3 (A3 s ořezem)		430 x 305	
SRA3 (A3 s ořezem a spadávkou)		450 x 320	

Tab. 10.1 – Rozměr (mm) standardizovaných formátů papíru. [Wikipedia].

toho je možné název legendy (u tematických map) použít jako jakýsi **podtitul** s prostorovým, časovým nebo upřesněným tematickým zaměřením, případně na tomto místě uvést jednotky. U map s **topografickým obsahem** rozdělujeme obsah legendy podnadpisy na vodstvo, komunikace a další skupiny prvků obsahu mapy.

Uspořádání znaků je možno volit **tematicky** (vodopis, doprava, zástavba atd.), či podle **geometrie prvků** (bodové, liniové, plošné). U obsáhlejších legend je vhodné **primární dělení tematické a topografické prvky**, uvnitř tematických

● krajské město

silnice

- == dálnice
- == rychlostní komunikace
- == silnice 1. třídy

vodní toky a plochy

- ~ vodní tok
- ~ vodní plocha

chráněná území

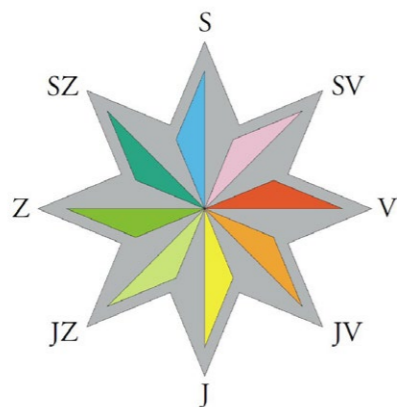
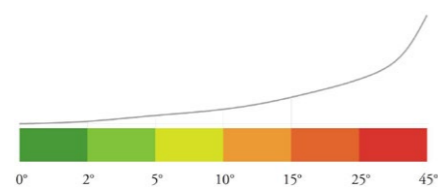
- ✿ chráněná krajinná oblast
- ✿ národní park

Obr. 10.13 – Strukturovaná a zarovnaná legenda.

okruhů pak **dělení dle geometrie**. Legendy s velkým množstvím prvků je vhodné **strukturovat i do více úrovní (obr. 10.13)**, oddělených přehlednými nadpisy a podnadpisy pro ulehčení orientace.

Jednotlivé prvky legendy (znaky a jejich vysvětlení) by měly být **správně zarovnané**: obvykle používáme **zarovnání znaků na střed** na jednu osu, **popisu do leva k další ose (obr. 10.13)**. Popis všech prvků legendy by měl být ve **stejném čísle** (tedy např. obec, kraj – ne obce, kraj), obvykle **preferujeme jednotné číslo** (možné jsou však výjimky, např. chaty ve smyslu areálu chatářské kolonie apod.).

Legendu je možné umístit na mapovém listu v podstatě kamko-



Obr. 10.14 – Legenda jako grafický prvek.

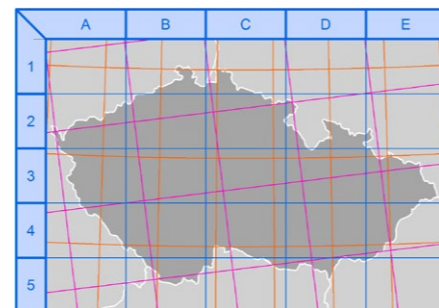
liv, měla by však ležet v **bezprostřední blízkosti mapového pole**, k němuž se vztahuje (a nebýt od něj vizuálně oddělena jinými prvky). Pokud to je možné, bývá výhodné do **jedné skupiny** (části mapového pole) umístit legendu spolu s měřítkem, tiráží (a směrovkou). Legendu je také možné **spojit třeba s grafem nebo jiným vizuálním/schematickým prvkem (obr. 10.14)**.

10.2.5 Mapové sítě a rám mapy

Mapa může obsahovat **několik typů sítí (obr. 10.15)**:

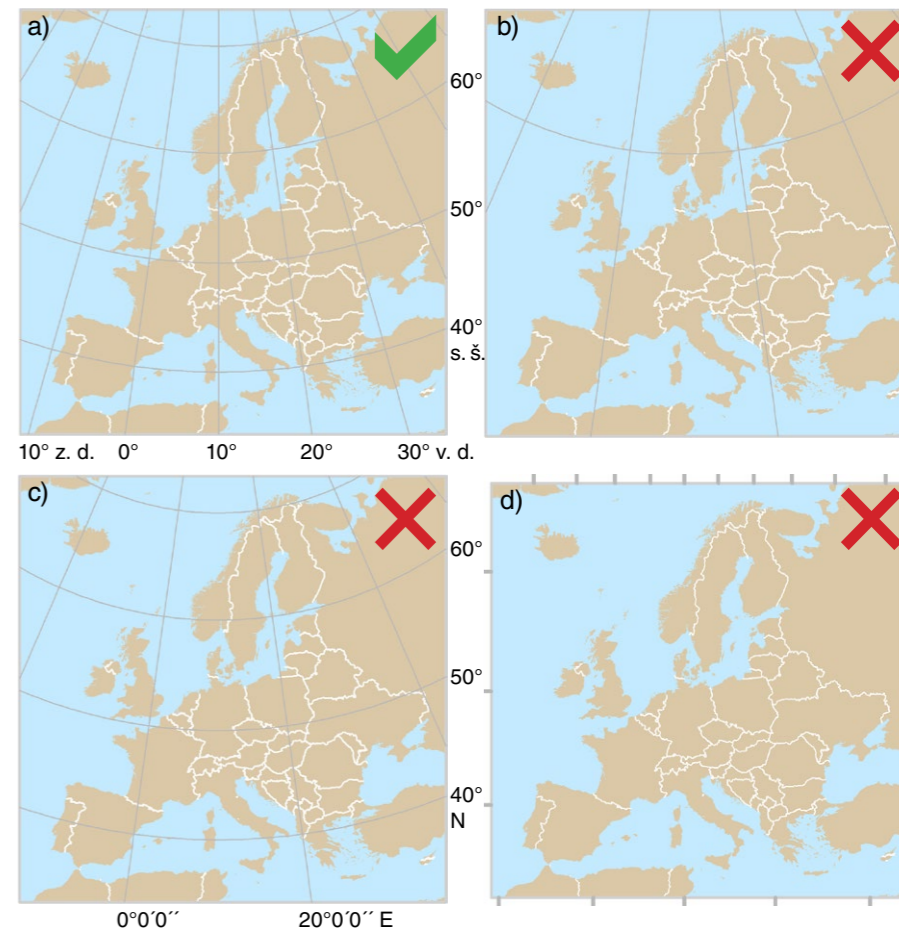
- **zeměpisnou/geografickou** (rovnoběžky a poledníky),
- **souřadnicového systému** (souřadnice dle kartografického zobrazení, např. S-JTSK),
- **indexovou** (pomocná síť řádků a sloupců označených písmeny a čísly pro snadnější vyhledávání v mapě dle rejstříku prvků).

Pro **zobrazení sítí na mapě** platí (obr. 10.16):



Obr. 10.15 – Tři typy sítí na mapě: zeměpisná (po 1°, červeně), souřadnicového systému (S-JTSK po 10 km, fialově), indexová (modře).

- zeměpisná síť je vhodným doplňkem mapy, protože umožňuje **snadnou orientaci v mapě** (ve smyslu jižněji-severněji, východněji-západněji) zejména v případech, kdy **tvár zeměpisné sítě** je vlivem použitého kartografického zobrazení **zakřivený, pootočený** nebo v různých částech mapy **různý**;
- používání zeměpisné sítě má význam zejména na mapách, u nichž je **znalost zeměpisné polohy důležitá** ke správné interpretaci mapy (obecně tedy u map topografických, turistických, navigačních), u jiných (převážně tematických socio-geografických) je spíše zbytečné;
- **síť souřadnicového systému** je ještě specifitější součástí mapy a její smysluplné užití je v podstatě omezeno na **topografické mapy** (státní mapové dílo, vojenské mapy apod.); zeměpisná/souřadnicová síť by měla mít **stejný interval pro zeměpisnou šířku i délku (obr. 10.16a, c)**;
- v daném mapovém výřezu by měly být vždy **alespoň dvě rovnoběžky/poledníky (obr. 10.16a, b)**;
- jen **rámové značky (ticks)** namísto sítě lze použít pouze v případě **přímkové (nezakřivené)** podoby zeměpisné sítě, a měly by být umístěny **po obou stranách i nahore a dole (obr. 10.16d)**;
- sítě by měly být **umístěny pod bodovými znaky** (včetně např. kartodiagramů) a **popisem**, eventuelně i pod **liniovými znaky**;
- sítě jsou **doplňkovým kompozičním prvkem mapy**, čemuž by měla



Obr. 10.16 – Příklad dobré a špatné praxe při zobrazení zeměpisné sítě na mapě: a) správný interval i popis zeměpisné sítě; b) pouze jedna rovnoběžka; c) odlišný interval zeměpisné šířky a délky, anglický popis, zbytečné minuty a vteřiny u popisu zeměpisné délky; d) chybné použití rámových značek u zobrazení s křivkovým obrazem rovnoběžek.

odpovídat jejich **malá vizuální váha** (použití nevýrazné, nekонтastní barvy /šedá, modrá, hnědá/ a tenké šířky linky), aby mapa nevypadala jako za mřížemi;

• zeměpisné souřadnice by měly být **popsány v jazyce mapy** (tzn. u čes-

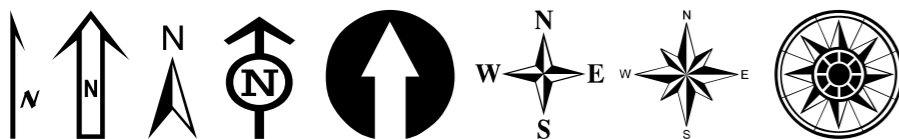
kých map SVJZ, ne anglické NESW; to platí i pro všechny další prvky obsahu mapy) (obr. 10.16a, c);

• popisky zeměpisné sítě by měly obsahovat jen tolik **desetinných míst** (eventuelně dělení na minuty, stupně), do jaké podrobnosti

jsou rozděleny intervaly (pokud je interval zeměpisné sítě 5°, je zbytečně uvádět 5°0'0'') (obr. 10.16a, c). **Rám mapy** ohraničuje mapové pole. V některých případech se nepoužívá (zejména u menších, jednodušších map), může mít podobu **jednoduché linky** – součástí často bývají značky zeměpisné/souřadnicové sítě a její popis, nebo být **složitým, až zdobným prvkem** mapy – s vnitřním členěním odpovídajícím mapové síti. Pokud rám nechceme použít právě jako zdobný prvek, bývá vhodnější nenápadný (jak šířkou linky, tak barvou) rámeček než příliš výrazný rám (a to zejména v případě, kdy mapový list obsahuje více mapových polí).

10.2.6 Směrovka

Směrovka je vhodným doplňkem mapy zejména tehdy, pokud **není mapa orientována horním okrajem přesně nahoru** (typicky u Křovákova zobrazení). Směrovka navíc může být **zajímavým designovým prvkem mapy** (i zde ale platí, že její styl musí být v souladu se stylem celé mapy; obvykle jsou jednodušší směrovky vhodnější než směrovky příliš komplikované a ozdobné – obr. 10.17). Při jejím použití je však třeba **dávat pozor na to, zda v daném zobrazení směrovka platí po celé ploše mapy**



Obr. 10.17 – Příklady směrovek od jednoduchých po ozdobné.



Obr. 10.18 – Příklad nesmyslného užití směrovky na mapě.

(obr. 10.18). Například u zmiňovaného Křovákova zobrazení se **úhel poledníků mění** ve směru východ-západ, a tak použití směrovky je **nesprávné u map**, které zobrazují větší území (např. celé Česko) (v tom případě je lepší použít zeměpisnou síť). Obecně je směrovka **smysluplnější u map velkých měřítek**, u map středních a malých měřítek bývá užitečnější a většinou správnější zeměpisná síť.

U směrovky je potřeba dávat pozor na **správný popis** (český SVJZ, ne anglický NESW u českých map).

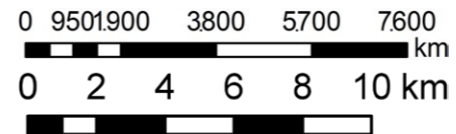
10.2.7 Měřítko

Měřítko může být **číselné, grafické a slovní**. U jeho volby je třeba zohlednit:

- **měřítko mapy** (grafické měřítko nemá smysl u map malých měřítek, z důvodu znatelně se projevujícího odlišného zkruslení délek v různých směrech/částech mapy smysl u map malých měřítek);
 - **kartografické zobrazení** a jeho způsob zachování/zkruslení délek (ovlivňuje, kde a jak je grafické měřítko použitelné);
 - **účel mapy** (například mapa pro digitální použití – typicky obrázek na webu – by měla obsahovat spíše grafické měřítko, které při zobrazení v různých velikostech/na různých zařízeních s odlišným rozlišením displeje bude dávat smysl spíše než měřítko číselné).
- Pro **číselné měřítko** platí:
- mezi číslicemi a dvojtečkou je **z obou stran mezer**: **1:100 1:100 1:100**;
 - u tisíců používáme **oddělení mezerou**, ne čárkou (pokud se nejedná o mapu v angličtině): **1:50 000 1:50,000 1:50000**;
 - číselné měřítko **zaokrouhlujeme na elegantní hodnoty**, i pokud je mapa (například kvůli umístění na formát) v měřítku poněkud odlišným: **1:1 500 000 1:1 498 231**.

Pro **grafické měřítko** platí (obr. 10.19):

- používáme **uměřený design**, méně je často více;
- měřítko je doplňkový prvek mapy, proto by mělo mít spíše **menší vizuální váhu** (lepší je např. použití tmavě šedé barvy než černé, a vhodných – spíše menších – rozměrů);



Obr. 10.19 – Správné a špatné grafické měřítko.

- **čísla** píšeme podle zásad daného jazyka (oddělení tisíců mezerou, ne čárkou);
- obecně lepší jsou **kratší, nedese-tinná čísla**: **10 km 10 000 m 100 m 0,1 km**;
- volíme **smysluplné intervaly** popisu;
- jednotlivé popisky intervalů musí být od sebe **jednoznačně odlišitelné**, nepřekrývající se;
- měřítko vytváříme v daném kontextu **používaných jednotek** (metry nebo kilometry, ne míle a palce u českých map);
- **popis jednotek** patří za číslo popisku (ne za samotné grafické měřítko) a je od něj **oddělen mezerou**.

Slovní měřítko má smysl zejména u specifických map, jako jsou například **panoramatické/pohledové mapy**. Pak lze uvést například „*Měřítko se mění s perspektivou. Vzdálenost mezi městy X a Y je 50 km, mezi městy X a Z 23 km.*“

Měřítko by mělo být **umístěno u mapového pole**, k němuž se vztahuje (zejména u mapových listů s více mapovými poli). Měřítko lze **vynechat** u tematických map známých území (například u mapy hustoty zalidnění Česka v jednotlivých krajích, tematické mapy světa).

10.2.8 Tiráž

Tiráž mapy by měla podávat **informace o autorovi mapy**, autorech či zdrojích **použitých dat** (a to jak tematických, tak podkladových; uvedení zdroje je často podmínkou licence pro užití dat – a to i u těch, která jsou dostupná zdarma, jako je např. ArcČR 500), **kartografickým zobrazení, roku vydání** (případně dalších důležitých datech z hlediska obsahu mapy – např. redakční uzávěrka, rok původu použitých statistických údajů atp.), **zodpovědné instituci**, licencování z hlediska **autorských práv** (copyright, typ *Creative Commons* licence atd. – viz [kap. 2.3](#)), **kontaktní údaje** apod.

Tiráž je jakási **závěrečná informace**, proto bývá preferováno její umístění do **dolní (pravé) části mapového listu**, jako doplňkový údaj by měla mít spíše menší vizuální váhu. Množství informací poskytovaných v tiráži závisí na různých okolnostech (a podrobnosti mapy), obecně platí **čím více, tím lépe**. Minimálně autor mapy by měl být uveden vždy.

10.2.9 Další prvky mapového listu

Na mapovém listu bývají umístěny **fotografie, obrázky, grafy a diagramy, texty** apod. Z poměru mapových a nemapových prvků vyplývá celkový dojem z dokumentu – zda se jedná spíše o **mapu s doplňky**, nebo **grafický list** (plakát, panel) **doplňený mapou**. Pokud považujeme **mapu za nejdůležitější** (hlavní)

prvek dokumentu, je třeba pomoci vizuální hierarchie dosáhnout takového vnímání: mapu umístit do vizuálního středu dokumentu, použít výrazné barvy apod., naopak doplňkové prvky (grafy, fotky, texty) prezentovat spíše v méně výrazných barvách, po okrajích mapy.

Pokud **doplňkové prvky** přímo navazují na obsah mapy, je vhodné je s nimi **vizuálně propojit**. Například u mapy krajinného krytu, doplněné grafy ukazujícími podíl jednotlivých kategorií, je vhodné použít v grafech stejné barvy, jako jsou použity v legendě. Podobně barvy pro jednotlivé kategorie/prvky mohou být zvoleny tak, aby korespondovali s ilustračními fotografiemi na mapovém listu.

103 (Nejen) designové zásady obecně

Nejlepší učebnicí designu jsou **inspirativní kvalitní díla**. Nejde o to cizí práce kopírovat, ale inspirovat se, přemýšlet co, proč a jak je uděláno, zda to funguje, jaké emoce dané řešení vyvolává apod. Mapy a infografiky **National Geographic**, mapy publikované v časopise **Journal of Maps**, projekt **Severoamerické kartografické společnosti (NACIS) Atlas of Design** nebo **Mapcarte Komise mapového designu Mezinárodní kartografické asociace** jsou dobrým místem, kde začít. **Několik příkladů** přinášíme na dalších stranách.

Americký statistik s přesahem ke (geo)vizualizaci **Edward R. Tufte**

výrazný nadpis doplněný podtitulem

účelné využití prostoru mapového listu vzhledem k tvaru jednotlivých prvků

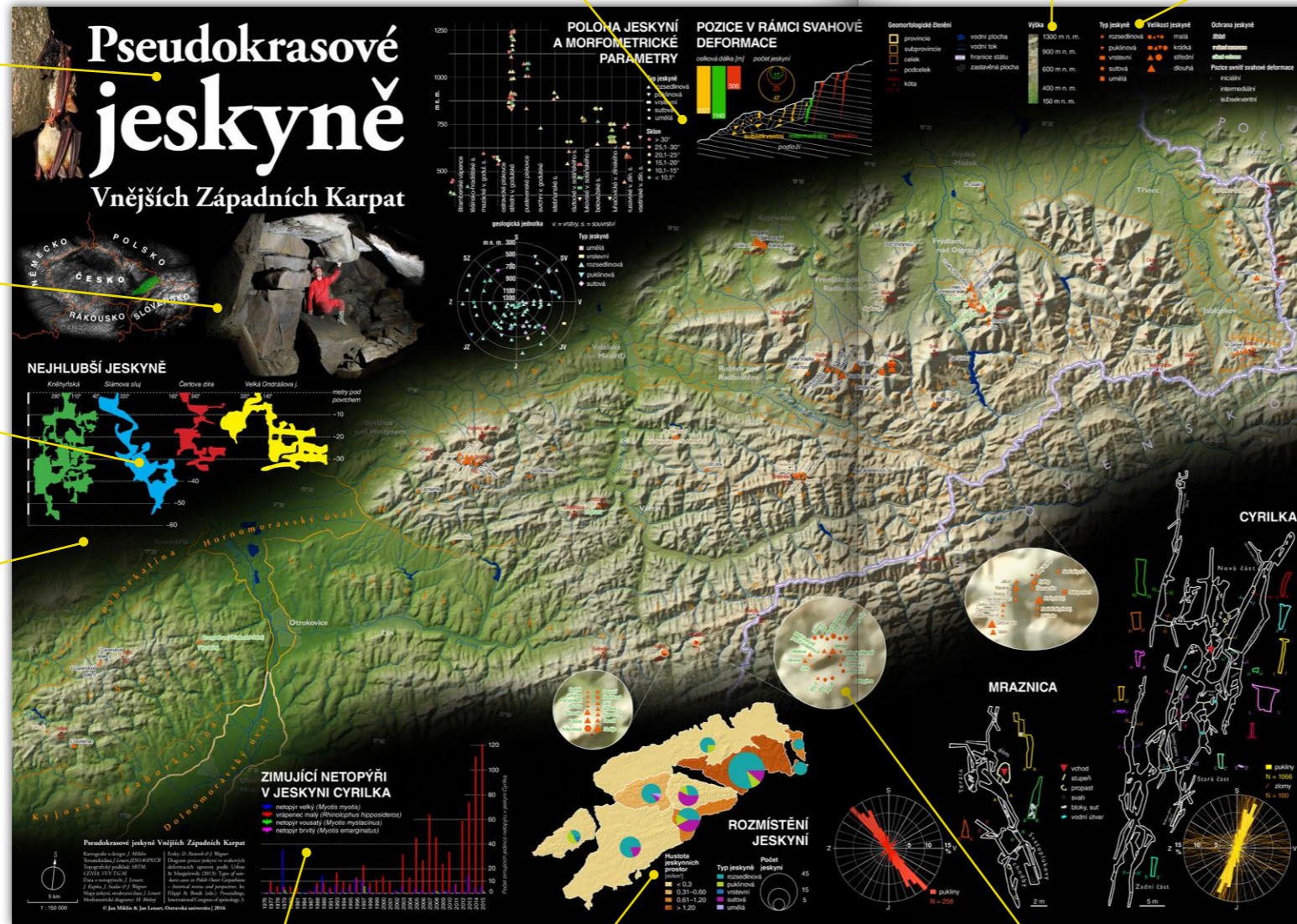
jasné kontrastní barvy vystupují z pozadí

černé pozadí evokující podzemí – jeskyně

infografiky namísto nudných čísel

legenda barevné hypsometrie v kombinaci se stínováním

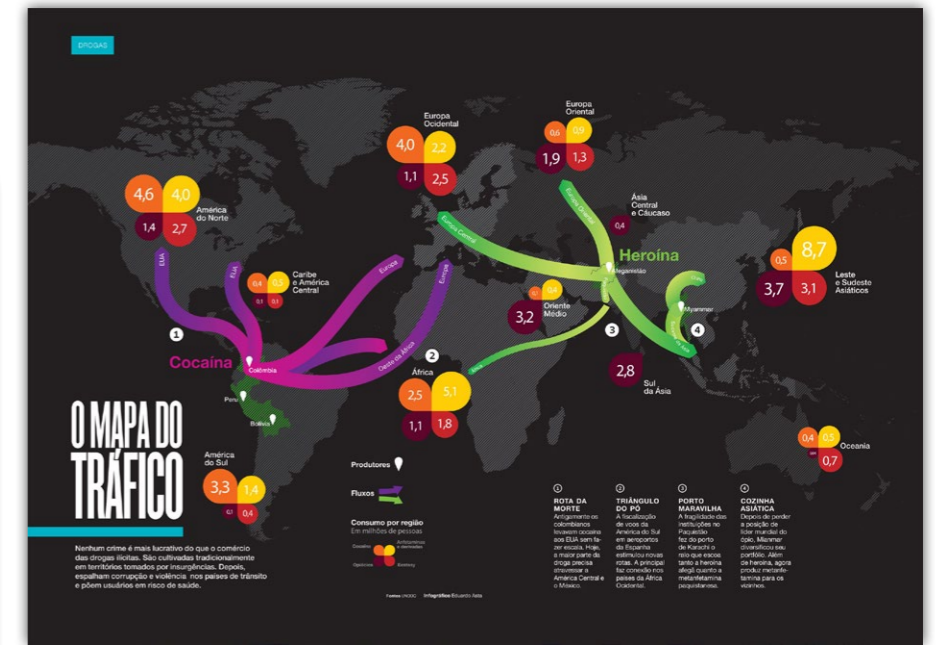
všechny tvary ve všech použitých velikostech



infografika namísto nudných čísel

správný typ tematických metod a barevných schémat

details v zoomu



O MAPA DO TRÁFICO (Eduardo Asta, 2014)

Výrazný kontrast mezi pozadím a tematickým obsahem; originální tvar diagramu; originální typografie titulu.

(1983) a kartografové Tom PATERSON (2010) či John NELSON (2013) sepsali několik základních – převážně designových – rad a tipů (nejen) pro tvorbu map, jimiž je dobré se při práci řídit.

Základem je pořádek: pořádek v datech, postupech. Správná struktura dat (složky, podsložky, názvy vrstev a souborů atd.) spolu s dokumentací postupu (zapsanou pro případ, že se k rozdělané práci vrátíme později než druhý den ráno; obsahující vysvětlení, jakými procesy a úpravami prošly jednotlivé vrstvy – generalizaci, slučování kategorií, manuální úpravy apod.) je klíčem pro efektivní a úspornou

práci. Množství nelogicky pojmenovaných vrstev umístěných v různých složkách a různě upravených, u nichž člověk neví, co obsahují, jak se navzájem liší a kde jsou použity, je noční můrou tvůrce mapy.

Nelžete na mapách: zvolené metody a jejich aplikace (např. klasifikace intervalů) by měly odpovídat charakteru dat, ne je překrucovat. Srovnávat musíme srovnatelné, nevytrhávat data z kontextu.

Odstraňte blbosti: vše, co není potřeba k lepšímu vysvětlení dat, vlastně není potřeba. Mapa je dokonalá tehdy, kdy už z ní nemůže nic odebrat bez toho, aby ztratila na své informační hodnotě.

vymezení lokality – dvojice mapek s různým detailem

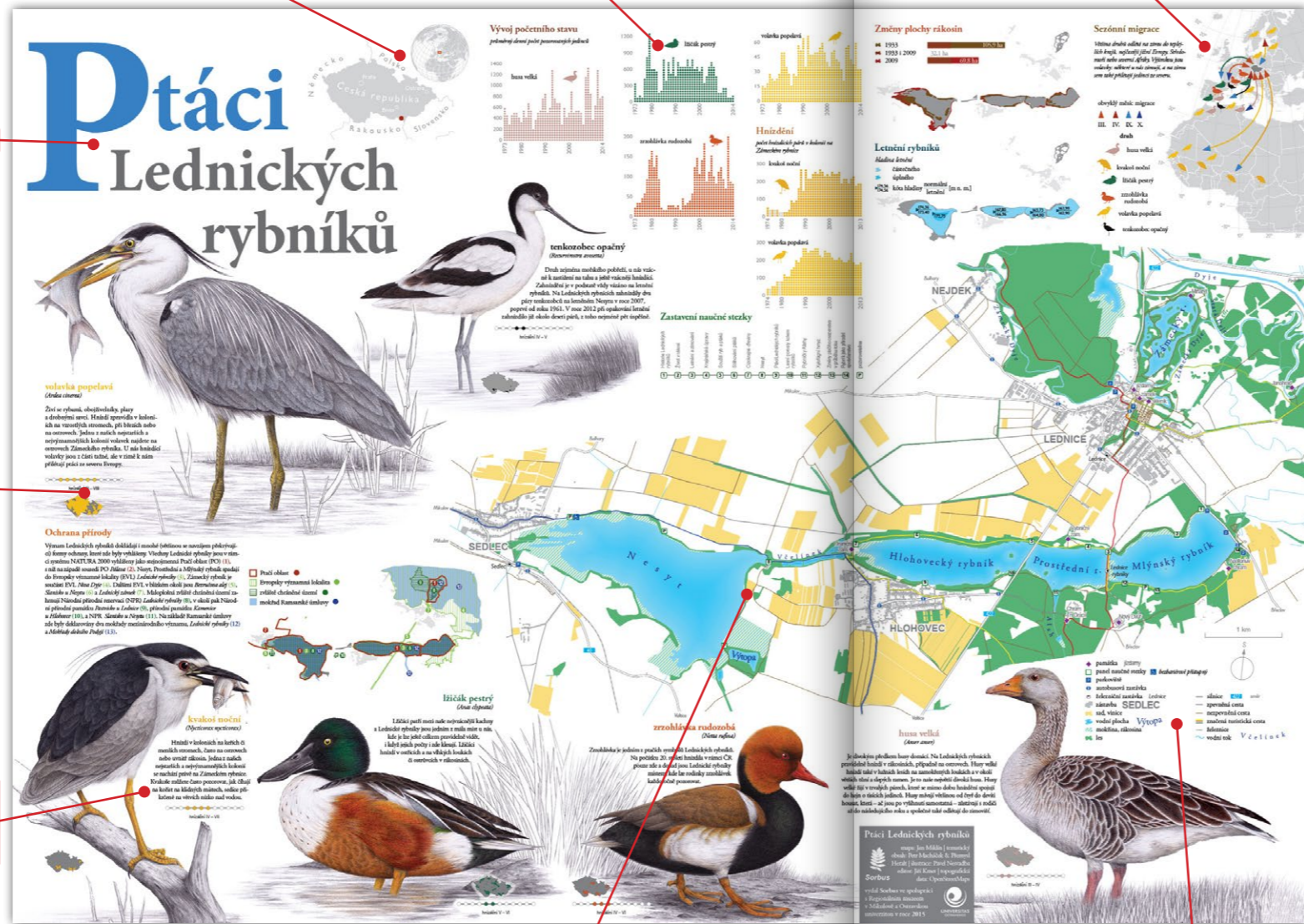
opakované použití stejných „druhových“ barev v grafech, mapách i infografikách

různé vizuální proměnné k vizualizaci maxima informací na jedné mapce

výrazný titul s iniciálou

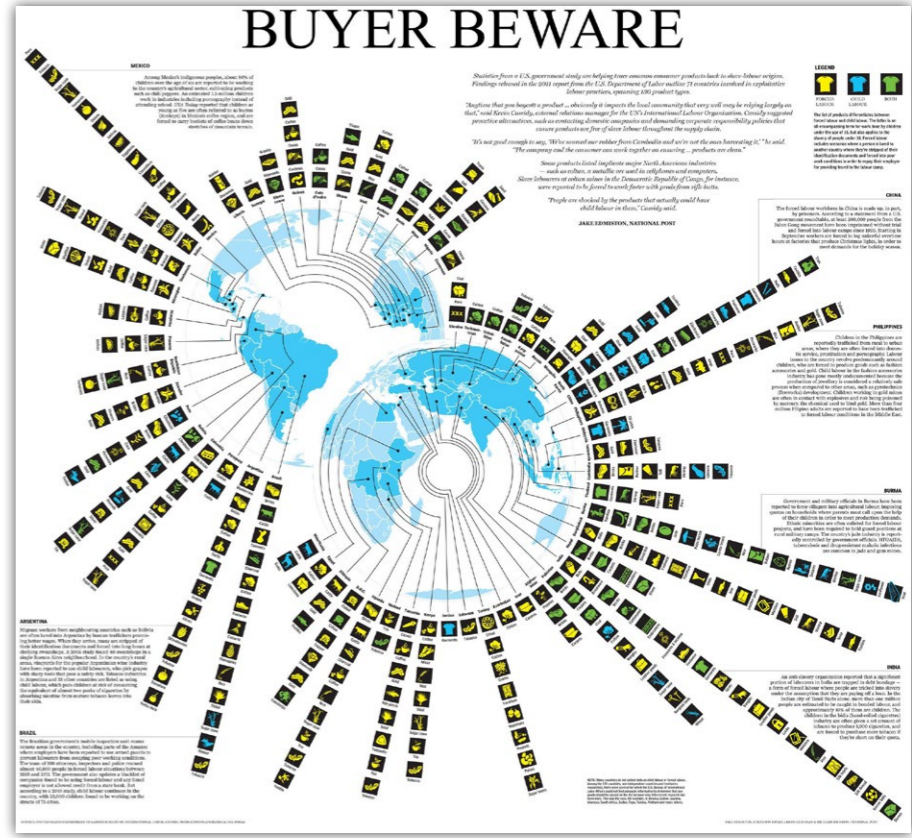
grafický prvek namísto prostého popisu

účelné využití prostoru mapového listu vzhledem k tvaru jednotlivých prvků



jednotný barevný princip: pastelové barvy tematických informací na šedém (neutrálním) pozadí

legenda včetně popisků



BUYER BEWARE (National Post, 2012)
Originální zobrazení; kruhové uspořádání grafiky; použití ikon.

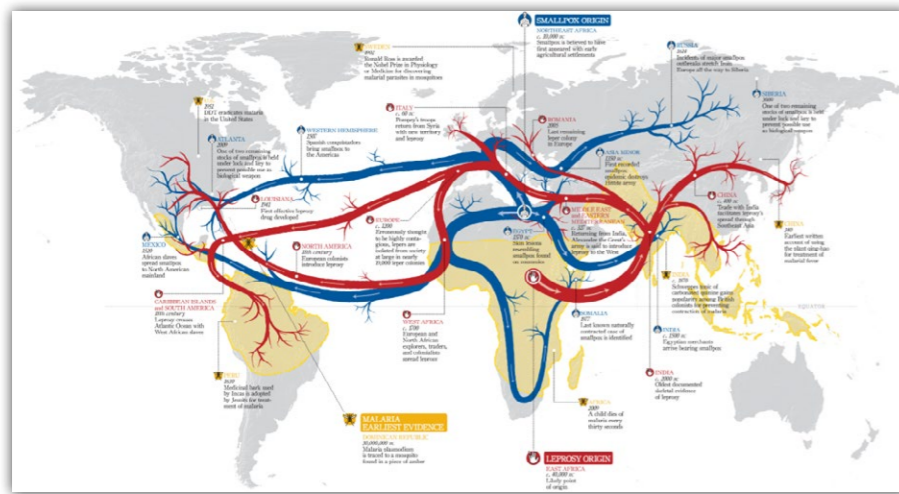
Dodržujte standardy a konvence: originalita je dobrá, ale ne za každou cenu. Pokud pro danou věc existují běžně používané značky, barvy, uspořádání – použijte je, pokud nemáte hodně dobrý důvod, proč to udělat jinak.

Nepoužívejte výchozí nastavení: přednastavená barevná schémata, výchozí písma, grafická měřítká, symboly ze základní sady – to vše je znakem lenosti autora. Výsledná mapa vypadá anonymně,

stejně jako stovky a tisíce jiných, nezaujme, i kdyby samotný obsah byl sebevíce zajímavý originální.

Vizuální komunikace nejlépe funguje vizuálními prvky: pokud je možné nějakou informaci znázornit graficky, schématem, diagramem, praktiky vždy to bude lepší volba, než ji podat v textu.

Mapa není vždy nevhodnějším způsobem pro vizualizaci všech dat. Data, u nichž prostorová lokalizace hraje spíš podružnou roli, ale



CONTAGION (Hasaim Hussein, 2009)
 Tematicky stylizovaný liniový kartodiagram; silný vizuální kontrast mezi tematickými daty a pozadím.



HORA MUNDIAL (Eduardo Asta & Vincenzo Scarpellini, 2004)
 Pozadí v národní barvě; kontrastní barva; originální zobrazení; grafické prvky.

naopak ukazují časový vývoj, často mnohem přehledněji a jednodušeji prezentuje graf či jiná infografika.

Vynikněte a zaujměte: prosadit se v konkurenci dalších map a audio-vizuálních prvků není jednoduché. Hezká, originální a nápadná mapa člověka zaujme a přitáhne jeho pozornost, jednoduchost a přehlednost obsahu jeho pozornost udrží, dobrý design podporující originální, zajímavé a nové sdělení mapy napomůže zapamatování. Je potřeba počítat s tím, že na 500 časových jednotek strávených tvorbou mapy připadne jedna věnovaná uživatelem.

Vytvořte si styl: vytvoření vlastního stylu, díky němuž vaše mapy budou k sobě (a vám jako autorovi) přiřaditelné je důležité pro prosazení se vůči konkurenci.

Vzdělávejte se: technika, postupy i design se neustále vyvíjí – na konferencích nebo v odborných publikacích lze načerpat inspiraci pro vlastní postupy a práci.

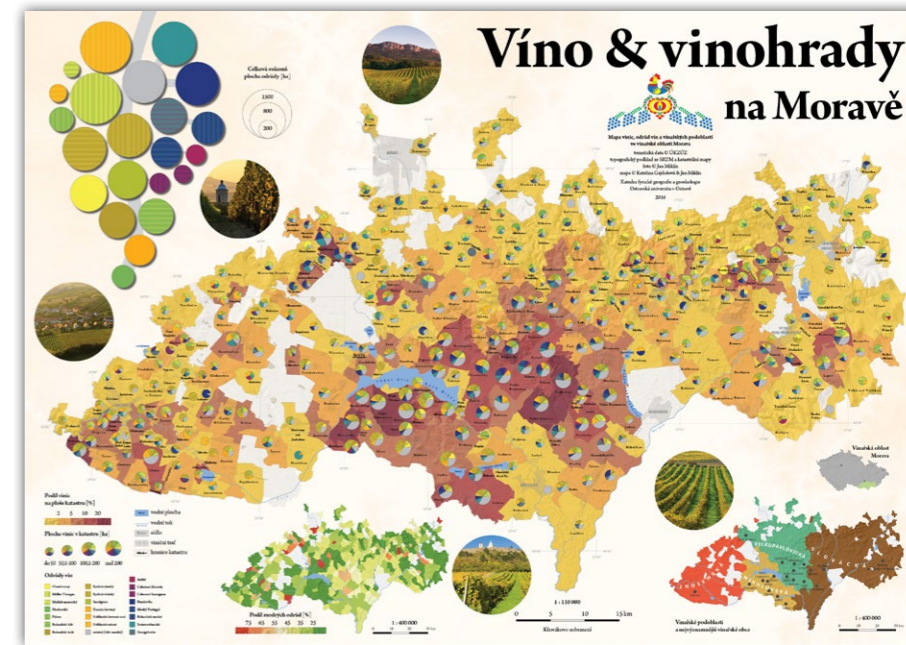
Konzultace nápadů: z konfrontace různých pohledů a názorů obvykle vykrystalizují lepší řešení, než byly původní nápady. Z toho důvodu je dobré nechat si i individuálně připravovanou mapu posoudit někým jiným – nezaujatý člověk upozorní na chyby a nejasnosti, které autor mapy znající do detailu všechna zákoutí dat a problematiky lehce přehlédne nebo si neuvědomí.

Stanovení a dodržování priorit: ne každá mapa může být dokonalá, ať už to je z důvodů finančních, časových či dostupnosti dat. Pro-

to je důležité (i vzhledem k účelu a použití mapy) stanovit priority, kterým věnovat čas a práci, a které naopak zanedbat. Správnost obsahu a vhodnost použitých metod spolu s celkovým efektivním designem patří k prioritám prakticky všech map.

Pozor na chyby a překlepy: ať je vaše mapa sebelepší, jediný překlep, gramatická či typografická chyba, zvláště v nápadných částech, jako je název, ji snadno degraduje. Chyba, které si čtenář všimne, v něm nahodí důvěru k prezentovaným datům a závěrům. Při kontinuální práci na jakémkoliv díle je člověk ke svým chybám slepý a často si jich nevšimne, proto je důležitá externí korektura. Před většinou překlepů a jednoduchých chyb efektivně chrání automatická kontrola pravopisu (proto je vhodné všechny texty psát v editoru, který tuto funkci možnost nabízí, a do mapového software text kopírovat). Pozor ale na automatické opravy chyb, které (zvláště v odborných textech obsahujících neobvyklá slova a cizí výrazy) mohou do textů chyby naopak dodat.

Práce v týmu: společná práce na mapě v týmu, kde má každý na starosti část z celého procesu, je výrazně odlišná od individuální tvorby mapy od A do Z. Není možné zde prosadit všechny nápady, je potřeba spoléhat na výsledky práce ostatních členů týmu, na druhou stranu je možné těžit ze znalostí a zkušeností ostatních. Mimořádně důležité je správné řízení týmu (od rozdělení rolí tak, aby každý dělal to, k čemu má přirozené vlohy,



VÍNO & VINOHRADY NA MORAVĚ (Kateřina Gajdošová & Jan Miklín, 2016)
 Výrazný titul; diagram ve tvaru hroznu ladí s tematikou mapy; vhodná a k sobě navzájem se hodící barevná schémata; zeměpisná síť ukončená po krajích zájmového území; velmi jemné zobrazení reliéfu jako podklad celého mapového listu; kruhy jako opakující se jednotící prvek (diagramy, fotografie).

po kontrolu dodržování postupů, výsledků a termínů).

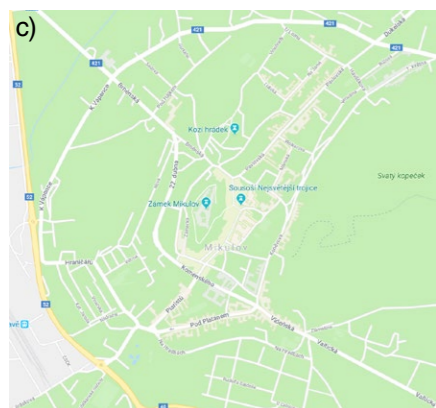
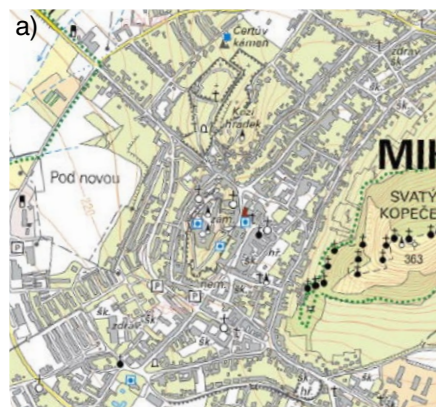
Pravidla jsou od toho, aby se porušovala – ale je potřeba je znát, vědět, proč byla právě takto stanovena, a proč a jak je zrovna v tomto případě porušit.

10.4 Mapové styly

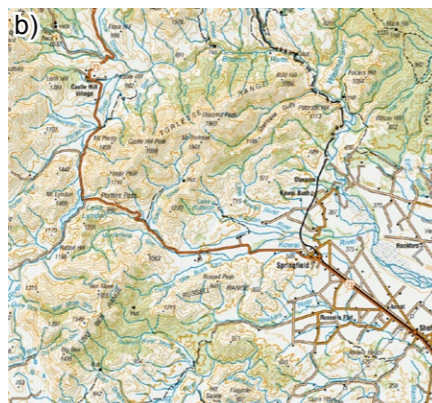
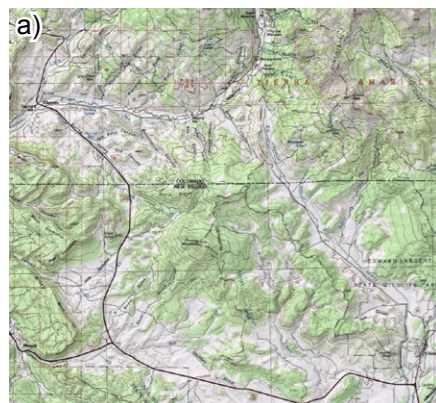
Kartografický styl mapy je dán jejími používanými vyjadřovacími prostředky – barvami, kompozicí, typografií, znaky, podrobností obsahu aj. Styl je tvořen konzistentním používáním charakteristic-

kých a vůči jiným mapám odlišných prvků (obr. 10.20, 10.21, 10.22). Styl mapy je ovlivněn různými faktory: účelem mapy, jejím tématem a obsahem, technickými a softwarovými prostředky, autorem a jeho znalostmi, zkušenostmi a dovednostmi.

Přístupů k vymezení kartografických stylů existuje velké množství, jejich základem je obvykle analýza dílčích prvků mapy, jejich rozřídění do kategorií a následné odvození stylové skupiny, přičemž lze pracovat s několika osami popisujícími různé aspekty (složitost/jednoduchost, schematičnost/bohatost atd.).



Obr. 10.20 – Stejně území na mapě a) ČÚZK, b) OpenStreetMap, c) Google Maps, a d) Mapy.cz.



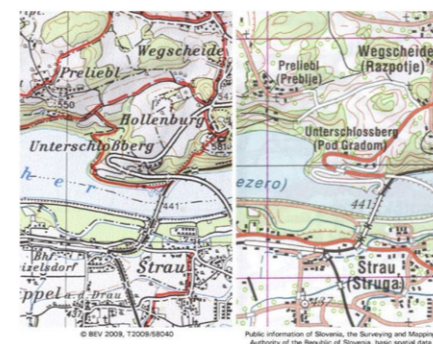
Obr. 10.21 – Příkladů národních topografických map: a) USA (topografická mapa ESRI), b) Nového Zélandu (Land Information New Zealand), c) Nizozemí (Open Topografie/ESRI Nederland)

Podle účelu mapy rozlišujeme styl:

- **užitkový** (u všeobecně-geografických, topografických a tematických map): zaměřený na téma a uživatele, využívá všechny typy znaků (obr. 10.20, 10.21, 10.22);
- **vědecký**: mapy se specifickým tématem, pro pochopení nutná znalost tématu, menší názornost, vysoká abstrakce;
- **populární**: snaha o jednoduchost, vyšší využívání doplňkových prvků, barevnost, ikonické a ilustrativní znaky, názornost má často přednost před přesností;
- **umělecký**: důraz na estetickou funkci před přesností či obsahovou stránkou, obvykle malá míra využívání konvencí, naopak originální přístup, ať už ke znakům, kartografickému zobrazení apod. (obr. 10.23).

Podle tvůrce rozlišujeme styly:

- **autorské (individuální)**: podoba mapy je výrazně ovlivněna jejím tvůrcem a jeho individuálními



Obr. 10.22 – Stejně území na národních topografických mapě 1 : 50 000 vydané a) rakouskou Bundesamt für Eich- und Vermessungswegen, b) slovinským Geodetska Uprava Republike Slovenije.

[převzato z KENT & VUJAKOVIC 2009]

- **volbami výrazových prostředků;**
- **editoriální (vydavatelské)**: podoba mapy je dána zásadami a pravidly vydávající instituce – např. ČÚZK, National Geographic (obr. 10.21, 10.22, 10.24);



Obr. 10.23 – Umělecký styl mapy. [Watercolor]



Obr. 10.24 – Editoriální styl map National Geographic definuje charakteristický typ písma, zobrazení reliéfu a symboly pro hranice.

- **národní a regionální**: podoba prvků (ať už některých znaků v mapě či doplňkových – grafického měřítka apod.) je podobná (vycházející ze stejného základu) pro mapy daného státu či regionu (obr. 10.25).



Obr. 10.25 – Charakteristickým stylem znakem amerických map je používání erbů jako pozadí pro čísla silnic.

Mapový list a jeho prvky v ArcGIS

Základním rozhraním, na němž v ArcGIS komponujeme mapu, je **Layout** (obr. 10.26), uložený jako součást mapového projektu (jeden projekt může mapových Layout obsahovat několik). Při jeho vytvoření (Insert > New Layout) volíme **rozměr stránky** (buď z přednastavených možností, nebo vlastní – Custom Page size). Po zobrazení Layoutu na něj můžeme vkládat (v záložce Insert) **mapová pole** (Map Frame) a další prvky. Jejich **vlastnosti a nastavení** upravujeme (po vybrání) v horní liště (typ prvku >Format, respektive Design), nebo více detailněji v panelu Element. Obecně (konkrétní nastavení se může lišit v závislosti na typu prvku) **můžeme pracovat s:**

- **zobrazením (Display)** – barvou ohraničení, výplní pozadí prvku, vrženým stínem, efekty atd.;
- **umístěním (Placement)** – nasta-

vení šířky/výšky (možnost uzamknout poměr stran), pozice na stránce (počátek souřadnic je v pravém dolním rohu); jednotky stránky (v nichž se zobrazují rozměry, pozice i pravítka) se nastavují *Layout > Page Setup*;

- **vlastnostmi textu** (*Text Symbol Properties*).

Vlastní nastavení prvků (měřítek, směrovek, sítí...) si můžeme uložit do **mapového stylu** (*Map Style*).

Pro snazší kompozici stránky je možno vytvářet **vodítka** (pravé tlačítko myši na pravítka > *Add Guide*) a využívat **automatického přichytávání prvků** (*Snapping*, ikona ve spodní liště) k vodítkům nebo k sobě navzájem.

Všechny prvky mapového listu ukazuje seznam (panel *Contents*), kde je lze vybírat, určovat pořadí vykreslování (přetáhnutím v zobrazení *List by Drawing Order*), seskupovat apod.

Každý prvek lze také **převést na grafiku** (pravé tlačítko > *Convert to Graphic*) a po **rozdělení skupin** na jednotlivé prvky (*Ungroup*) s nimi pracovat jako s jednoduchým grafickým prvkem. Převedením na grafiku ale tyto prvky **ztrácí interaktivitu**, takže například po změně měřítko mapy se nezmění odpovídající grafické měřítko apod.

Mapová pole

Mapový list může obsahovat několik **mapových polí** (*Insert > Map Frame*), standardně ArcGIS nabízí mapy daného projektu, ale je možno importovat mapu i z jiného projektu (*Insert > Import map*). Pokud se chceme

v mapě (vložené do mapového pole v *layoutu*) pohybovat, přibližovat apod. klasickým způsobem, je třeba při dané mapové pole **aktivovat** (*výběr mapového pole, pruh Layout > Activate*), po ukončení pohybu v mapě *Activated Map Frame > Layout > Close Activation*). Ve **vlastnostech mapového pole** (panel *Format Map Frame*) lze nastavovat:

- **název** mapového pole a v něm zobrazenou mapu;
- **rozsah mapy** (*Constraint*): mapa může mít např. pevně dané měřítko, střed nebo rozsah, nebo být navázána na jiné mapové pole (*Linked map frame*), což se hodí třeba v případě, kdy chceme ukázat stejné území v různých časových obdobích;
- **pohled na mapu** (*Location Settings*): nastavení měřítko (buď číselně, nebo rozsahem – *Extent*), středu mapy (v zeměpisných souřadnicích nebo souřadnicovém systému použitého kartografického zobrazení) a pootočení mapy;
- **vzhled** orámování a pozadí mapového pole (*Display*);
- **rozměry a pozici** mapového pole na stránce (*Placement*).

Pokud mapa obsahuje **více mapových polí**, je možno na mapovém poli zobrazit rozsah zobrazeného území na jiném mapovém poli (*Insert > Extent Indicator*). Po vložení se zobrazí v seznamu prvků *layoutu* a je možné upravovat jeho **vlastnosti** (podobu symbolu, zda bude přesně ve tvaru území nebo obdélníkový – *Shape: Frame nebo Rectangle*; vodící linky k propojenému mapovému poli

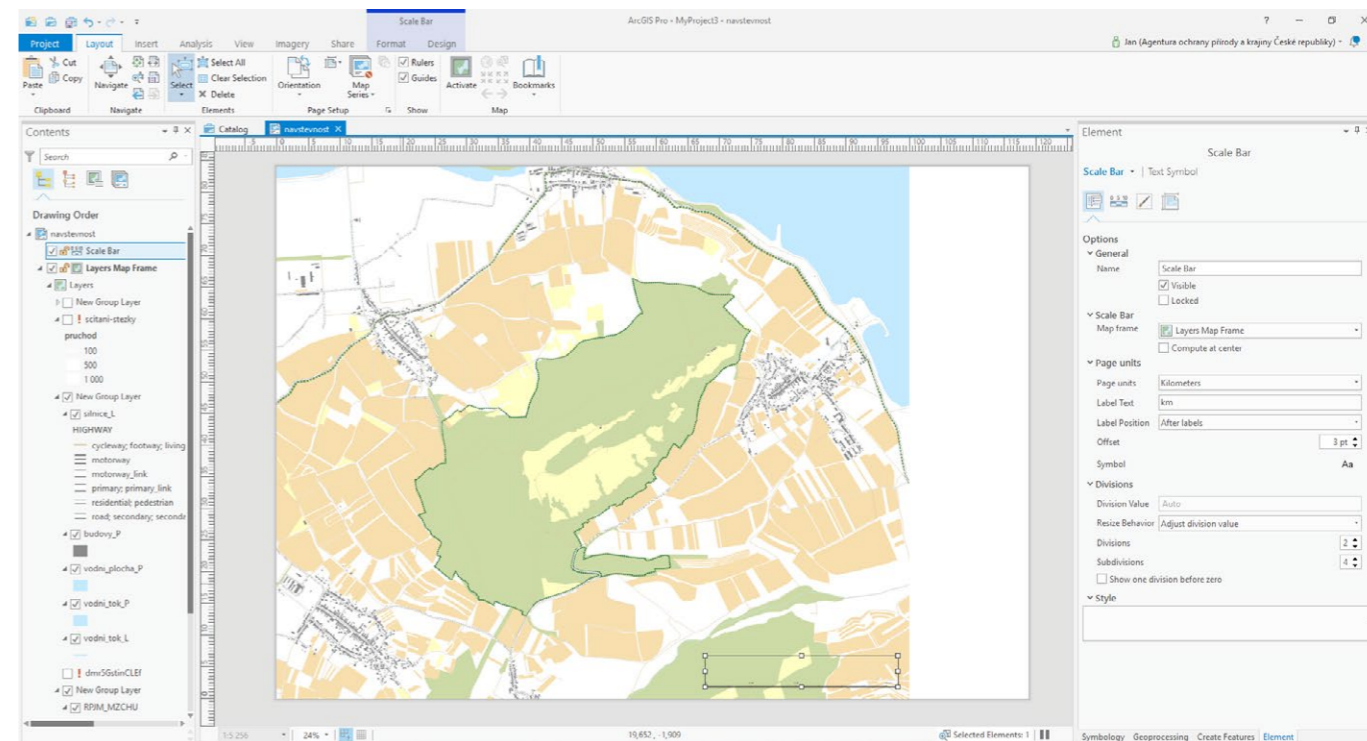
(*Leader*) a limitní velikost, při které bude rámeček nahrazen bodovým znakem (*Collapse to Point*).

Mapový rám může mít v **podstatě jakýkoliv tvar** (*Insert > Reshape*), ve starších verzích (9.x/10.x) ArcGIS byla také možnost omezit zobrazení (vybraných) vrstev **podle tvaru určité vrstvy** (*Data frame properties > Data Frame > Clip options > Clip to shape*) – lze doufat, že tato funkcionality bude do ArcGIS Pro doplněna, protože umožňuje snadnou práci se zobrazením dat bez nutnosti jejich ořezu (*Clip*).

Legenda

Legendu (vztahující se k vybranému mapovému poli) vkládáme přes *Insert > Legend*. Mezi **důležitými možnostmi práce s legendou** patří mj.:

- **synchronizace legendy s obsahem mapy** (*Options > Synchronize with map*): automatická úprava obsahu podle zobrazených vrstev (*Layer visibility*), pořadí dle pořadí vrstev v mapě (*Layer order*), chování po přidání nové vrstvy do mapy (*New Layer, Sync fonts when adding items*);
- položky, které budou v **dané legendě obsaženy**, určuje (ne)zatržení v panelu obsahu;
- **nastavení vzhledu součástí legendy** (*Options > Legend Items > Show Properties*): v tomto dialogu pro jednotlivé vrstvy (které vybíráme v panelu obsahu, změny je možno dělat jak pro jednotlivé vrstvy, tak pro několik dohromady nebo pro všechny) nastavujeme, co bude zobrazeno – název skupiny vrstev, název vrstvy, popis vrstvy



Obr. 10.26 – Layout v ArcGIS Pro, s panelem nastavení vlastností grafického měřítko.

(vyplňujeme ve vlastnostech vrstvy v mapě), velikost symbolu (u liniových/plošných znaků; na rozdíl od starších verzí není (zatím) možnost nastavit jiný tvar než úsečku/obdélník) a formátování daného textu; je zde možné také nastavit, zda bude legenda obsahovat pouze ty symboly, které se vyskytují v daném zobrazeném výřezu mapy;

- **nastavení mezer** (*Arrangement > Spacing*) mezi jednotlivými typy položek legendy (kategorie, třídy, popisky znaků apod.);
- **nastavení počtu sloupců legendy** (*Arrangement > Columns*), u každé vrstvy lze nastavit (*Legend Item*

> *Arrangement*) zda má být umístěna do nového sloupce (*New column*), a jestli (ne)může být rozdělena do více sloupců (*Keep in single column*);

- **nastavení chování při změně velikosti legendy** (*Arrangement > Fitting Strategy*).

Široké možnosti úprav legendy jsou možné po jejím **převedení na grafiku** (*Convert To Graphic*) a **rozdělení skupin** (*Ungroup*), pak ale legenda přestává být **legendou propojenou s obsahem**, tj. neprojeví se zde změny symbolů, proto je tento krok třeba dělat v chvíli, kdy je značkový klíč kompletně hotový.

Mapové sítě

ArcGIS umožňuje k mapovému poli vložit (*Insert > Grid*) **zeměpisnou** (*Graticule*) nebo **souřadnicového systému** (*Measured*) síť. Ve starších verzích programu byla i možnost zobrazení **indexové sítě**. Mezi základními možnostmi nastavení (panel *Format Map Grid*) patří nastavení **automatického nebo manuálního intervalu**, názvu v seznamu prvků a **počátku**. Detailnější možnosti pro jednotlivé části (vlastní síť, popisky, rámové značky) obsahuje záložka *Components* a možnosti nastavení pod ikonkou šipky u *Map Grid* (zde se skrývá mj. **nastavení formáto-**

vání písma u popisků apod.). Formát popisků sítě (*Labels*) je možné upravit pomocí **formátovacích tagů** – například počet (desetinných) čísel, (ne)zobrazování mínus u jiho/západních hodnot či písmen světových stran – bohužel není možné nahradit anglické *NESW* českými *SVJZ*.

Nevýhodou této jednoduché metody je fakt, že obraz sítě je pak v pořadí vrstev **nejvýše umístěným prvkem mapového pole**, jehož je součástí, překrývá tedy i bodové znaky a popis. Toho se lze vyhnout **vložením sítě jako vrstvy** (např. v *shapefile*). Zeměpisnou síť lze například stáhnout ve formátu SHP připravenou s různými intervaly, nebo ji **vygenerovat**. K vytvoření sítě lze použít **nástroj *Create Fishnet***, umožňující definici intervalu, rozsahu apod. Pokud jej použijeme při nastaveném zobrazení **WGS 84**, výsledkem bude **zeměpisná síť**; pokud v kartografickém zobrazení (*Projected Geographic System*), výsledkem bude **souřadnicová síť zobrazení**, kterou lze použít i jako **indexovou**. V případě práce se sítí jako vrstvou lze také snadno **editovat její rozsah** například tak, aby obrazy poledníků a rovnoběžek končily kousek za hranicemi zájmového území a nešly až do kraje mapového pole.

V případě využití zeměpisné sítě vložené jako vrstva (např. ze *shapefile*) je třeba dát pozor na to, **kolika a jakými lomovými body** (vertexy) jsou definovány linie. Pokud jsou definovány pouze počátečním a koncovým bodem (typicky výsledek z funkce *Create Fishnet*), lze je použít

pouze u kartografických zobrazení s přímkovým obrazem zeměpisné sítě; podobně je tomu v případě, že mají definiční body např. v průsečících. Problém je totiž ten, že ArcGIS při transformaci zobrazení přepočítává polohu lomových bodů, ale linie mezi nimi zobrazuje přímkově. U kartografických zobrazení s křivkovým obrazem zeměpisné sítě je třeba použít vrstvu s velmi velkým počtem lomových bodů, nebo vrstvu, která má lomové body křivkové.

Směrovka

Směrovku lze vložit pomocí příslušné ikony (*Insert > North Arrow*) v *Layout*. Z jejích vlastností je důležité **natočení** – to může být buď ke skutečnému severu (*Type > True North*, počítáno automaticky z použitého zobrazení), nebo podle **nastavené rotace mapy** (tedy směr přímo nahoru, pokud není nastaveno otočení) (*Type > Map North*). Úhel natočení směrovky lze **zadat i ručně** (*Calibration Angle*). Do češtiny lokalizované symboly lze získat **např. zde**.

Měřítko

Automatické **číselné měřítko** vkládáme přes *Insert > Dynamic Text > Scale*. Ve vlastnostech (*Element > Text > Options > Text*) je třeba přidat mezery okolo dvojtečky, případně smazat „Scale“ apod.

Grafické měřítko (*Insert > Scale Bar*) má několik možností nastavení. Zatřítko *Compute at center* určuje, zda délka měřítka bude odpovídat měřítku na průsečiku nultého pole-

dníku a rovníku (nezatřeno), nebo ve středu mapového pole (zatřeno). Vzhled dílčích částí (formátování čísel a jednotek, dílčích symbolů měřítka apod.) nastavujeme při vybrání měřítka na *horní liště > Scale Bar > Format*, nebo (více v detailu) pod možnostmi u šipky *Element > Scale Bar*. Základní **nastavení vzhledu měřítka** (*horní lišta > Scale Bar > Design*) nabízí možnost nastavit:

- chování při **změně velikosti měřítka** (*Resize Behavior*) – zda se bude měnit počet dílčích částí, jejich šířka, případně obojí;
- hodnotu **délky základní části** (*Division Value*);
- **počet dílčích částí** (*Divisions*);
- **počet podčástí** (rozdělení první dílčí části měřítka) (*Subdivisions*);
- **jednotky**: zvláště samotné jednotky (*Units*), jejich popis (*Label*) a umístění popisu (*Label position*); je třeba dávat pozor na to, aby popis odpovídal použitým jednotkám;
- **pozici** (*Position*) a **frekvenci** (*Frequency*) **číselných popisků**.

U **slovního měřítka** (*Insert > Dynamic Text > Relative Scale*) upravujeme v syntaxu výrazu (*Element > Text > Options > Text*) (**obr. 10.27**):

- *pageUnits*: jednotka mapy, použitá ve výrazu;
- *mapUnits*: jednotka skutečnosti, použitá ve výrazu;
- *pageValue*: počet jednotek mapy, použitý v měřítku;
- *decimalPlaces*: maximální počet desetinných míst v čísle jednotek mapy. Je potřeba myslet na to, že vlastní text (zvýrazněný modře/fialově)

1 centimetr odpovídá 2,5 kilometru.

1 centimetr odpovídá

```
<dyn type="mapFrame"
name="Map Frame"
property="scale"
pageUnits="cm"
mapUnits="km"
pageValue="1"
decimalPlaces="1"/>
```

Obr. 10.27 – *Dynamické slovní měřítko a syntax jeho nastavení.*

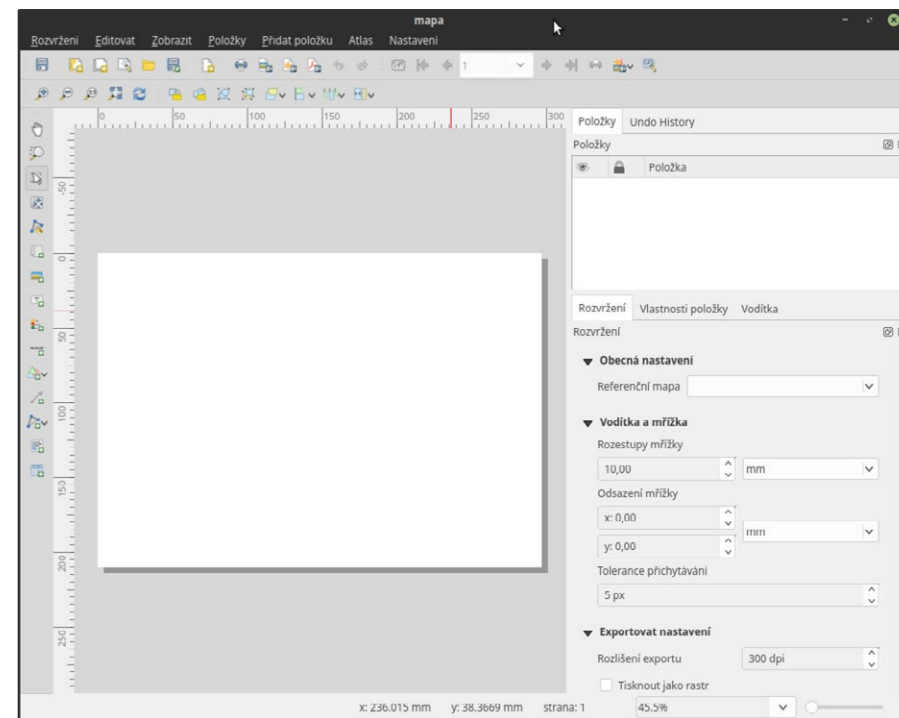
není **automatický** a je jej potřeba manuálně upravit tak, aby byl v souladu s nastavením jednotek.

Tiráž, další texty a obrázky

Další prvky, které je možné vkládat na mapový list, jsou dostupné v nabídce *Insert* (grafy, obrázky, texty, tabulky). Přípravu tiráže si lze ušetřit pomocí různých typů **dynamického textu** (*Insert > Dynamic Text*), kde jsou různé možnosti (např. souřadnicový systém, souřadnice rohů/středu mapy, datum tisku). Přesnou podobu výrazu lze upravit v syntaxu (*Element > Text > Options > Text*).

Mapový list a jeho prvky v QGIS

K tvorbě mapových výstupů v QGIS slouží **nástroj *Print layout***, který se zobrazuje v samostatném okně (**obr. 10.28**). Lze jej spustit z menu *Project > New print layout*, nebo pomocí odpovídajícího tlačítka z hlavní nástrojové lišty. ***Print layout* je uložený jako součást QGIS projektu**, každý projekt může obsahovat více **layoutů**. Pomocí *Layout manageru* lze potom



Obr. 10.28 – *Prázdný print layout v QGIS.*

např. vytvořit výstup na základě šablony či duplikovat, mazat nebo přejmenovat stávající layouty. Po otevření nového okna vidíme **prázdný mapový list**. Pomocí menu *Layout > Add pages* můžeme přidávat do layoutu další strany, při přidávání nastavíme požadované **rozměry strany**. Formát konkrétní strany můžeme nastavit také vyvoláním kontextové nabídky pravým kliknutím na stránku a zvolením položky *Page properties*.

Hlavními součástmi okna jsou **nástrojové lišty a panely**. Jednotlivé nástrojové lišty slouží zejména pro **přidávání a práci s kompozičními prvky** (posun, zarovnání, seskupení). Jako postranní panel můžeme zob-

razit např. **vlastnosti jednotlivých prvků, nastavení tisku, seznam prvků** nebo **historii úkonů**. Panely jde snadno skrýt a zobrazit pomocí klávesové zkratky *Ctrl + Tab*.

Pro **usnadnění kompozice** je k dispozici několik nástrojů. Základním nástrojem je **bodová mřížka** (*Grid*), která se dá zobrazit pomocí menu *View > Show Grid*. V panelu *Layout* lze potom **nastavit velikost mezer v mřížce** a toleranci přichytávání, samotné přichytávání lze zapnout v menu *View > Snap to Grid*. Další možností je **tvorba vodítek** (*Guides*), buď tažením z oblasti pravítka nebo ručním nastavením v panelu *Guides*, kde lze stávající vodítka zkopírovat

i nad všechny ostatní stránky layoutu. Přichytávání k vodítkům lze zapnout v menu *View > Snap to Guides*, nebo vyvoláním kontextového menu kliknutím pravým tlačítkem na oblast pravitka. Všechny prvky jsou **zobrazeny v panelu seznamu prvků** *Item*, kde je možnost zapnout/vypnout viditelnost, uzamčít editaci prvků, nebo měnit jejich pořadí vykreslování. Pomocí menu *Items* nebo nástrojové lišty *Action Toolbar* lze jednotlivé prvky **seskupovat**, měnit jejich **relativní pořadí při vykreslování**, **měnit velikost** na základě ostatních prvků a nebo **zarovnávat k ostatním prvkům**.

K **přidávání prvků** slouží menu *Add Item* a *lišta Toolbox*. Pro jednotlivé typy prvků jsou zde specifická tlačítka. Přidání prvku můžeme provést buď **kliknutím**, kdy se nám objeví okno pro zadání parametrů umístění (strana, souřadnice na listu, šířka a výška objektu, referenční bod), nebo **tažením konkrétní oblasti**. Pro další práci můžeme prvky vybírat buď v panelu seznamu prvků (*Items*) nebo pomocí funkce *Select/Move Item*, se kterou lze vybrat i více prvků tažením, nebo kliknutím s klávesou *Shift*. Funkce slouží i k **posunu a změně velikosti prvků**. Po označení prvku můžeme měnit vlastnosti prvku v panelu *Item Properties*.

Ve **vlastnostech mapových prvků** (*Items*) lze obecně **nastavit pozici, velikost, rotaci, ohraničení, pozadí, název (ID) a vykreslování**. Každý prvek má také své **proměnné** – hodnoty, ke kterým lze přistupovat např. pro vytváření výrazů při

zadávaní hodnot definovaných daty (*Data defined override*). Lze také definovat uživatelské proměnné. Další vlastnosti jsou specifické pro jednotlivé typy mapových prvků.

Mapové pole (Map)

Do mapového listu můžeme vložit několik na sobě nezávislých **mapových polí obdélníkového tvaru**. Obsah mapového pole lze posouvat (ale nepřibližovat) pomocí funkce *Move item content*. Ve vlastnostech lze nastavit:

- **měřítko, rotaci, rozsah** (*extent*) a **souřadnicový systém**;
- **zamčení** zobrazených vrstev a jejich značkového klíče;
- **mapové sítě** (*Grids*) – do mapového rámu lze vložit mapové sítě zvoleného souřadnicového systému; nastavit můžeme **styl sítě** (linie, bod, křížek, pouze rám), **intervaly, rám** (zebra, čárky, pouze ohraničení), **zobrazení souřadnic**; u linií můžeme zvolit **styl, a mód míchání barev**;
- **náhled** (*Overview*) – zobrazení rozsahu jiného mapového pole, např. u přehledové mapky; lze nastavit stylování rámečku, mód míchání barev, vycentrování oblasti nebo invertování označení;
- v záložce *Variables* potom najdeme **specifické proměnné** dostupné k vytváření vzorců (např. pro měřítko – *map_scale*).

Legenda

Po vložení legendy do mapového listu se její prvky **automaticky vygenerují ze seznamu vrstev v projektu** (se zachováním skupin).

Ve vlastnostech lze nastavit:

- **název, návaznost** na konkrétní mapové pole, znak pro zalamování řádku v popiscích
- **položky legendy** (*Legend items*) – výchozí nastavení je nastaveno na vytváření automatické legendy (*Auto update*), při kterém lze zvolit, jestli se mají zobrazovat všechny položky v projektu nebo jen ty, které jsou v souvisejícím mapovém poli; při použití atlasu můžeme zvolit aktualizaci legendy jen pro obsah stávajícího listu; po deaktivaci automatické legendy lze jednotlivé položky mazat, seskupovat, měnit jejich pořadí a filtrovat podle vzorce, dále lze skrýt názvy jednotlivých skupin;
- **fonty** pro jednotlivé úrovně skupin;
- **nastavení sloupců**;
- **šířka a výška symbolu**, ohraničení symbolů rastrových vrstev;
- **nastavení mezer** mezi symboly, textem, sloupci a kraji objektu legendy.

Měřítko

Ve vlastnostech lze nastavit:

- související **mapové pole, typ a styl měřítka** (dílky, dvojité dílky, odrážky nebo číselné měřítko);
- **segmenty** – lze zde volit počet segmentů na pravé i na levé straně; segmenty na levé straně vytvoří pouze dílčí segmenty v rámci jednoho segmentu; velikosti segmentů při změně měřítka mapy lze fixovat jak v mapových jednotkách, tak v mm;
- odsazení, šířka čar, fonty.

Směrovka

Směrovka se do QGIS přidává pomocí funkce pro přidávání obrázků. Výchozí SVG knihovna obsahuje několik směrovek. Ve vlastnostech lze nastavit:

- zdroj, chování při změně velikosti, parametry SVG;
- rotace je buď pevná, nebo s orientací na sever v synchronizaci s mapovým polem. Zde jsou dvě možnosti rotace, a to podle **rotace mapy** (*Grid north*) nebo ke **skutečnému severu** (*True north*).

Tiráž, další texty a objekty

Do mapového pole můžeme přidat další objekty jako je **textové pole, atributová tabulka** a další.

Textové pole (*Label*) je vhodné zejména pro název mapy a další popisky. Kromě nastavení vzhledu písma můžeme vepsaný **text formátovat jako HTML kód**. Do textového pole lze také **přidávat výrazy**, což je užitečné např. při tvorbě atlasu (strana, atribut sledovaného prvku, atd.). Kromě prostého textu lze vložit HTML objekt. Obsah je zde definován buď URL odkazem, nebo zadaným HTML kódem. Opět lze vkládat výrazy.

Do mapového listu je možné **vložit atributovou tabulku** vrstvy, s možností stylování a filtrování zobrazených atributů ručně nebo na základě viditelnosti ve zvoleném mapovém poli.

Jako doplňující prvky lze vkládat také **geometrické tvary** (čtverec, kruh, trojúhelník), **šipky**, nebo ručně **rysovat polygony a linie**.

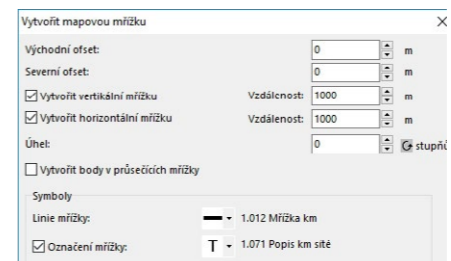
Mapový list a jeho prvky v OCAD

Samotná finalizace mapových výstupů v OCAD zahrnuje několik částí sahající od **tvorby rámu mapy** (používá se obdélníkový symbol), přes **mapové sítě, legendu, směrovku a grafické měřítko** až po **jmenné rejstříky**. V případě ofsetového tisku je také vhodné používat **ořezové značky a značky spadávky** (viz kap. 11.1.2).

Mapové sítě

Mapové sítě jsou dostupné v menu *Mapa*, možné je vytvořit tyto druhy:

- **Mapová mřížka** – slouží především pro vytváření **kilometrové sítě**, pracuje s reálnými souřadnicemi (metry). Je možné specifikovat **ofset** (posun) sítě, vzdálenost sítě v horizontálním i vertikálním směru. Pro vykreslení se používají již **existující symboly**, pokud má být tedy síť vytvořena a popsána, je nutné mít **nadefinován liniový a textový symbol** (obr. 10.29). Mřížka se generuje jako **celé čtverce**, části sítě přesahující mimo rám mapy je nutné zastříhnout. Je nutné si uvědomit jednu důležitou věc – vygenerovaná mřížka **není**



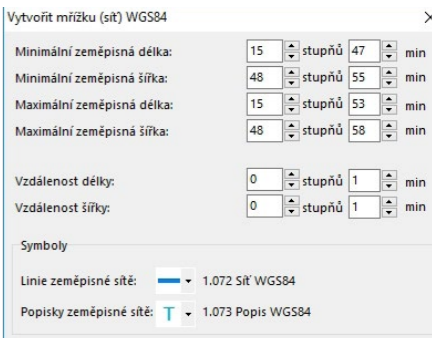
Obr. 10.29 – Dialog Mapová mřížka.

dynamická. Jinými slovy pokud je provedena transformace mapy do jiného souřadnicového systému, je nutné vygenerovat mřížku znovu, neboť nový souřadnicový systém má jiný počátek a tím pádem i hodnoty souřadnic.

- **Mřížka (sít) WGS84** – slouží, jak je z názvu patrné, pro vytvoření **sítě WGS84** (tedy zeměpisných souřadnic). Používanými jednotkami zde jsou **stupně a minuty**. OCAD sám navrhne rozsah, pro který se má síť generovat. Ten, stejně jako vzdálenost poledníků a rovnoběžek v síti, je možné měnit (obr. 10.30). Opět, přesahující části sítě je nutné zastříhnout a popisky sítě přesunout do požadované polohy.

Legenda

Legenda se v OCAD generuje ze symbolů, které jsou **součástí projektu**, vytvoříme ji volbou v menu *Rozvržení > Přidat mapovou legendu* (ukázka legendy na obr. 10.31). Je možné specifikovat **velikost ikony v legendě**, které typy značek má legenda obsahovat, lze zvolit pouze



Obr. 10.30 – Vložení zeměpisné sítě.

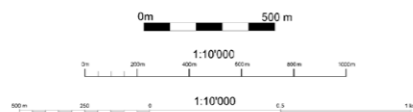
- ◇ Kótovaný bod
- ⊗ Bod výškového pole
- △ Trigonometrický bod
- ▽ Přidružený bod
- ▣ Zhušťovací bod

Obr. 10.31 – Ukázka legendy.

značky použité v mapě. Pro popis je nutné zvolit některý z **textových symbolů**. Legendu lze snadno editovat, neboť se skládá ze samotných mapových značek a legenda se generuje přímo v mapovém okně. Chování je tedy shodné jako u objektů v mapě. Nevýhodou je, že pokud **přidáme novou značku do projektu**, musíme **legendu generovat znovu**.

Režim rozvržení

Režim rozvržení slouží k **práci s grafickými objekty** nezávisle na obsahu mapy. V tomto režimu lze zpracovávat mapový list (layout) mapy, přepneme se do něj volbou *Rozvržení > Upravit prvky rozvržení*. **Text, obrázky, loga**, ale také **směrovka a grafické měřítko** se zpracovávají v tomto režimu. Výhodou je eliminace nechtěných zásahů v samotné mapě, mapa je v tomto případě **neaktivní**. Součástí mapy (např. legenda) lze **konvertovat** do režimu *Rozvržení* pomocí volby *Úpravy > Konvertovat na prvek rozvržení*. Při práci se využívá **systém vrstev**, jak je známe z řady vektorových editorů, byť možnosti nastavení jsou menší.



Obr. 10.32 – Vzhled grafických měřítek pro měřítko mapy 1 : 10 000

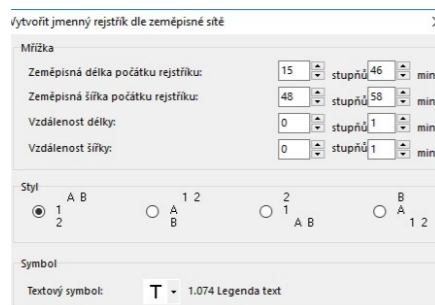
Směrovka a grafické měřítko

K dispozici je celkem **14 předdefinovaných směrovek** (směrových růžic) nebo **grafických měřítek**. Grafická měřítká jsou přichystána pro vybrané měřítkové úrovně (**obr. 10.32**). Do projektu je vložíme volbou *Rozvržení > Přidat směrovou směrovou šipku (růžici)* nebo *grafické měřítko*.

Jmenné rejstříky

OCAD umožňuje generovat **jmenné rejstříky**, sloužící k **vyhledávání objektů** na základě jejich názvu a umístění ve čtvercové síti. Můžeme se s nimi setkat především u **plánů měst**. V menu *Rozvržení* lze vytvořit:

- **Jmenný rejstřík dle zeměpisné sítě** – tato volba je aktivní, pouze pokud je mapa georeferencována a je nastaven souřadnicový systém. Rejstřík je vytvořen na základě definovaného rozsahu sítě WGS84. Je



Obr. 10.33 – Dialog pro tvorbu jmenného rejstříku dle zeměpisné sítě.

nutné zvolit styl číslování sítě, tedy na které ose budou čísla a na které písmena (**obr. 10.33**).

- **Jmenný rejstřík** – standardní rejstřík pracující s mřížkou generovanou v rámci rovinných souřadnic. Obdobně jako v předchozím případě, je nutné zvolit styl číslování. Lze vytvářet **několik rejstříků pro odlišné skupiny objektů**, podmínkou je však, že pro jejich popis byly použity **odlišné textové symboly**. **Příklad:** Ulice jsou popisovány třemi odlišnými textovými symboly. Pokud chci vytvořit rejstřík ulic, označím tyto tři symboly v okně symbolů a zvolím vytvořit **jmenný rejstřík**. Pokud potřebujeme vytvořit rejstřík významných budov, je nutné, aby takovéto budovy byly popsány odlišným textovým symbolem, než jsou textové symboly použité pro ulice. Rejstřík je po vygenerování nutné **zkontrolovat a doopravit**, často se totiž najdou případy, kdy delší ulice zasahuje do několika čtverců mřížky (**obr. 10.34**).

Rejstřík ulic

Karla Kuchaře	D3-D4
Komenského	D2
Lambertova	C2-C3
třída Eduarda Imhofa	C4
F. G. Struveho	C3-D3

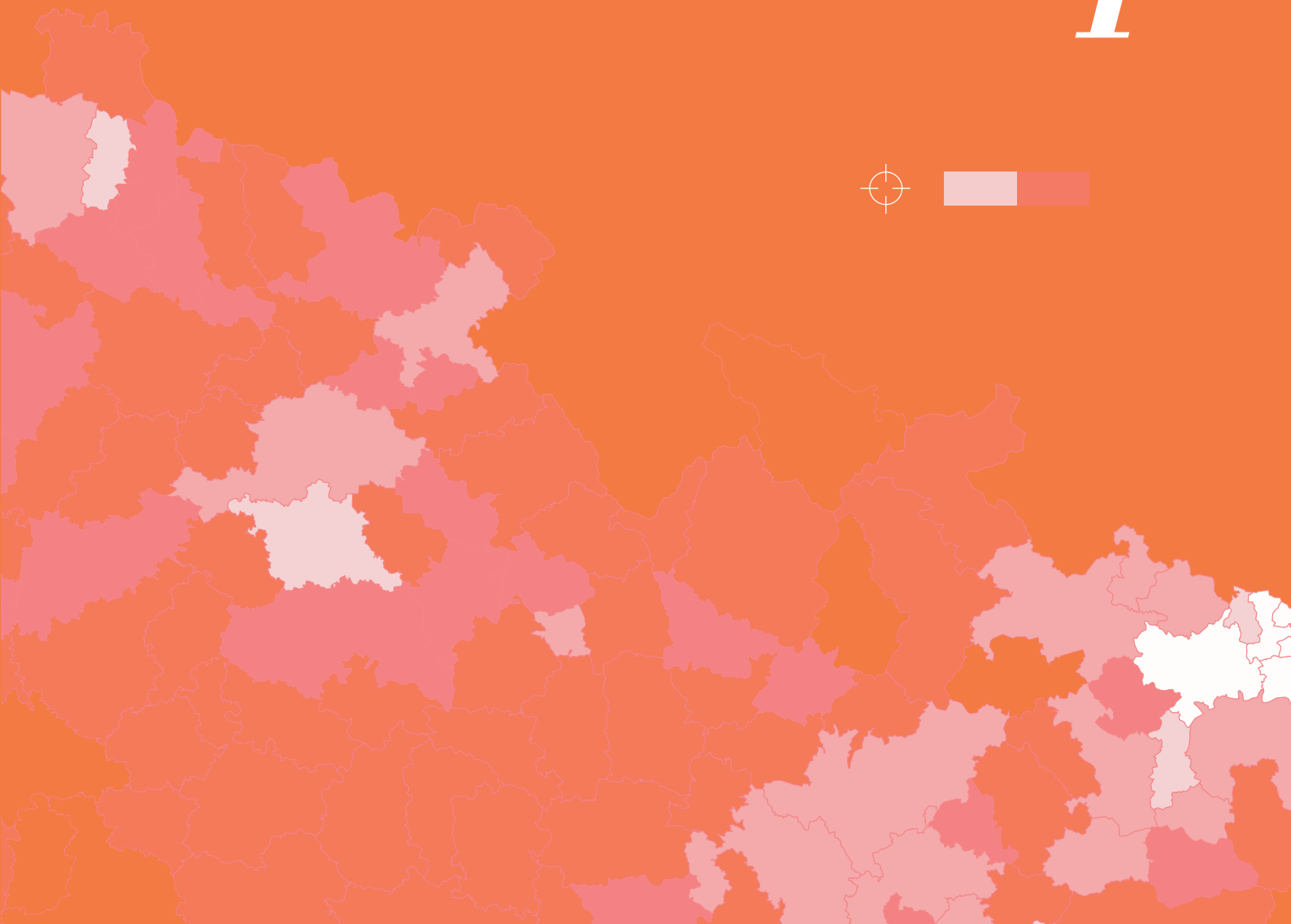
Obr. 10.34 – Ukázka jmenného rejstříku.

Literatura a použité zdroje

- KRYGIER, J. & WOOD, D. (2005). *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS*. New York: The Guilford Press.
- NELSON, J. (2013). *20 Unrequested Map Tips: part 1 & part 2*. UX Blog: Data visualization at IDV Solutions.
- PATTERSON, T. (2010). Outside the Bubble: Real-world Mapmaking Advice for Students. *Cartographic Perspectives*, 65: 7-15.
- PETERSON, G. N. (2009). *GIS Cartography: A Guide to Effective Map Design*. Boca Raton: CRC Press.
- TUFTE, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire: Graphics Press.
- TYNER, J. A. (2010). *Principles of Map Design*. New York: The Guilford Press.

XI

Tisk map



Finální příprava mapového výstupu – ať už pro tisk nebo pro elektronické zobrazení – je poslední, avšak neméně důležitou částí práce na klasické mapě. Kromě znalostí kartografických vyžaduje také alespoň základní orientaci v pojmech a postupech počítačové grafiky a polygrafie.

11.1 Příprava mapových výstupů

11.1.1 Pracovní postup tvorby mapy

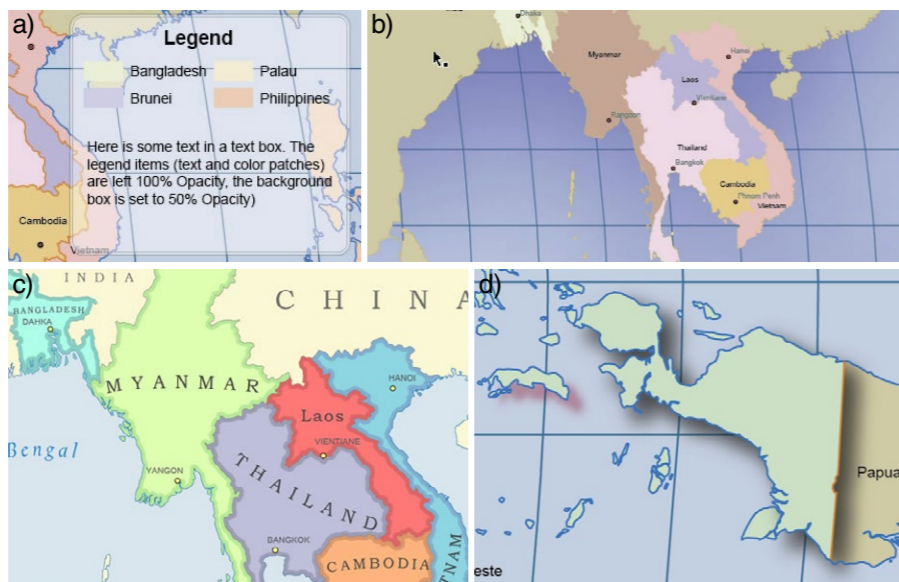
Základním prostředím, v němž probíhá tvorba naprosté většiny mapy, je buď GIS nebo CAD, které umožňují správu, analýzu, editaci i vizualizaci geografických dat. Při přípravě finálních výstupů se často využívá specializovaný grafický software (viz kap. 1.7), v němž je práce s grafickými prvky jako takovými jednodušší a na vyšší úrovni – umožňuje používání postupů a grafických efektů, které v GIS nejsou možné.

Míra zapojení grafického software se liší – v některých případech může být vlastní mapa celá připravena a vyexportována v GIS, a v grafickém programu je pouze sestaven mapový list s doplňkovými prvky. Jiní tvůrci map v GIS pouze upraví datové vrstvy a provedou jejich vizualizaci, tento datový náhled vyexportují a veškeré úkony (včetně nastavení vyjadřovacích prostředků i popisků) tvoří v grafickém programu. Oba postupy mají své výhody a nevýhody, obecně platí:

- **kompletní příprava mapy v GIS:** nejjednodušší postup, jehož vel-

kou výhodou je **propojení používaných dat a jejich vizualizace včetně doplňkových prvků v jednom souboru** (resp. projektu). Je vhodný zejména pro **jednoduché mapy** bez velkého množství doplňkových prvků. Hlavní nevýhodou jsou **omezené grafické možnosti GIS** (např. omezená správa barev, nastavení rozměrů a náležitosti tiskového výstupu, práce s průhledností a dalšími vlastnostmi doplňkových prvků),

- **kombinace GIS a grafického programu:** nevýhodou je (v závislosti na konkrétním postupu) zejména vznik obvykle **několika různých nezávislých mezivýstupů**, kde změna v mapě samotné (např. změna měřítka, mapového vý-

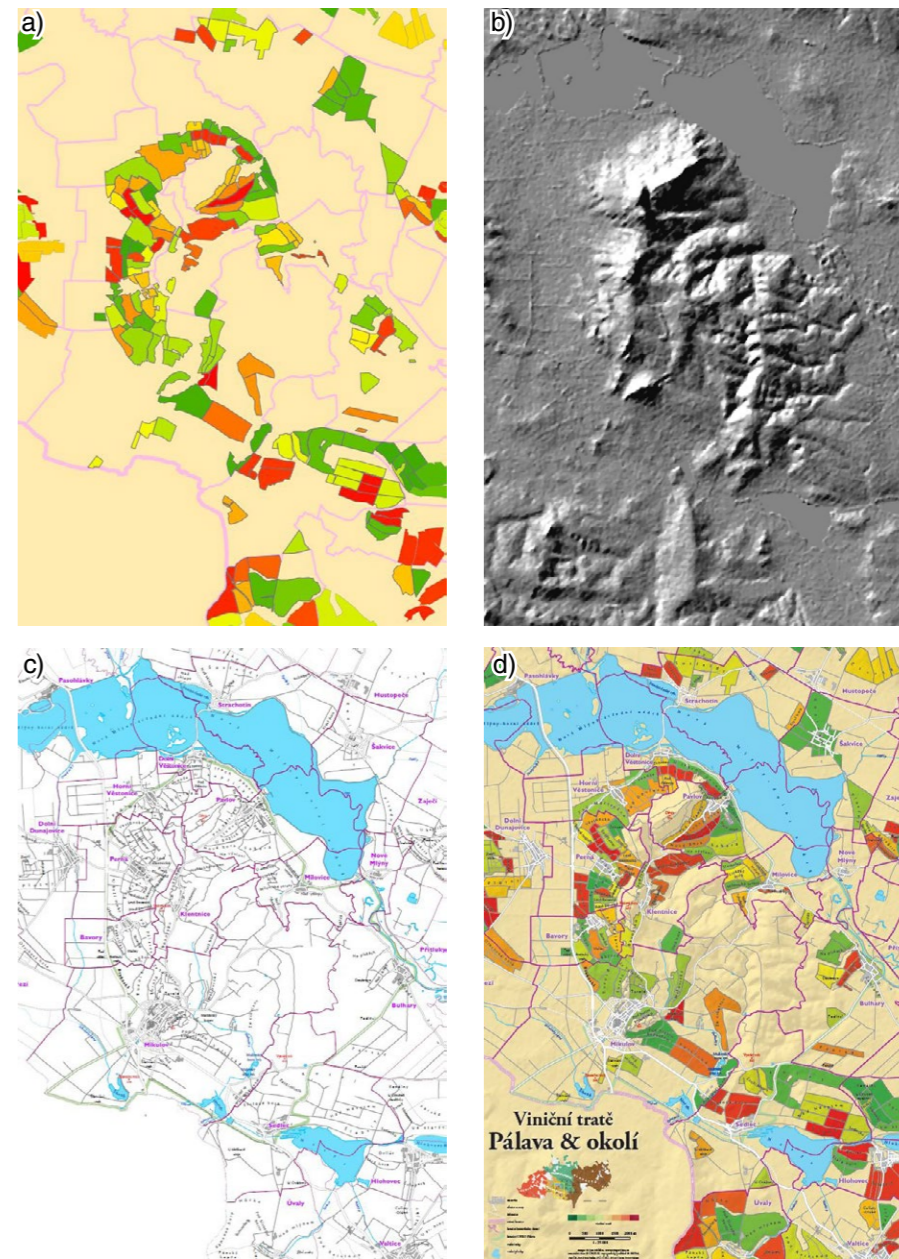


Obr. 11.1 – Ukázky grafických efektů Adobe Illustrator: **a)** poloprůhledné pozadí legendy, **b)** gradient okolo pevniny, **c)** vnitřní ohraničení hranice, **d)** stín vrstvy. [převzato z Huxley]

řezu, změna v datech apod.) vede k nutnosti opravit/znovu připravit všechny dílčí mezivýstupy, čímž roste riziko chyby, opomenutí a vzniku chaosu v souborech. (Mimořádně důležitá je v těchto případech správná organizace dat, konvence v jejich pojmenování apod.) Výhodou jsou **výrazně rozšířené grafické možnosti** – mj. práce s průhledností a prolínáním jednotlivých vrstev, využití grafických efektů (jako je stínování, reliéfní vytlačení, maskování vybraných vrstev apod.), pokročilé možnosti ořezu doplňkových obrázků či typografií textů, využití možností správy barev a správné přípravy tiskového výstupu (spadávka, ořezové značky apod.) a další (obr. 11.1).

Příkladem využití grafického software může být již zmíněné (kap. V) **pokročilé prolnutí vrstvy barevné hypsometrie se stínovaným reliéfem v režimu násobit**. Kombinace finálního mapového výstupu v grafickém programu může být také vynucena nutností **eliminovat chyby GIS**. Například ve starších verzích ArcGIS byla známým problémem **rasterizace vektorových vrstev** (včetně písma), umístěných **pod vrstvou s nastavenou průhledností** při exportu do PDF či jiných nerastrových formátů. To vede ke snížení kvality, zvýšení datové náročnosti mapy a některým dalším omezením. Podobně došlo k **rasterizaci všech prvků při využití ořezu vrstev v Data frame podle tvaru (Clip to shape)**.

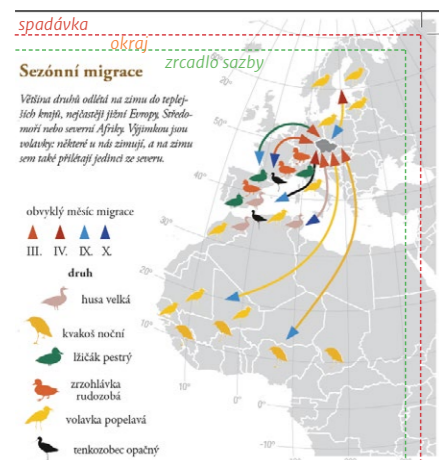
Možností, jak se toho lze vyvarovat, je **vyexportování několika dílčích souborů** (obr. 11.2): prvního s vektorovými vrstvami pod vrstvou s průhledností (obr. 11.2a), druhého se samotnou vrstvou, která má být průhledná (typicky stínovaný reliéf; obr. 11.2b) a třetího s vrstvami nad vrstvou s průhledností (obr. 11.2c). Pokud tyto vrstvy následně na sebe **naskládáme v grafickém programu** a průhlednost nastavíme přímo tam, výsledek zachová vektorové vrstvy i pod průhlednou vrstvou. Nevýhody tohoto řešení jsou zřejmé: nutnost exportu tří (a pokud budeme mít vrstev s různou úrovní průhlednosti více, tak i několiknásobně více) souborů a riziko **vzájemného posunu jednotlivých (zvláště exportovaných) vrstev**.



Obr. 11.2 – Dílčí mezivýstupy z GIS (**a**) vektorové vrstvy pod vrstvou s průhledností, **b**) vrstva s průhledností a **c**) vektorové vrstvy pod vrstvou s průhledností, a finální mapový výstup (**d**) vytvořený kombinací dílčích vrstev v grafickém programu.

11.1.2 Rozložení tiskového výstupu

Tiskový formát mapy je daný **limity zařízení**, na němž bude mapa tištěna. Při požadavku na **tisk do krajů** (ať už se tiskne na jednotlivé listy, nebo větší archy papíru, které se pak na požadovaný formát oříznou) je třeba dokument správně připravit (**obr. 11.3**). Čistý formát dokumentu je **požadovaný výsledný formát mapy**. Při jeho volbě je vhodné (kromě samotného obsahu mapy) brát ohled také jeho **výrobu**, a používat buď **standardní formáty** (řady A, B dle normy ISO 216), nebo formáty dle konkrétního tiskového zařízení (například v případě tisku na ofsetové tiskárně apod.). Využití takového čistého formátu dokumentu, na který lze na používané tiskové archy snadno seskládat (ideálně bez velkého odpadu) **sníží náklady na**



Obr. 11.3 – Prostor tiskového archu, spadávky, okrajů a zrcadla sazby, vymezený ořezovými značkami (vpravo nahoře).

výrobu mapy. (Arch je v tiskařské terminologii list papíru o nenormalizované velikosti.)

Spadávka je prostor vně čistého formátu dokumentu, který se tiskne na tiskový arch, ale před finalizací je **odříznut**. Obvykle se jedná o **přesah 2 až 5 mm** (konkrétní požadavky bývají ve specifikacích přípravy tiskového dokumentu). Prvky, které mají na čistém formátu dokumentu být až do kraje, musí **přesahovat do spadávky**. Při ořezávání totiž může dojít k posunu dokumentu, čímž se stane viditelná část spadávky. Vně spadávky se nachází **oblast popisu**, která může obsahovat například **pasovací značky** („terčíky“ pro automatizaci ořezu), **barevné pruhy** kvůli kalibraci tiskárny pro daný výstup nebo značky indikující místa, kde má být dokument **přeložen**.

Ořezové značky jsou značky, které indikují čistý formát dokumentu při použití spadávky. Podle nich je následně dokument ořezán na čistý formát.

Zrcadlo dokumentu je vnitřní prostor čistého formátu, **oddělený okrajem** ve stejné šířce, jako je spadávka. Vlivem nepřesnosti při ořezu může být odstraněn, proto by do něj **neměly zasahovat důležité prvky** (jako jsou například popisky mapy nebo sítě, měřítko, tiráž apod.).

11.1.3 Formáty mapových výstupů

Z nativního souboru programu, v němž mapu připravujeme (*.mxd, *.qgs, *.indd apod.), ji obvykle ex-

portujeme do některého z **univerzálních formátů**.

Formát PDF je univerzální formát, použitelný jak pro **tisk**, tak pro **digitální zobrazení**. Mělo by platit, že dokument v PDF bude vždy (z hlediska formátování obsahu) vypadat stejně na nejrůznějších zařízeních i v tisku. PDF je možno z grafických/GIS programů získat **přímým exportem** nebo **tiskem do PDF na virtuální tiskárně** (např. PDF Creator, Adobe PDF). PDF tiskárny obvykle nabízejí více možností nastavení výstupu. PDF může obsahovat jak rastrovou, tak vektorovou grafiku a texty.

Důležitými **parametry exportu do PDF** jsou např.:

- **nastavení rozlišení obsažených rastrů** (to může zůstat původní nebo být zmenšeno) a způsobu jejich komprese;
- **nastavení barevného režimu dokumentu** (původní, převod do jiného, nastavení barevného prostoru a (ne)zahrnutí barevného ICC profilu);
- **práce s písmi**: vložení písem do dokumentu (to zajistí, že použítá písma budou zobrazena i na počítači, na němž nejsou nainstalována) nebo převod písma na křivky. (V tomto případě se databáze symbolů nahradí vektorovou grafikou podle aktuálního nastavení/formátování. V tu chvíli ale text přestává být textem jako takovým, tzn. v PDF dokumentu například nebude fungovat vyhledávání, editace nebo kopírování textů. Na druhou stranu jde ale o nejjistější

způsob, jak se vyhnout problémům s rozhozením formátování textu.

- práce s tzv. **vloženými objekty, průhlednostmi** apod.

Dokumenty ve formátu PDF mohou být v různých **standardech**, v některých případech je nutno dodržet vyžadovaný starší standard (např. PDF/X-1a), který může obsahovat **různá omezení** (například z hlediska průhlednosti, vložených objektů, ICC profilů a barevného režimu apod.). Nové standardy (PDF/X-4 a PDF/X-5) podporují jak průhlednost, tak vrstvy.

Formát SVG je univerzálním **vektorovým formátem** dvojrozměrných dat, založeným na jazyku XML. S mapou vyexportovanou do SVG lze snadno pracovat v programu InkScape, importovat ji do programu Adobe Illustrator, nebo SVG soubory přímo použít například na webu.

Zejména v profesionální polygrafii se pro tisk používají **PostScriptové formáty** (*.ps, *.eps) – tiskový formát (programovací jazyk k popisu tiskových dokumentů) nezávislý na zařízení. V dnešní době je postupně v mnoha oblastech nahrazen výše uvedeným formátem PDF, nicméně stále má své využití.

Obvykle nabízené **rastrové formáty** zahrnují TIF, JPG, PNG, GIF. Export mapy do rastrového formátu je vhodný takřka výhradně pro **elektronické použití na webu** (či jako obrázku v dokumentu programu, který neumožňuje vložit obvyklé vektorové formáty – Word, PowerPoint apod.). Volba konkrétního formátu záleží na několika faktorech:

- **požadovaná datová velikost souboru**: pro mapy s požadavkem na rychlé načítání na webu, zaslání elektronickou poštou apod. volíme formáty s vysokým kompresním poměrem (JPG, GIF), naopak u dat, kde velikost souboru hraje malou roli, můžeme volit formát TIF, PNG;
- **předpokládané použití**: mapy pro prohlížení v elektronické podobě mohou být ve ztrátově komprimovaných formátech (JPG, GIF) než mapy pro tisk (PNG, TIF);
- **charakter obsahu mapy**: počet barev (omezení GIF, který může obsahovat max. 256 barev, není proto vhodný zejména na mapy s plynulými barevnými přechody, mapové listy obsahující fotografie apod.), charakter přechodů (kontrastní ostré přechody/hrany, rozsáhlé plochy stejné barvy) nevyjadávají vlivem JPG komprese dobře, naopak JPG efektivně komprimuje data s plynulými přechody).

Nejdůležitějším parametrem rastrových souborů je jejich **rozlišení** (resp. hustota bodů – viz kap. 2.1.1), nastavujeme:

- **600 DPI pro kvalitní tisk** u map obsahujících velké množství **jemné grafiky** (texty, tenké linie – znaky, šrafy);
- **300 DPI jako tiskový standard**;
- **70–150 DPI pro elektronické použití** (zde se lze řídit i absolutními rozměry rastru: pokud předpokládáme, že mapa bude prohlížena na monitoru celá najednou, měla by mít 1600–2000 px na šířku).

Z dalších formátů, do nichž je možno mapy exportovat, má velké využití **formát AI** (nativní formát aplikace *Adobe Illustrator*, v profesionální kartografické tvorbě používané pro design map). Při exportu z ArcGIS jsou jednotlivé prvky mapy a data **uspořádány do skupin a podskupin**, které umožňují hromadnou práci (např. nastavení efektů, symbolů, průhlednosti, pořadí, maskování apod.) právě s jednotlivými skupinami. V jedné skupině a podskupinách jsou například prvky mapového rámu a sítě, obsah mapy rozdělený podle vrstev a jejich symbolů atd.

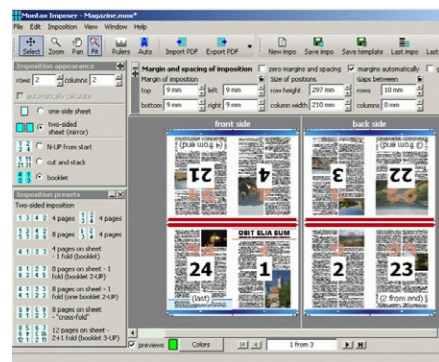
11.1.4 Zpracování tiskových dat (RIP)

Finální mapový soubor (uložený v PDF nebo PS souboru) je třeba **převést na vlastní tisková data**. O to se stará *Raster Image Processor* (RIP, někdy také používáno pro proces převodu – *Raster Image Processing*), kterým může být samostatný počítač, software nebo přímo komponenta tiskárny. RIP zahrnuje **interpretaci dat** (převod univerzálního formátu do jazyka zařízení, **rendering** (převod dat na bitmapu) a **rasterizaci** (převod na vlastní tiskové body dle použitých barev a technologie).

RIP tedy PDF/PS dokument, obsahující obvykle **kombinaci rastrových dat** (obrázků), **vektorové grafiky a písem**, převádí v rastrový obrázek, kde velikost bodu **odpovídá velikosti tiskového bodu** na dané tiskárně. RIP řeší i **barevnou separaci** (reprodukcii barev danou

tiskárnou – rozklad na polotónový rastr, úpravu pokrytí barvou – UCR/GCR apod.), **trapping a přetisk** (přesahy a „vyseknutí“ barev pod černými/bílými prvky).

Pokud dokument netiskneme na jednotlivé listy papíru, ale větší archy, je třeba provést tzv. **archovou montáž (obr. 11.4)** – rozmístění jednotlivých stran na tiskové archy, které jsou často několikanásobně větší. Při archové montáži je třeba brát ohled mj. na **způsob vazby** – do té často nevstupují samostatné listy, ale například dvoulisty (které jsou do sebe různým způsobem poskládané).



Obr. 11.4 – Ukázka archové montáže v programu Montax Imposer. [centrum.cz]

11.1.5 Materiály pro tisk

Nejčastěji užívanými materiály pro tisk jsou **papíry**, setkat se však můžeme i s tiskem (nejen map) na jiné materiály (textil, plastové desky apod.).

Základní charakteristikou papíru je **gramáž** (plošná hmotnost). Udává se v **g/m²** a platí, že čím vyšší je gramáž, tím **tlustší a tužší** je

papír. **Noviny či formuláře** se tisknou na papír o **gramážích 70 g/m² i méně**, běžný **kancelářský papír** má gramáž **80 g/m²** (tloušťka listu je 0,1 mm, hmotnost jednoho listu A4 5 g), na **letáky či časopisy** se používá gramáž **90 až 150 g/m²**, na **obálky či pohlednice 200–300 g/m²** (tloušťka listu 0,25–0,5 mm, hmotnost jednoho listu A4 15 g). Čím je papír tužší, tím je **odolnější a pojme více barvy** (s větší kvalitou vytištěného obrazu), **maximální gramáž** je často omezena možnostmi tiskového stroje (příliš tuhý papír může při průchodu snadno uváznout). Papíry o **gramáži nad 200 g/m²** se označují jako **karton**, pokud se jedná o vícevrstevný materiál, nazývá se **lepenka**.

Podle **povrchové úpravy** můžeme papíry dělit na **papíry s přírodním povrchem**, **papíry hlazené a papíry natírané (křída)** s různou úpravou (lesk, mat), nebo **papíry strukturované** (s reliéfní texturou). Další vlastností papíru je jeho **bělost** (odrazivost povrchu, udávaná v procentech bělosti oxidu hořečnatého) a **opacita** (neprůsvitnost, vyjadřuje se v procentech zadržného světla – 100 % odpovídá dokonale neprůsvitnému papíru). Tyto parametry mají **přímý vliv na kvalitu tisku** (mj. kontrast barev), hodnota opacit je důležitá u **oboustranného tisku** (u papírů s nízkou opacitou prosvítá tisk z jedné strany listu na druhou).

Při výběru papíru pro **tisk v konkrétním přístroji** je třeba dbát na vhodnost tohoto materiálu pro danou tiskovou technologii (největší

omezení se týkají materiálů pro tisk na inkoustových tiskárnách).

Z dalších materiálů lze zmínit **samolepící fólie** (s lepidlem krytým fólií na zadní straně), **filmy a baculity** (materiály určené k prosvětlení, zejména v reklamě), **bannery, textilie, plátna a síťoviny, desky**.

11.2 Techniky tisku map

V **současné době** dominují tisku map (a nejen map) dvě techniky, a to **ofsetový a digitální tisk**. V tisícileté historii mapové tvorby se však tyto techniky používají krátkou dobu (ofset cca sto let, barevný digitální tisk cca třicet let) a mnoho map vzniklo jiným způsobem. V první části kapitoly se tedy budeme věnovat nejprve **historickým metodám vzniku map**. Proč starým, historickým metodám? Důvodů je hned několik:

1. historické mapy jsou častým **zdrojem historických geografických dat** a je vhodné mít základní představu o tom, jak mapy vznikaly;
2. současné tiskové metody mnohdy **vycházejí z metod historických**, a pro pochopení principů je proto vhodné seznámit se i s metodami historickými;
3. s tiskovými metodami běžně používanými před staletími se můžeme v současnosti setkat v rámci **uměleckých výtvarných technik** a vzhledem k definici kartografie není na škodu se trochu „vyznat v umění“;
4. historie technik tisku je **velmi zajímavá**. Kapitola je zaměřena na evropskou kartografii.

11.2.1 Ruční kresba

Samozřejmě se nejedná o techniku tisku, ale je to **nejstarší technika tvorby map**, která je použitelná a používaná i dnes. Nevýhodou je pracnost, metoda není vhodná pro hromadnou výrobu, ale **každé dílo je originál** a ruční práce se i dnes cení. Ručně vznikly **všechny mapy do poloviny 15. století**, např. tzv. **Peutingerova mapa Římské říše ze 13. století (obr. 11.5)**, ale i mnohá pozdější kartografická díla, např. **Behaimův glóbus z roku 1492**. Při ruční tvorbě map se nemusí jednat pouze o kresbu, mapy i glóby se také **ryly**, např. do kosti, hliněné destičky nebo kovu, případně vznikaly a vznikají dalšími ručními výtvarnými technikami.



Obr. 11.5 – Výřez Peutingerovy mapy (zmenšeno) – příklad ručně kresleného kartografického díla. Dole delta Nilu, nahoře Malá Asie.

11.2.2 Dřevořez

Také bývá označován jako **deskotisk** (angl. *woodcut*). **Nejstarší tisková technika** používaná hromadě v Evropě. V principu **tisk z výšky**, to znamená, že z tiskové desky se **tisknou vyvýšená místa** podobně jako u **razítka (obr. 11.6)**. Z podélně nařezané dřevěné desky se **odřezávala netisknoucí místa**, zbylá vyvýšená místa tvořila kresbu mapy. Při tisku se na vyvýšená místa válečkem nebo tampónem nanášela barva a pomocí tlaku (lisu) se **deska obtiskla na papír**.

Dřevořez se od **počátku 15. století** používal pro tisk jednoduchých grafik: karet, kalendářů a svatých obrázků. Po rozvoji knihtisku se stal vhodnou technikou pro **ilustrace**, protože se v obou případech jedná o tisk z výšky a bylo možné obě technologie snadno propojit, tedy vkládat desky s ilustracemi mezi matrice s textem a poté v lisu najednou tisknout. Vedle ilustrací se dřevořez používal také pro **tisk map a výtvarných děl** tehdejších umělců. Nejstarší známou mapou tištěnou dřevořezem je tzv. **O-T mapa** v úvodu **XIV. knihy encyklopedie Etymologiae** od **Izidora Sevillského (obr. 11.7)**. Dílo bylo dokončeno



Obr. 11.6 – Princip tisku z výšky.



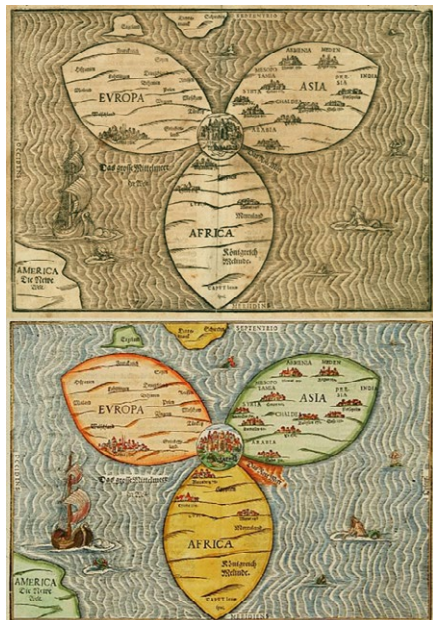
Obr. 11.7 – Dvě mapy světa z díla **Isidora Sevillského Etymologiae**. Nahoře ručně kreslená mapa z opisu ze 12. století. Dole stejná mapa z prvního tištěného vydání z r. 1472 – nejstarší známá tištěná mapa.

roku **623** a **do r. 1472** se **kopírovalo opisováním**. V uvedeném roce byla **Etymologiae** poprvé vydána tiskem. Dřevořezem vznikly **naše nejstarší mapy**, např. **Klaudyánova mapa Čech** a **Helwigova mapa Slezska**. Z pozice dominantní tiskové techniky byl

dřevořez vytlačen na přelomu 16. a 17. století technikou mědirytu.

Výhody dřevořezu: oproti ruční kresbě rychlý tisk desítek až stovek kopií, levná a dostupná technika.

Nevýhody: deska musela být vyryta stranově obráceně; není možný tisk tenkých čar – aby se vyvýšená místa při tisku neodlomila, musela být dostatečně široká; obtížný způsob opravování – pokud se něco omylem odřízlo nebo odlomilo, bylo velmi obtížné „dolepit“ to zpět; dřevěná tisková deska byla měkká a tiskem se brzo opotřebovala – tím byl limitován počet kopií; s časem a vlivem teploty a vlhkosti dřeva



Obr. 11.8 – Svět ve tvaru trojlístku, Heinrich Bünting, Magdeburg, 1581. Srovnání originálního tisku a ručně kolorované verze. Na barevné mapě je pěkně zřetelné Rudé moře mezi Afrikou a Asií.

„pracuje“ – deska se mohla zkroutit nebo popraskat. Tisk byl jednobarevný a mapy se následně ručně kolorovaly, takže každý list byl vlastně originál (obr. 11.8).

S dřevořezem se často zaměňuje dřevoryt, který vznikl až roku 1771 a v tisku map se uplatnil ve velmi malé míře.

10.2.3 Mědiryt

Též označovaný jako měditisk nebo chalkografie je v principu tisk z hloubky, z tiskové desky se tedy tisknou vhloubená místa. Jak napovídá název, obraz (např. mapa) se vyrýval do měděné desky, následně se na desku nanasla barva, která se z povrchu desky setřela a zůstala pouze ve vhloubených, vyrytých místech. V lisu se tlakem barva přenesla na papír (obr. 11.9).

Rozšíření mědirytu byla jedna z příčin rozmachu kartografie v období renesance. Mědiryt se jako hlavní technika tisku map i jiných grafických děl používal až do vynálezu litografie na konci 18. století. Technikou mědirytu byly tištěny např. Komenského mapa Moravy nebo Müllerovy mapy (obr. 11.10).

Výhody mědirytu: oproti dřevořezu téměř neomezeně trvanlivá



Obr. 11.9 – Princip tisku z hloubky.



Obr. 11.10 – Ukázka z Müllerovy mapy Čech, tištěné mědirytem.

tisková deska; možnost tisku i velmi tenkých čar – to umožnilo výrazně rozšířit obsah map; hloubkou rytí bylo možné měnit množství barvy a tím určitým způsobem sytost vytištěné linie; snadná oprava chyb při rytí – chybně vyrytá místa bylo snadné vyplnit.

Nevýhody: tisková deska je opět stranově převrácená; měděná deska je mnohem nákladnější než dřevěná a rytí do mědi je také časově náročnější.

10.2.4 Litografie

Název pochází z řeckého λίθος, lithos – kámen a γράφειν, grafein – psát, česky také kamenotisk. Jedná se o techniku tisku z plochy. Na tiskové desce nejsou vyvýšená ani vhloubená místa, tisk je založen na principu odpuzování mastné barvy a vody. Zjednodušený princip tisku (obr. 11.11): na kamennou vápencovou desku se

nakreslil obraz a po zaschnutí se povrch kamene navlhčil; mastná barva odpuzovala vodu, proto kresba zůstala suchá, nepokreslená plocha kamene byla „mokrá“; válečkem se na celou plochu nanasla barva, která se uchytí pouze na pokreslených (suchých) místech; deska se obtiskla na papír a proces se opakoval.

Metodu objevil v roce 1796 pražský rodák žijící v Mnichově Alois Senefelder, který se celý svůj další život věnoval jejímu zdokonalování. Z kartografického hlediska není bez zajímavosti, že se roku 1810 stal ředitelem královské kamenotiskárny katastrálních map v Bavorsku. Litografie se rychle rozšířila po celé Evropě a po celém světě. Litografií byly vytištěny mj. mapy stabilního katastru. Postupné vylepšování litografie v průběhu 19. století vedlo ke vzniku ofsetu – hlavní metodě tisku map ve 20. století.

Od roku 1818 tiskl Senefelder barevně – pro každou barvu se vytvoří samostatná tisková deska a poté



Obr. 11.11 – Kamenná tisková deska a vytištěná mapa [Wikipedia].

se postupně desky otisknou příslušnou barvou na papír, tzv. soutisk barev. Litografie je první technika umožňující skutečně barevný tisk. Počet barev a tedy i počet desek mohl být i relativně velký, tisklo se např. z 12 desek, výjimečně i z 20 desek. Pokusy se soutiskem barev probíhaly už v době dřevořezu, ale touto technikou i pozdějším mědirytem bylo obtížné vyrobít tiskové desky, které by umožňovaly kvalitní soutisk. Dalším důvodem byl méně kvalitní tehdejší papír, který se při tisku vlhčil a tím se nepravdělně deformoval, což znemožňovalo soutisk z více desek.

Výhody litografie: kresba na tiskovou desku byla mnohonásobně jednodušší a rychlejší než rytí do mědi; po zbrúšení povrchu bylo možné tiskovou desku opakovaně použít; zůstala možnost tisknout i tenké čáry.

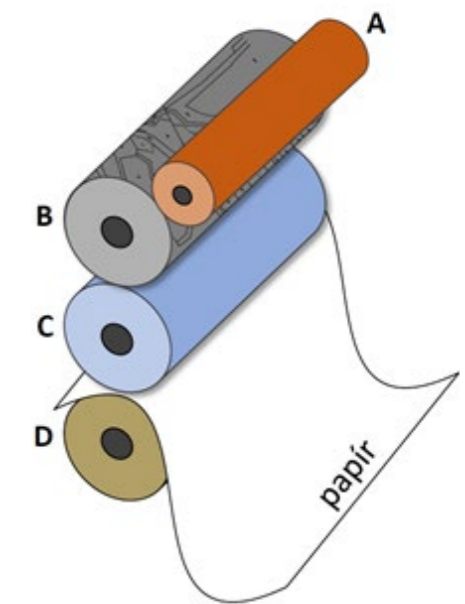
Nevýhody: obtížná manipulace s tiskovou deskou – pro tisk map se jednalo o kamenný blok např. o roz-

měrech 10 × 80 × 120 cm, který vážil okolo 150 kg; stále bylo nutné vytvářet tiskovou desku stranově převráceně.

10.2.5 Ofset

V principu se jedná o nepřímý tisk z plochy. Vyvinul se z litografie, která byla vylepšována v celém průběhu 19. století. Z řady postupných kroků je možné zmínit tři významná zlepšení:

1. využití fotografie pro přenos obrazu na tiskovou desku – odpadlo ruční kreslení a dosáhlo se přesné shody s předlohou;
2. nahrazení vápencové litografické desky tenkou, ohebnou deskou

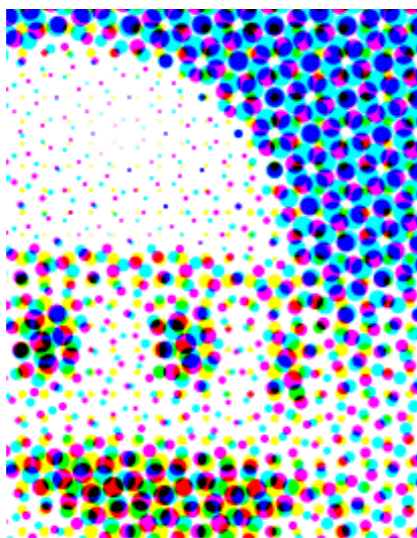


Obr. 11.12 – Schematické znázornění principu ofsetového tisku: A – barevník = sada válců nanášejících barvu; B – válec s tiskovou deskou, C – ofsetový válec, D – přítlačný válec.

kovovou – to umožnilo připevnit desku na válec, čímž mohl vzniknout rotační tisk mnohonásobně rychlejší než tisk z plochých desek; 3. použití přenosového (ofsetového) válce – jedná se o pogumovaný válec sloužící k přenosu barvy z tiskové desky na papír – tedy tiskne se z desky na ofsetový válec a z válce na papír (obr. 11.12). Přesto, že ofsetový válec znamenal jeden otisk barvy navíc, kvalita tisku se zlepšila, protože přenos barvy z měkkého gumového povrchu byl i na méně kvalitní papír lepší než přímo z desky. Navíc již tisková deska nemusela být stranově převrácená.

Barevný ofsetový tisk probíhá na stejném principu jako u litografie – každá barva má svou tiskovou desku a jednotlivé barvy se postupně tisknou na papír. V současnosti je tento způsob, tzv. tisk přímými barvami, používán méně často, zejména pro tisky s vyššími požadavky na grafickou kvalitu. Běžný barevný tisk probíhá soutiskem čtyř základních barev, tzv. čtyřbarvotisk. Jedná se o barevný model CMYK – azurová, purpurová, žlutá, černá – viz kapitola 8.1.2. Všechny ostatní barvy vznikají kombinací uvedených základních barev. V některých případech je ale možno použít barev méně nebo více.

Aby bylo možné tisknout tmavší a světlejší odstíny (např. celou škálu bílá–šedá–černá), používá se rozkladu obrazu do tzv. autotypického rastru. Autotypický rastr rozloží obraz pravidelnou mřížkou



Obr. 11.13 – Ukázka autotypického rastru pro černobílý (a) a barevný (b) tisk.

na jednotlivé body a velikost bodu odpovídá sytosti barvy, čím má být tmavší barva, tím větší body se v daném místě vytisknou. Světlé odstíny barev tedy vznikají optickou iluzí, kdy jsou malé černé body na bílé ploše papíru vnímány jako souvislá šedá plocha (obr. 11.13a).

Na principu autotypického rastru je založen i tisk ostatních barev při čtyřbarvotisku. Každá barva vzniká kombinací čtyř základních, např. hnědá může vzniknout jako kombinace 0 % azurové, 50 % purpurové, 100 % žluté a 40 % černé. Nula procent znamená žádná barva, tedy bílý papír, sto procent

znamená plné pokrytí příslušnou barvou, hodnoty mezi nulou a 100 je nutné dosáhnout právě pomocí rastru. Při čtyřbarvotisku se tedy tisknou přes sebe čtyři rastry barev CMYK a ostatní barvy vznikají kombinací „puntíků“ základních barev a podkladové bílé. Z čistě praktického hlediska se rastry jednotlivých barev navzájem pootáčejí, aby při soutisku nevznikaly nežádoucí optické efekty způsobené skládáním vzorů málo odlišných rastrů (obr. 11.13b).

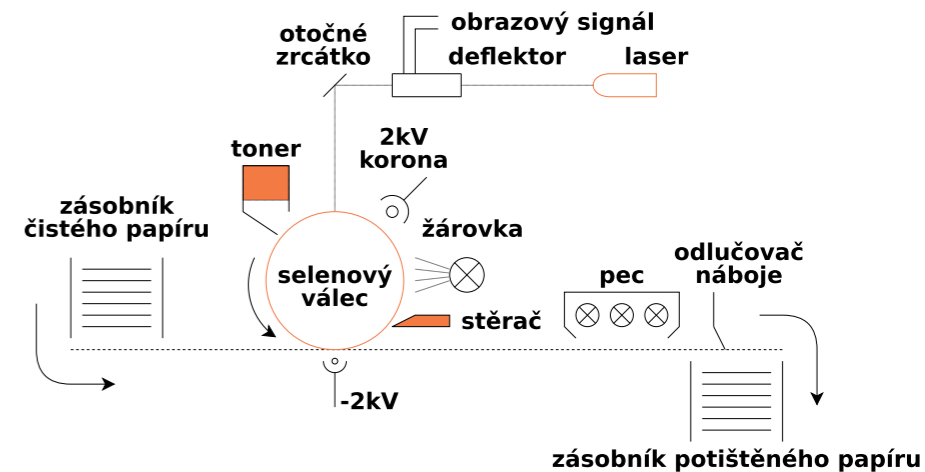
Ofset je od svého zavedení stále zdokonalován a vylepšován (to se týká zejména tvorby tiskových desek) a v současnosti je to spíše skupina technik než jedna technologie. Ofset ovládl tisk ve 20. století, kdy většina tisku byla provedena právě ofsetem. I v současnosti má pro určitý segment zakázek dominantní postavení, ale narůstá počet „speciálních“ požadavků na tisk, které ofset nedokáže splnit, a to nahrává například digitálnímu tisku.

Výhody ofsetu: snadné a levné vytvoření tiskové desky, resp. tiskových desek (žádné rytí ani překreslování, není třeba měď ani vápenec); možnost vysokých nákladů tiskovin – tiskové desky se prakticky neopotřebovávají; rychlost tisku – rotační ofset umožňuje tisknout tisíce archů za hodinu; vysoká kvalita tisku – tiskové desky mohou vznikat až s rozlišením řádově 4 500 dpi; možnost tisknout přímými barvami – je možné tisknout libovolné odstíny ve vysoké kvalitě.

Nevýhody ofsetu: nutnost vytvoření tiskových desek – oproti dřevořezu je tvorba tiskových desek snadná a rychlá, ale v procesu ofsetového tisku se jedná o nejdražší a nejpomalejší část, není např. možné tisknout na počkání, jako digitálním tiskem; pro malé náklady drahý tisk – cena celého nákladu se odvíjí především od ceny tiskových desek a je tedy vysoká pro malý počet výtisků (pro velké náklady bezkonkurenčně nejlevnější); relativně malá škála potiskovaných materiálů – v podstatě se musí tisknout na kvalitní papír; všechny tisky jsou stejné – zdálo by se, že to je právě princip tisku, vyrobí levně co nejvíce kopií, tedy stejných výsledků, ale v současnosti je často požadována tzv. personalizace tisku, např. aby každý zákazník dostal tiskovinu se svým jménem, a to nemůže samotný ofset zajistit.

11.2.6 Digitální tisk

Jedná se o nejmodernější z tiskových technik. Nejpoužívanější jsou dva základní principy tisku: inkoustový tisk a tisk pomocí suchých tonerů, tzv. laserový (obr. 11.14). Oba principy jsou realizovány řadou technologií, které ale mají společné základní vlastnosti: 1. neexistují tiskové desky – na rozdíl od všech předchozích metod, které musely mít skutečnou tiskovou desku, a ta se mechanicky obtiskla na papír; 2. podklady je nutné mít v digitální podobě – na rozdíl od analogových



Obr. 11.14 – Schéma laserové tiskárny; tiskový obraz je laserem vykreslen na světlocitlivý válec, na těchto místech se uchytí tonerový prášek, který je následně obtisknut na papír a zapečen. [Wikipedia]

procesů rytí a kreslení a od fotografického přenosu, je pro digitální tisk nezbytný soubor digitálních dat s příslušným software a hardware; 3. barevný tisk je založen téměř výhradně na modelu CMYK.

Z uvedených vlastností vyplývají způsoby využití, výhody i omezení digitálního tisku. Tisk bez tiskových desek je výhodný, protože se:

- ušetří čas i finance, které by stála jejich výroba;
- nemusí provádět tzv. separace barev, tedy příprava desek pro jednotlivé barvy;
- nemusí řešit kvalita soutisku barev z několika desek;
- mohou před každým tiskem upravit vstupní data a mohou vznikat individuální tisky.

Digitální podoba dat je u „digitálního tisku“ samozřejmostí, ale přináší s sebou zásadní problém, kterým je

zpracování dat na počítači, tedy na monitoru založeném na barevném modelu RGB (viz kap. 8.1.1). Rozpor mezi modelem pro zpracování dat a modelem pro jejich tisk může vést k výsledkům, která neodpovídají očekávání, případně může přinášet očekávání, který nelze technologicky splnit, protože ne všechny barvy realizované na monitoru lze také vytisknout (viz kap. 8.1.4).

Čtyřbarvotisk je standardní metodou i u ofsetu a pro většinu úloh je dostatečný, ale při větších nárocích na kvalitu tisku se ukazují omezení digitálního tisku. Jedním z omezení je princip vytváření světlých odstínů. Zatímco u ofsetu se dosáhne např. šedé zmenšením černého tiskového bodu, který je v pravidelném rastru (viz výše autotypický rastr), u digitálního tisku se stejného efektu dosahuje zvětšením vzdálenos-

ti mezi jednotlivými kapičkami inkoustu (u inkoustového tisku), přičemž kapičky jsou stále stejně velké. Čím má být barva světlejší, tím musí být kapičky dále od sebe a kvalita tisku světlých ploch je proto slabší než u ofsetu. Druhou nevýhodou je omezení modelu CMYK, který má menší možnosti barev než model RGB (a ten zase menší možnosti než je schopné odlišit lidské oko). Například stoprocentní zelenou a červenou v modelu RGB nelze v režimu CMYK vytisknout. Uvedené nevýhody modelu CMYK se odstraňují:

1. tiskem přímých barev – u ofsetu běžné, u digitálního tisku možné, ale ne běžně rozšířené, nedá se očekávat, že by tato technologie byla užívána u „domácích“ tiskáren;
2. rozšíření počtu barev, resp. úprava barevného modelu – v současnosti je již rozšířen šestibarevný tisk ve dvou variantách, buď CMYKcLm (používáno též označení CMYKcm) nebo CMYKOG. V prvním případě jsou přidány světlá azurová a světlá purpurová, což umožňuje kvalitnější tisk světlých odstínů, ve druhém případě jsou přidány oranžová a zelená – barvy, které se základními barvami tisknou nejobtížněji. V obou případech se současně rozšiřuje tisknutelné spektrum barev. Speciální zařízení umožňují i osmi nebo i dvanácti barevný tisk s různými kombinacemi barev, ale tato zařízení jsou zatím velmi nákladná;
3. zmenšení tiskového bodu, resp. možná volba velikosti kapičky inkoustu (*Variable Dot Technology*)

– zlepšuje zejména kvalitu tisku jednobarevných ploch.

Digitální tisk je stále ve vývoji a dají se očekávat další změny a vylepšení, jako příklad dalšího směřování je možné z řady inovací uvést technologii *i2* – *intelligent interweaving*, tedy „chytrý vlnotisk“. Ta se snaží odstranit konstrukční nevýhodu inkoustových tiskáren, jejichž tisková hlava se pohybuje nad papírem stále ve stejném směru, což se na větších jednobarevných plochách může projevit ve formě nežádoucích pruhů. Proto *i2* netiskne v rovných pruzích, ale ve vlnách, čím eliminuje „pruhování“ obrazu.

S ohledem na často velký formát mapových výstupů je vhodné zmínit dva typy zařízení pro digitální tisk. Prvním jsou běžné tiskárny tisknoucí formáty A4 nebo A3, které mohou být inkoustové nebo tzv. laserové. Pro větší formáty se používají širokoformátové tiskárny označované jako plotry. Původní plotry skutečně kreslily, ale dnes jsou založené téměř výhradně na inkoustovém tisku. Plotr je stojan nesoucí pojezdovou lištu s tiskovou hlavou a zařízení k upevnění papíru. Formát tisku je dán délkou pojezdové lišty a u běžných plotrů se pohybuje od jednoho do pěti metrů, existují i délky 12 m, výjimečně i větší. Papír se vkládá v arších, častěji v rolích.

Jako specifickou technologii digitálního tisku je nutné zmínit 3D tisk, který má také aplikace v kartografii, ale přesahuje rámec tohoto textu.

Výhody digitálního tisku: ne-

existuje tisková deska – ze souboru mohou tisknout ihned a zároveň je tisk levný pro malé náklady; dají se potiskovat nejrůznější materiály – mimo papíru se může tisknout na textil, plast i pevné materiály, jako sklo či dřevo; možnost tisku opravdu velkých formátů; dostupné levné tiskové zařízení – stolní tiskárna je v každé domácnosti a kanceláři; možnost personalizace tisku – každý tisk může mít individuální obsah.

Nevýhody digitálního tisku: pro velké náklady drahý – ceny se stále snižují, ale pro velké náklady nad několik stovek kusů je zatím příliš drahý; pomalý tisk – rozdíl v rychlosti samotného tisku mezi rotačním ofsetem a digitální tiskárnou je tak velký, že srovnání ani nemá smysl; prozatím obecně menší grafická kvalita – tento parametr se rychle mění a pro běžné tisky jsou již kvality srovnatelné.

11.2.7 Sítotisk

Je označován také jako šablonový tisk, průtisk nebo serigrafie (z latinského *sericum* – hedvábí a řeckého *γράφειν*, *grafein* – psátí). Stará technika pocházející z 10. století z Číny, která se průmyslově rozšířila ve 30. letech 20. století v USA. Sítotisk je čtvrtá z klasických tiskových technik (vedle tisku z výšky, z hloubky a z plochy). Principem je protlačování barvy přes síto s malými oky (obr. 11.15) – barva prochází sítem a ulpívá na papíře, místa, která nemají být potištěna, jsou



Obr. 11.15 – Princip sítotisku.

zakryta šablonou bránící průchodu barvy. Místo mechanických šablon se dnes používá vykrytí otvorů síta světlocitlivou emulzí a po fotografickém přenosu předlohy vymytí emulze z potiskovaných míst.

Sítotisk měl dominantní postavení v potisku látek a dalších netypických materiálů, kde ho postupně nahrazuje digitální tisk. Nezaslužitelné místo má v oblastech, které mají speciální požadavky na vlastnosti barev. U digitálního tisku jsou parametry barev (např. hustota, rychlost zasychání, množství nanesené barvy) významně omezené použitým zařízením, tedy tiskovou hlavou. Sítotisk může pracovat se širokým spektrem barev a velikostí ok síta může upravovat i jejich množství (které je vždy větší než u ofsetu nebo digitálního tisku).

Sítotisk se používá v řadě technických aplikací, např. se jím potiskují dopravní značky – kdy barva musí přilnout na hliníkový plech, musí být trvanlivá, reflexní, odolná proti otěru, vlhkosti a UV záření atd. Omezením sítotisku je kvalita tisku, která je dána velikostí ok síta a která je vždy horší než kvalita ofsetového nebo digitálního tisku. Sítotiskem také není možné tisknout čtyřbarvotiskem, vždy se tisknou

pouze přímé barvy. Sítotisku by bylo možné využít např. při tisku jednoduchých map na plátno, ale významnější zastoupení v kartografické tvorbě má ve dvou speciálních oblastech:

1. tvorba reliéfních map – plastové fólie, které se následně tvarují, se potiskují sítotiskem, protože barvy musí být odolné proti teplotě při tvarování, nesmí tvarováním popraskat a musí odolávat otěru a dalším vnějším vlivům;
2. tyflokartografie, tedy tvorba map pro slepé a slabozraké – používá se více technologií, ale jednou z nich je právě sítotisk, který umožňuje reliéfní tisk barvami i průhlednými laky.

Výhody sítotisku: levná technologie; lze potiskovat různé materiály a podklad nemusí být rovný; možnost volit vlastnosti barev.

Nevýhody sítotisku: menší kvalita tisku; nelze tisknout polotóny.

11.2.8 Další tiskové techniky

Kromě ofsetu a digitálního tisku jsou v současnosti používány i další tiskové techniky, které ale nemají žádné nebo naprosto minimální uplatnění v kartografii (mapu je ovšem možné vytisknout jakoukoli technologií). Jedná se např. o flexotisk sloužící pro potisk obalů, výjimečně pro tisk novin, oceloryt pro tisk bankovek a známek, litografii nebo linoryt jako umělecké grafické techniky, termotisk pro pokladní účtenky apod.

11.3 Zpracovatelské práce

Zpracovatelské práce (tzv. *post-press*) zahrnují úkony prováděné s vytištěnými listy či archy, jako je ořez, skládání, vazba apod.

Laminování poskytuje papíru ochranu před vnějšími vlivy a zvyšuje jeho odolnost při používání (jak zvýšení mechanické odolnosti, tak třeba odolnosti vůči UV záření). Při laminaci dochází k nalepení fólie (obvykle polyesterové nebo polypropylenové) na tiskovinu. Laminace může být jednostranná nebo oboustranná, povrch fólie může být lesklý, matný nebo různě strukturovaný. Existují různé technologie laminace – za tepla, za studena, tekutá laminace, UV laminace. Laminační fólie včetně lepidla má obvykle tloušťku 20–30 µm. Laminování se provádí na začátku zpracovatelských prací, laminovaná tiskovina by měla mít přesah a na finální rozměr následně ořezána.

Lakování slouží (stejně jako laminace) k ochraně tiskoviny a zvýšení její odolnosti, lak navíc zvyšuje brilanci barev. Lakování může být celoplošné nebo parciální (částečné), matné nebo lesklé. Používané laky zahrnují:

- tiskové (stejně složení jako ofsetové barvy, nanášené přímo v ofsetovém stroji; lakovaná vrstva je tenká, efekt lakování je tedy poměrně nevýrazný);
- disperzní (nanášené speciálním strojem, odolné);
- UV laky (k vytvrzení dochází pomocí UV záření; vyznačují se

vysokým leskem, hladkým povrchem, možnostmi povrchové úpravy, ale vyšší cenou).

K lakování tedy může docházet přímo během procesu tisku (online lakování – mimo tiskové laky v ofsetových strojích existují řešení i např. pro laserové tiskárny nebo pro parciální lakování pomocí ink-jetové tiskové hlavy), nebo po tisku (off-line lakování – zvyšuje časovou náročnost celého procesu).

Kašírování je nanášení potišťného (často laminovaného či lakovaného) papíru na tvrdou podložku (karton, kapa deska, plast apod.).

Řezání je jednou ze základních post-pressových operací, při níž z hrubého formátu vzniká čistý formát. Ořez se provádí na speciálních strojích – řezačkách, rozlišujeme:

- **ruční kolečkové řezačky** (nejjednodušší způsob, řez probíhá pomocí naostřené kolečka pohybujícího se po vodící kolejnici), maximální počet současně řezaných kusů je maximálně okolo dvaceti;
- **ruční pákové řezačky** (obvykle využívají principu stříhu);
- **jednonožové stohové řezačky** (nejpoužívanější typ; umožňují řezat obvykle 5–10 cm vysoké stohy papíru; jednotlivé modely se liší množstvím parametrů – řeznou délkou, pohonem nože a lisovadla apod.);
- **třínožové blokové řezačky** (trojřezy; slouží k rychlému ořezávání hotových produktů /např. brožur či knižních bloků/ ze tří stran).

Vysekáváním jsou z tiskového archu oddělovány samotné produkty nejrůznějšího tvaru (etikety, visačky, ...) pomocí výsekové formy. Vzniklé polotovary (tzv. přířezy) zůstávají před dalším zpracováním (vylamování a rozlamování) kvůli usnadnění manipulace spojeny s archem tzv. **můstky**.

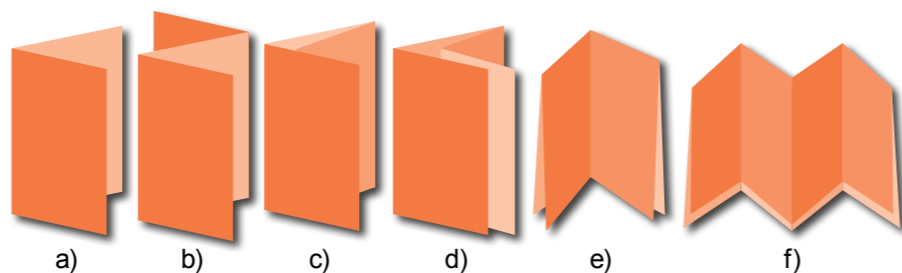
Ražbou vzniká v povrchu substrátu zahloubený plastický reliéf, vytlačený obvykle kovovým razícím prvkem.

Slepotiskem vzniká naopak vystouplý reliéf, používá se matrice a patrice současně.

Fóliovým tiskem (horkou ražbou) na tiskovinu přenášíme materiál z metalické nebo pigmentové fólie pomocí kombinace tepla a tlaku.

Perforování slouží k proděravění papíru ke snadnému oddělení části tiskoviny nebo pro aplikaci vazby (spirálové, drátěné apod.), může probíhat buď pomocí speciálních strojů, nebo přímo během procesu tisku v ofsetovém stroji.

Vrtáním se v tiskovině vytvářejí kruhové otvory (např. pro kroužko-



Obr. 11.16 – Různé typy skládání: a) jednoduchý lom na střed; b) harmonikový paralelní lom; c) lomy do sebe (paralelní skládání zavínováním); d) dva souběžné lomy do sebe; e) dva lomy do kříže; f) harmonikové skládání do kříže.

vé vazby), vrtačky zpracovávají stohy o výšce až 100 mm.

K vytvoření lomu pro přeložení tiskoviny používáme:

- **bigování** (vytlačení drážky do hmoty papíru po celé jeho délce najednou, používá se u tužších materiálů);

- **rylování** (vytlačení drážky pomocí rotujícího rolovacího kolečka).

Skládání (falcování) provádí obvykle speciální skládací stroje, které se liší zejména možnostmi počtu a typu lomů. U tužších papírů (zhruba od 200 g/m²) je vhodné před falcováním provést bigování, pro snadné skládání je nutné brát ohled i na směr vláken papíru. Z hlediska počtu a druhu skladů rozlišujeme (obr. 11.16):

- **souběžné (paralelní) sklady** (jednoduchý lom na střed, harmonikový paralelní lom – leprelo, paralelní skládání zavínováním a okénkový dvojnásobný paralelní lom);
- **skládání na křížový lom** (symetrické a asymetrické).

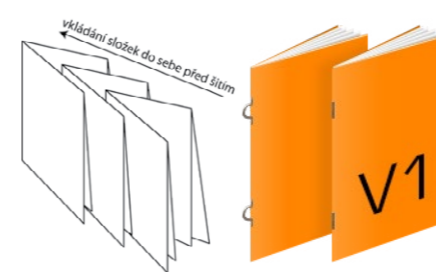
Při **kompletaci (snášení)** dochází

k poskládání listů či složek do finálního pořadí. Rozlišujeme snášení listové (umísťování jednotlivých listů na sebe) a složkové (do sebe pro vazbu V1 a na sebe pro tuhé a V2 vazby – viz dále). Ke snášení slouží speciální stroje, které bývají součástí linek pro vazbu.

Vazby

Vazby dělíme na měkké (V1–V4), polotuhé (V5, V6), tuhé (V7–V9) a speciální. Při vazbách dochází ke spojení vícelistového bloku (vnitřku) s obalem.

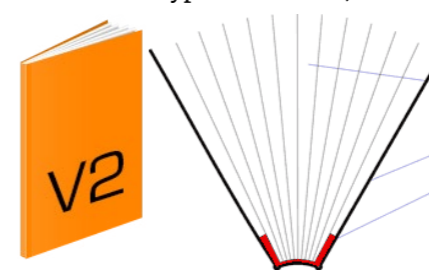
- **Sešitová (časopisecká, na stříšku) měkká vazba V1** vzniká spojením bloku zhotoveného ze složek snesených do sebe s obálkou pomocí šití, nebo častěji drátem či skobami, ořezaná po sešití ze tří stran (obr. 11.17). Tento způsob je vhodný pro méně obsáhlé publikace – čím větší je tloušťka bloku, tím spíše se bude samovolně otevírat.



Obr. 11.17 – Sešitová měkká vazba V1. [převzato z didottisk.cz, tiskhorak.cz]

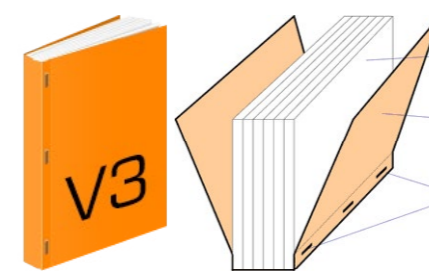
- **Lepená (brožovaná) měkká vazba V2** je ve hřbetu lepená lepidlem, před nanášením lepidla obvykle dochází ke zdrsnění povrchu, aby lépe přijímal lepidlo (obr. 11.18).

Tento způsob vazby je jednoduchý, může být použit pro šířku bloku několika centimetrů, ale tato vazba má nižší životnost (při používání dochází k vypadávání listů).



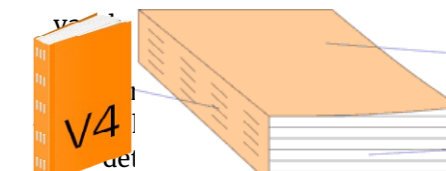
Obr. 11.18 – Brožovaná měkká vazba V2. [převzato z tiskhorak.cz, grafika.cz]

- **Bloková měkká vazba V3** spojuje jednotlivé listy bloku sešitím shora drátem (skobkami) a následně je blok zavěšen do obálky (obr. 11.19). Je vhodná pro šířku bloku do 1 cm a nevýhodou nemožnost úplného otevření, na druhou stranu je obvykle odolnější než vazba V2.



Obr. 11.19 – Bloková měkká vazba V3. [převzato z tiskhorak.cz, grafika.cz]

- **Šitá měkká vazba V4** spojuje jednotlivé listy bloku šitím, následně je blok zavěšen (vlepen) do obálky (obr. 11.20).
- **Polotuhá vazba V5** se od měkkých



Obr. 11.20 – Šitá měkká vazba V4. [převzato z tiskhorak.cz, grafika.cz]

ty papíru jsou nalepeny na desky z lepenky či kartonu, ty jsou pak navzájem spojeny proužky knihařského plátka.

- **Klasické tuhé knižní vazby (V7–V9)** se vyznačují spojením obvykle šitého knižního bloku s tuhými deskami, které jsou vyrobeny zvlášť. Jedná se o nejsložitější, ale také nejodolnější typ vazby. Knižní složky bloku se skládají z 16–32 stran, obal může být z kartonu, plátka nebo plastu (a kombinace těchto materiálů).
- **Speciální vazby** zahrnují např. kroužkové vazby (twin-wire, vinutá; vlastní vazba může být skryta v obálce), plastové hřebeny, metalbind apod.

Export mapových výstupů z ArcGIS

ArcGIS přímé nastavení spadávkou dokumentu ani export tiskového souboru s ořezovými značkami nemožňuje, proto je (v případě nutnosti použití) třeba vše připravit ručně (nastavit větší formát dokumentu, než je požadovaný čistý formát mapy, vzdálenosti si naměřit a vyznačit pomocí vodítek a ořezové značky nakreslit přes panel nástrojů Drawing. Další možností je příprava

finálního dokumentu v jiném programu (viz kap. 11.1.1).

Vícestránková mapová díla v ArcGIS
ArcMap umožňuje (polo)automatický export vícestránkových mapových souborů dle zadaného listokladu. Tyto funkce jsou obsaženy v nastavení layoutu (*Layout > Properties > Map Series*). Základem je **vrstva listokladu**, kterou můžeme vytvořit pomocí některého z nástrojů (např. *Create Fishnet* s polygonovým výstupem; *Grid Index Features* automaticky pokrývající rozsah dat při nastavení parametrů, jako je měřítko nebo velikost jednoho listu; *Strip Map Index Features* pro vytvoření polygonů podél linie, například řeky) nebo vytvoření vrstvy ručně, s polygonem složi-

tějšího tvaru (např. pokud počítáme s místem na legendu) a jeho rozkopírováním a rozmístěním tak, aby pokrýval všechna požadovaná data (obr. 11.21). V poslední řadě může být definiční vrstvou listokladu jakákoli polygonová vrstva, například okresů.

V nastavení můžeme nastavit práci s měřítkem (v případě nesterajně velkých oblastí definujících listoklad), nastavení dynamických popisů mapy, rotaci daného listu apod.

Pokud je volba *Map series* aktivní, jednotlivé listy lze prohlížet v záložce *List Map Series Pages* na panelu obsahu (*Contents*). Při exportu do PDF (*Share > Layout export*) je v nastavení (*Export Options*) možné nastavit, které listy se mají exportovat a zda mají být uloženy do jednoho PDF souboru,

nebo každý zvlášť. Při exportu do jiných formátů je nutno každý požadovaný list exportovat zvlášť.

Export map z ArcGIS

K exportu mapového layoutu do všech dostupných formátů slouží volba *Share > Layout export*. V závislosti na vybraném formátu jsou dostupné odlišné možnosti nastavení, mezi důležité patří:

- **Clip to Graphic Extent** (při zatržení se exportuje pouze rozsah prvků, při nezatržení celá strana dle nastavených rozměrů);
- **Embed fonts** (vlození fontů);
- **Image Quality** (úroveň komprese rastrových souborů);
- **Resolution DPI** (rozlišení rastrových dat);
- **Color mode** (barevná hloubka u rastrových formátů).

Export mapových výstupů z QGIS

Export mapového výstupu probíhá v okně *Layout* pomocí odpovídající funkce *Export* v závislosti na typu a formátu výstupu (např. *Atlas > Export Atlas as PDF*). K dispozici jsou formáty **PNG, PDF a SVG**. Možnosti exportu lze nastavit v panelu *Layout* (popř. *Atlas* nebo *Report*) již při tvorbě výstupu. Při samotném exportu se objeví dialogové okno, kde je také možné nastavit základní parametry (např. rozlišení v DPI, možnost *Crop to content* – ořezání okrajů ke grafickému obsahu apod.).

Vícestránková mapová díla v QGIS

Automatické vícestránkové mapové soubory lze v QGIS generovat v běžném režimu *Layout* pomocí funkce *Atlas* nebo v komplexnější formě *Report*.

Funkce *Atlas* se ovládá v panelu, který se aktivuje v menu *Atlas > Atlas settings*. Jednotlivé strany atlasu (*Atlas Features*) se generují na základě **definiční vrstvy** (*Coverage layer*), kdy se iterací vytvoří pro každý prvek ve vrstvě samostatný mapový list. Definiční vrstvou může být jakákoliv vektorová vrstva. Pokud chceme vytvořit pravidelný listoklad, můžeme vytvořit vektorovou vrstvu s volitelnou mřížkou pomocí funkce *Create grid*. Nastavení atlasu umožňuje skrýt prvky definiční vrstvy a filtrování podle atributu nebo vzorce. Pro aktivaci atlasu je nutné vložit mapové pole a aktivovat v jeho vlastnostech položku *Controlled by atlas*. Potom lze nastavit chování měřítka v případě různých velikostí prvků (procentuální, automatické, fixní). Atlas má také svoje proměnné (*Variables*), které lze využít při ovládní různých parametrů pomocí vzorců, například při značkovém klíči vrstvy, pokud bychom chtěli odlišit zájmový prvek daného listu od ostatních. Pro prohlížení jednotlivých listů lze využít jak menu, tak panel *Atlas Toolbar*, kde lze aktivovat prohlížení atlasu (*Preview Atlas*). Výstup lze generovat do jednoho vícestránkového souboru, nebo do jednotlivých souborů.

Funkce *Report* umožňuje vytvořit komplexnější vícestránkové mapové vý-

stup. Lze zde vložit úvodní a závěrečnou stranu dokumentu a vložit více jednotlivých mapových listů nebo vícestránkových mapových souborů.

Export mapových výstupů z OCAD

OCAD vícestránková mapová díla nepodporuje, možnosti jsou tak omezeny na základní export mapového projektu. Ten se provádí v menu *Soubor > Exportovat*. K dispozici je možnost ukládat do řady rastrových i vektorových formátů, včetně formátů EPS a PDF.

Při exportu do rastrových formátů se standardně nastavuje rozlišení v DPI nebo ve velikosti pixelu na metr, dále je možnost vytvořit georeferenční soubor, aktivovat antialiasing a korekci barev. Následně je nutné specifikovat rozsah exportu (části mapy), což lze učinit graficky nastavením okna exportu, dle souřadnic nebo dle formátu papíru. Nastavení rozsahu exportu je možné uložit pro další použití.

Při exportu do formátů AI, EPS, PDF a TIFF je možné zvolit tiskový model CMYK nebo přímé barvy. V případě exportu do CMYK vzniká jeden soubor, v případě použití přímých barev vzniká více souborů, každý pro jednu přímou barvu.

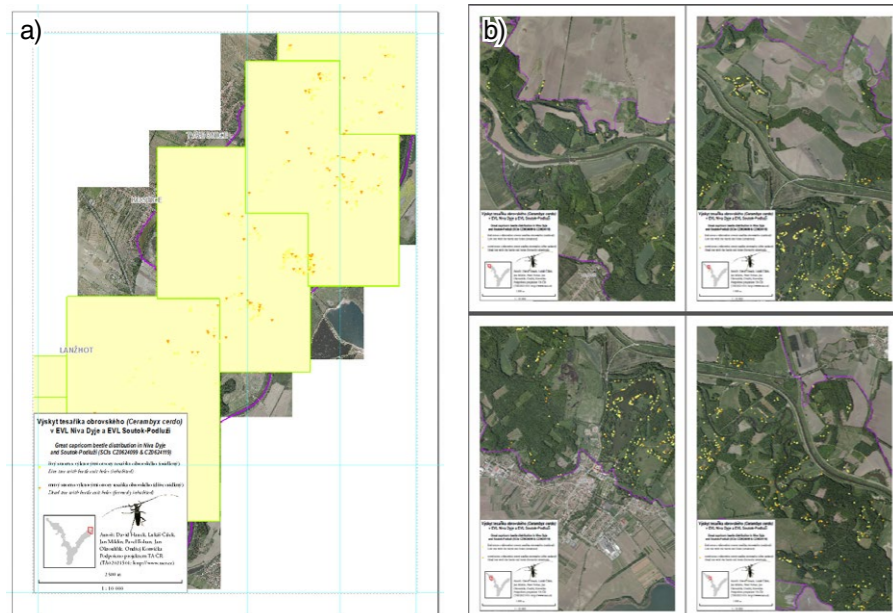
Příprava tiskovin pro falcování a vazbu

S plánovanými dokončovacími pracemi (zejména skládáním a vazbou) je často nutné počítat už při grafickém

návru tiskoviny. Vzhledem k možným technologickým omezením (počet skladů, jejich délka, maximální tloušťka vazby apod.) je ideální již při grafickém návrhu vycházet ze specifikací konkrétní tiskárny či knihárny, která bude produkt zpracovávat. Pokud ještě není známa, je dobré dodržovat standardy a normy.

Otázka vazby hraje roli zejména při rozvržení vzdálenosti zrcadla sazby od vnitřního okraje dvoustránek a práce s grafikou rozloženou přes celou dvoustranu. Některé druhy vazeb (V2, V3, kružkové vazby apod.) mohou ze stránky zabrat až 1 cm místa, který na finální tiskovině nebude patrný, proto je nutno s tímto počítat a vnitřní okraj zvětšit. I vazby, které místo na stránce prakticky nezabírají (V1, V4) znamenají optické přerušování a do tohoto místa není vhodné umístit důležité prvky obrázku či grafiky, navíc vlivem nepřesnosti při tisku či zpracování může dojít k vzájemnému posunu částí na oddělených stranách.

S tloušťkou tiskoviny je třeba počítat při návrhu obálek. U vazby V1 se obvykle se hřbetem nepočítá a obálka je složena jen podél jedné rýhy, u tlustých sešitů ale může být použito i ohybu podél dvou rýh. Obálka je obvykle připravena na prostý dvounásobek rozměru vnitřní strany (např. u brožury výsledného formátu A4 na výšku bude obálka formátu A3 na šířku). U ostatních vazeb je s tloušťkou hřbetu potřeba počítat a zahrnout jej do grafického návrhu obálky (obr. 11.22). Jejich



Obr. 11.21 – Vrstva s listokladem, uzpůsobená kompozici mapy (a) a finální mapové výstupy (b).

XII

Mapy na webu



```
id="Layers"> <g
id="orp"><clip
Path id="SVG_
CP_1"> <path d="M0.24001,
841.80472L0.24001,416.59534L595.1905
5,416.59534L595.1905 5,841.80472L0.24001
,841.80472z"/> </clipPath><path clip-path="url(#SVG
CP_1)" fill="none" stroke="#FFFFFF" stroke-
width="0.48001" stroke-miterlimit="10" stroke-
linecap="round" stroke-linejoin="round"
d=" M-29.52077,656.8096L-29.28077,657.04957L-
28.80075,658.24944L-29.52077,660.88916"/><path clip-
path="url(#SVG_CP_1)"fill="none" stroke="#FFFFFF"
stroke-width="0.48001" stroke-miterlimit="10" stroke-
linecap="round" stroke-linejoin="round"
d="M-29.52077,71 2.24365L 2 8.56075,712.00368L-2
8.08073,711.28376L -27.84073,7 11.7637 L-27.36072,7 11.7637 L-27.12071,711.04378
L-25.44067,709.84391L-25.44067,710.80381L-24.48064,710.32386L- 22.8006,710.32386L-2.08058,711.28376L-
21.36056,712.96358L-20.40053,713.20355L -17.28045,712.7236L-16.56043,711.04378L-16.80044,710.08388
L-16.32043,709.84391L-16.08042,710.32386L-15.60041,709.84391L-14.16037,709.60394L-14.16037,708.40406L-
13.20035,708.88401L-12.24032,708.40406L-11.04029,709.60394L-10.32027,709.36396L-9.84026,710.32386L-8.40022,709.60394L-
4.80013,709.84391L-4.32011,710.32386L-4.32011,711.7637L-3.8401,712.24365L-2.88008,712.7236L-1.92005,712.00368L-1.44004,711.7637L-
1.44004,711.04378L0.72002,710.32386L1.44004,709.84391L1.44004,708.16409L2.40006,707.68414L3.36009,708.40406L5.52014,709.36396L5.28014,709.
84391L5.52014,711.04378L4.80013,710.80381L4.80013,711.28376L6.00016,711.7637L6.24016,712.24365L5.52014,713.44352L4.08011,713.92347L3.8401
,714.40342L4.32011,714.88337L6.24016,714.88337L5.52014,716.56319L5.76015,719.20291L4.56012,719.92283L4.32011,720.40278L4.80013,720.88273L8
.88023,721.60265L8.16021,722.32257L8.88023,724.24237L7.4402,725.68221L6.96018,725.44224L6.96018,726.40214L9.12024,727.12206L9.60025,7-
27.60201L11.2803,727.60201L10.56028,728.5619L11.04029,728.80188 L10.80028,729.04185L9.12024,729.5218L10.08026,730.00175L10.08026,730.48
17L10.56028,730.4817L10.32027,732.64147L10.08026,733.12141L11.2803,734.32129L12.00031,735.52116L14.16037,734.56126L14.64038,735.04121L14.
40038,736.00111L13.20035,736.00111L12.96076266,708.40406L101.52266,709.12399L102.24267,709.84391L102.48268,711.283764.16037,734.56126L14
.64038,735.04121L14.40038,736.00111L13.20035,736.00111L12.96034,736.48105L13.68036,737.44095L13.92036,739.36075L15.3604,741.52051L15.360
4,743.44031L14.16037,742.72039L13.92036,742.96036L12.96034,741.04057L11.76031,739.60072L10.08026,739.84069L7.92021,737.9209L8.64023,737.
```

Zatímco většinu času byly všechny mapy vytvářeny fyzicky, na sklonku 20. století a ve století současném kartografické produkci dominují **digitální mapy (obr. 12.1)**, šířené v **elektronické podobě**, nejčastěji prostřednictvím **webu a mapových serverů**.

Zatímco nejprve byly počítače používány ke **zpracování dat a tvorbě map profesionály**, postupem času dochází k výraznému **zjednodušení celého procesu**. To s sebou přináší

mnohé **výhody** (výrazné zrychlení, zvýšení dostupnosti a dosahu map, snadnou dostupnost dat a informací, možnost automatizace rutinních postupů), ale také **nevýhody**. V oblasti kartografie se v této souvislosti zmiňuje zejména problematika **laicizace a neodbornosti** – většinu map vytvářejí neodborníci, často bez jakýchkoli znalostí kartografických pravidel a zásad, což často vede ke vzniku špatných map. Z části může být problematická i **automatizace**: zatímco

některé procesy jsou automatizovatelné velmi snadno a s mnohdy lepšími (a hlavně neporovnatelně rychlejšími) výsledky, než by měla práce kartografa, u jiných výsledky tak přesvědčivé nejsou (a i využití automatizovaných funkcí vyžaduje jejich znalost a správné rozhodnutí, kdy a jak je použít).

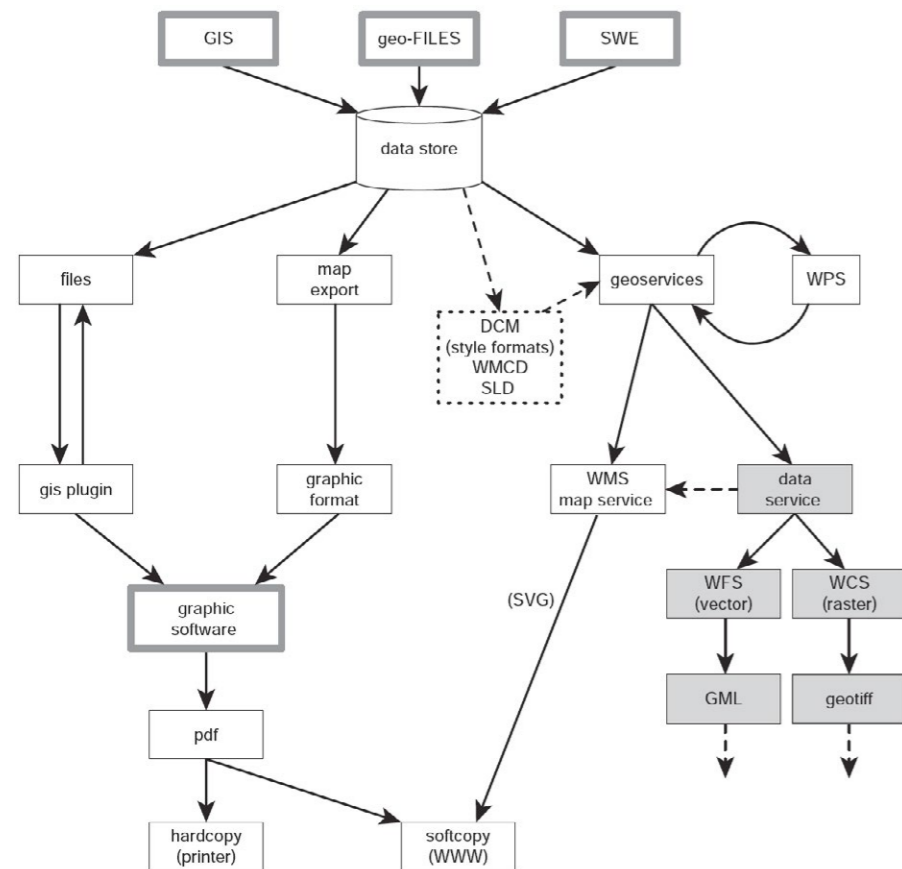
12.1 Klasifikace elektronických map

Mapy v elektronické podobě můžeme dělit podle nejrůznějších kritérií, například:

- **digitální** (mapy, které celé vznikly digitálním procesem) nebo **zdigitalizované** (původně analogové) mapy;
- **dynamické** (mapy, jejichž vzhled a/nebo obsah se při změně měřítka mění) nebo **statické** (podoba mapy je stále stejná);
- **interaktivní** (uživatel může s mapou aktivně pracovat – např. upravovat značkový klíč, zapínat či vypínat jednotlivé vrstvy, měnit hranice intervalů apod.) nebo **prohlížeční** (uživatel může mapu pouze prohlížet);
- **vektorové, rastrové, kombinované**.

Elektronické mapy mohou být distribuovány různými způsoby:

- formou **digitálních souborů** (v nejrůznějších formátech – PDF, vektorové SVG, rastrové obrázky jako JPG, TIF apod.); ty mohou být předávány **elektronickou poštou, na médiích** (flash disk, CD-ROM aj.)



Obr. 12.1 – Schéma vzniku a publikace mapy. [převzato z KRAAK & ORMELING 2010]

nebo umístěny na **webové stránce** k prohlížení a/nebo stahování;

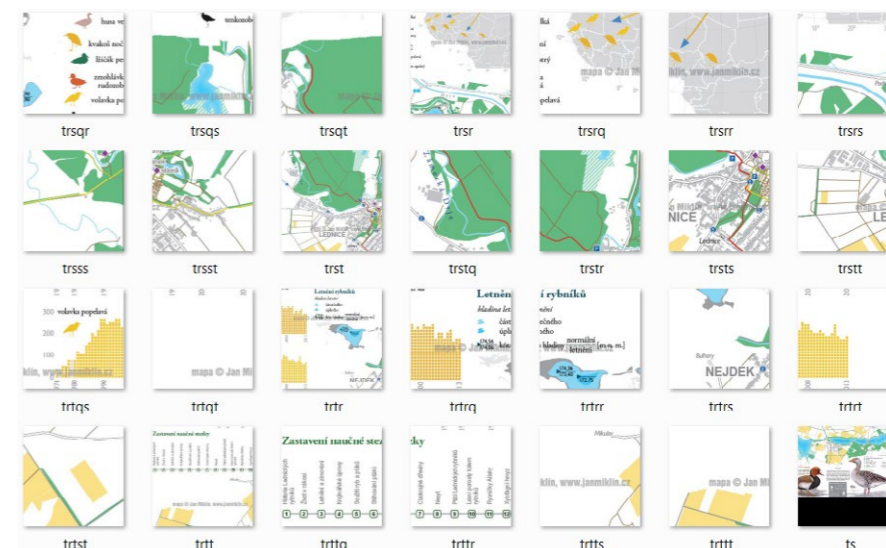
- formou **mapových služeb a serverů** (které zprostředkovávají pohled na data, často s možností uživatelské interakce);
- formou **mapových aplikací** (software, který umožňuje práci s daty, jejich vizualizaci apod.).

12.2 Mapy na webu

Nejjednodušší formou **webové distribuce mapy** je umístění **klasického statického souboru** (PDF, vektorový nebo rastrový obrázek) na **webovou stránku k prohlížení a/nebo stahování**.

Prohlízet **rastrová data** s možností **zoomování** umožňují služby typu **Zoomify, Gmap image cutter** apod. (obr. 12.2). Princip jejich fungování spočívá v **rozřezání zdrojového rastrového souboru na několik úrovní dlaždic** (rastrových obrázků s malými rozměry, řádově o délce strany několik set pixelů) pro **různé úrovně přiblížení** (zoomu). Webová stránka obsahuje **mapové okno**, v němž se zobrazuje **pohled na dlaždice v odpovídajícím zoomu**. Výhodou tohoto principu je **zrychlení načítání mapy**, protože při celkovém pohledu (oddálený zoom) se **nenačítají detailní data**, ale **zmenšené dlaždice**.

Stejný princip (rozřezání rastrových obrazů na **dlaždice – Map Tiles**) používají i **mapové služby**, jako jsou např. **Mapy.cz**. Zde je ovšem vytvořeno **několik měřítkových**



Obr. 12.2 – Náhledy rastrových dlaždic, vytvořených aplikací Gmap image cutter.

úrovní, které se načítají v daném zoomu. Rastrový podklad je také **obklopen s vektorovými vrstvami**, které umožňují například vyhledávání objektů, plánování tras a další interaktivní operace.

Nad rastrovým obrázkem může být vytvořena **interaktivní vrstva obsahující hypertextové odkazy**. Jedná se o kód v jazyce HTML, který **definiuje oblast pokrytou daným odkazem** souřadnicemi rastru (obr. 12.3).



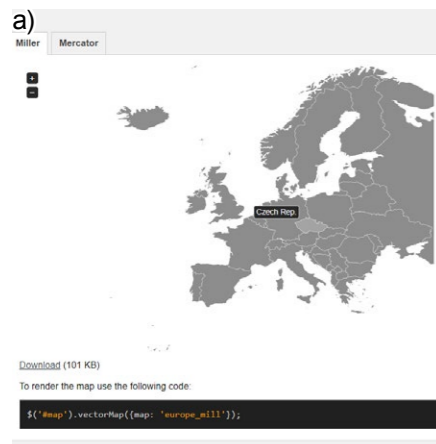
Link

<https://www.kr-jihomoravsky.cz/>

Title

Jihomoravský kraj

Obr. 12.3 – Tvorba rastrové klikací mapy v editoru image-map.net.

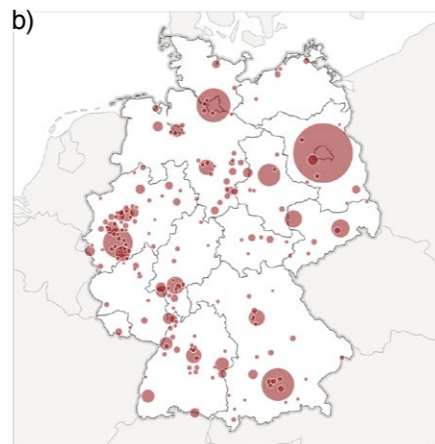


Obr. 12.4 – Ukázka vektorové mapy vytvořené v jVectorMap (a) a Kartograph (b).

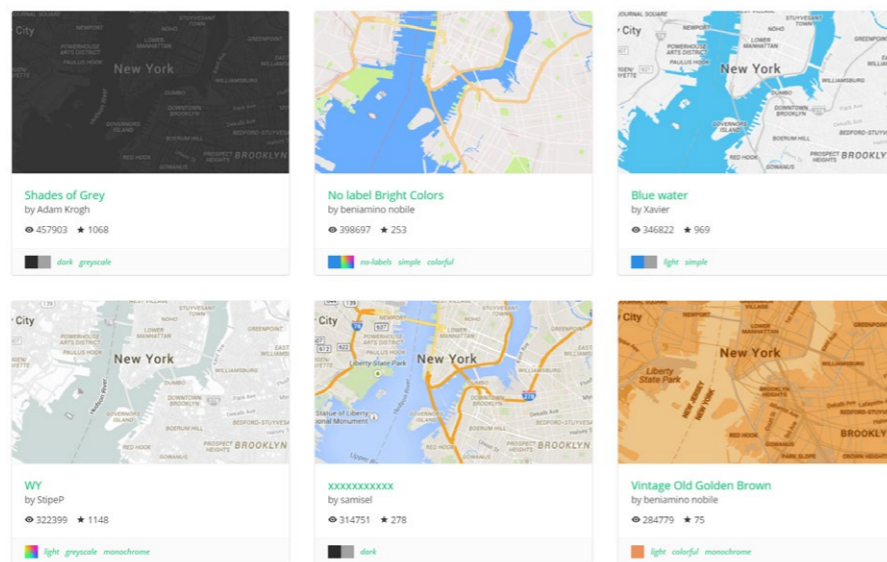
Kód je možno napsat ručně, nebo použít některou z [webových služeb](#).

Interaktivní vektorové mapy lze tvořit pomocí dat ve formátu SVG v kombinaci s XML pro další funkcionalitu (obecně jde spíše o jednodušší prohlížečky vektorových dat, s možností zobrazení vyskakovacích oken, informací o daném prvku apod.). Příkladem mohou být aplikace [jVectorMap](#) nebo [Kartograph](#) (obr. 12.4).

I vektorová data mohou být pro urychlení distribuována formou **vektorových dlaždic**. Základem jsou vektorová data (uložená v databázi na mapovém serveru), která jsou vizualizována pomocí **definovaných pravidel** a distribuována do prohlížeče. Výhodou proti rastrovým dlaždicím je jejich **menší datová náročnost**, ale zejména možnost **interaktivního verzování vizuální podoby** map. Nad jednou datovou sadou je totiž pouze nastavením značkového klíče pro daný typ prvku možné vytvořit **bezpočet mož-**



ností vizualizace. Pokud dojde ke změně či aktualizaci dat, není (na rozdíl od rastru) nutné znovu generovat celé sady dlaždic. **Nevýhodou** je větší **náročnost na klientské zařízení** (generování vlastního mapového obrazu probíhá v přístroji



Obr. 12.5 – Ukázka různých stylů Google Maps ze Snazzymaps.

aplikací značkového klíče na data), a nemožnost používání **složitějších značek a efektů**. Tento způsob používají např. [GoogleMaps](#) (pomocí nejrůznějších aplikací, jako je [Snazzymaps](#) nebo [MapStylr](#) je možno jejich vzhled měnit z předpřipravených stylů – obr. 12.5 – či si vytvářet zcela vlastní podobu), [MapBox](#) nebo [Esri Vector Tiles](#).

Mapy a data lze také distribuovat prostřednictvím **mapových serverů a služeb**, fungujících na principu **umístění dat na serveru**, odkud jsou distribuovány klientům (ať již prostřednictvím webového prohlížeče, nebo GIS). Příkladem jsou např. **WMS server** (distribuce rastrových dat), **WFS server** (distribuce vektorových dat), **GeoServer** (Open Source server podporující rastrová i vektorová data) nebo **servery firmy Esri**

(ArcIMS pro mapy a data, či **ArcGIS Server** umožňující kromě distribuce dat i geoprocessing a geokódování). Pro rychlé fungování mapových serverů je důležitá **optimalizace dat** na nich umístěných (např. jednotný souřadnicový systém, prostorové a atributové indexy, generalizovaná data pro různé úrovně zobrazení, správně vygenerované rastrové dlaždice, minimalizace datové náročnosti – komprese, zmenšení barevné hloubky apod.).

12.3 Specifika kartografické tvorby pro elektronické mapy

Většina z kroků kartografického projektu je shodná, ať už plánujeme mapu pro tištěné či elektronické použití. Zároveň ale tvorba map pro elektronické použití zahrnuje určitá specifika, která je vhodné zohlednit.

- **návrh kartografického zobrazení:** pokud bude mapa distribuována prostřednictvím mapového serveru, je třeba vycházet ze zobrazení, která jsou konkrétní technologií **podporována**; ve webové kartografii se používají některá specifická zobrazení (např. [Web Mercator](#), používaný mj. [Google Maps](#));
- **návrh značkového klíče:** u map prohlížených na obrazovce bychom primárně měli vycházet z **rozměrů v pixelech** (z nichž se obraz skládá), a v nich zadávat rozměry značek, tloušťky čar apod. (obr. 12.6). **Limitní hodnotou** je (obecně, teoreticky) jeden

Design značky	velikost 1 : 1 (na monitoru)	minimální	
		velikost	interval
Figurální značky			
	+ x +++	5 pixels	2 pixels
	△ △	7-9 pixels	
	□ □□	5 pixels	2 pixels
	● ●●	5 pixels	2 pixels
	○ ○○	5 pixels	2 pixels
Liniové značky			
	—	1 pixel	
	==	1 pixel	2 pixels
	- - -	1 pixel	2 pixels
	~	4 pixels	
	2 pixels	3 pixels
Areálové značky			
	■	5 pixels	
	■	3 pixels	
	■		2 pixels

Obr. 12.6 – Minimální rozměry značek v pixelech. [převzato ze SPIESS ET AL. 2005]

pixel – objekty menší (nebo užší) než jeden pixel není možné zobrazit. Na moderních displejích s vysokým rozlišením i DPI (výrazně větším, než byl dřívější standard cca 72–100 DPI) jsou ov-

šem i jednopixelové objekty příliš nezřetelné;

- **barevný model:** elektronické přístroje pracují v režimu **RGB**;
- **barevný prostor:** zatímco při tvorbě tiskového výstupu je mož-

no barvy detailně kalibrovat pro konkrétní tiskárnu a tím zajistit jejich rozlišitelnost a výslednou podobu, u map, které budou uživatelé prohlížet (případně i tisknout) na nejrůznějších zařízeních může být **podoba barev výrazně odlišná** od toho, co vidí kartograf na svém monitoru. Z toho důvodu je vhodné například **testování mapy na více zařízeních** či používání **standardizovaných barevných škál** (např. tzv. *WebSafe colors* apod.);

- **měřítko:** digitální forma mapy může jednak svádet k **nevhodnému použití** z hlediska měřítka mapy a dat (zvětšování), a je také problematická z hlediska vlastního uvádění měřítka. **Číselné** nedává smysl (každý displej zobrazí mapu jinak velkou, lze si ji dále zvětšovat/zmenšovat). Proto je vhodné uvádět spíše **grafické měřítko** (které ovšem u map malých měřítek nedává smysl a může spíše mást) nebo **číselné s dodatkem, kdy platí** („*měřítko mapy je 1 : 50 000 při zobrazení na formátu A4*“).
- **formát dat:** při exportu mapy je třeba myslet na **způsob distribuce** a volit **vhodný formát** (SVG pro vektorová data, PDF jako univerzální formát, u rastrových obrázků zvolit vhodný formát vzhledem k požadované kvalitě, datové velikosti a charakteru obrazových dat – viz kap. 11.1.3);
- **interaktivita a verzování:** pokud vytváříme interaktivní mapu, je vhodné uživateli umožnit pouze

takové úpravy, které **respektují kartografická pravidla** (např. neumožnit zobrazovat absolutní data formou kartogramu či zobrazovat data v neodpovídajících měřících).

ArcGIS Online

ArcGIS Online (AGOL) je základní nástroj společnosti Esri pro tvorbu webových map. Základní – funkčně poměrně omezená verze – je zdarma, pro plné využívání je třeba mít *ArcGIS Online Subscription* (to je součástí i některých větších licenčních balíčků). Pro používání AGOL není třeba nic instalovat, software funguje jako **cloudová služba**.

V rámci organizace (základního účtu AGOL) je (dle úrovně licence) možné používat více **uživatelských účtů**, které mohou být navíc zařazeny do různých **skupin**. Jednotliví uživatelé jsou rozděleni do dvou úrovní (uživatel *levelu 1* může v zásadě obsah jen prohlížet, zatímco uživatel *levelu 2* jej vytvářet a modifikovat) s **přidělenými rolemi**:

- **prohlížení** umožňuje jen prohlížet mapy a používat některé základní analytické operace;
 - **uživatel** může navíc obsah vytvářet, sdílet nebo např. vytvářet skupiny;
 - **vydavatel** může publikovat *hosted web layers* a provádět analýzy;
 - **administrátor** řídí veškerá možná nastavení účtu včetně přiřazování rolí apod.
- Většina operací (ukládání dat, analýzy) v AGOL spotřebovává **kredity**, pomyslnou měnu systému.

Do AGOL se uživatel přihlašuje přiděleným **uživatelským jménem a heslem** přes **webové rozhraní**. Pro práci je klíčová **záložka Obsah**, obsahující **vlastní položky** (Můj obsah, v němž je možno vytvářet složky), **položky organizace** (Moje organizace) a přístup do **hledání v Living Atlas**, kolekci mapových vrstev od ESRI a dalších uživatelů.

Všechny položky obsahu mají nastavené **sdílení**, které určuje, kdo s touto položkou může pracovat (včetně zobrazení): položka může být **sdílena se všemi, organizací, skupinou** nebo **nesdílena**.

Data v AGOL

Data (vrstvy), s nimiž AGOL pracuje, jsou uložena v **cloudovém úložišti**. Do systému je lze **nahrát dvěma základními způsoby**: v AGOL přes *Můj obsah > Přidat položku*, nebo přímo z ArcGIS Desktop/ArcGIS Pro volbou *File > Share as > Service*.

V AGOL lze nahrát soubory **do velikosti 200 GB**, seznam podporovaných formátů obsahuje **nápověda**. Mnohé položky (včetně těch základních, jako je *shapefile* nebo *geodatabase*) se nahrávají v **archivu *.zip**.

Sdílení z ArcGIS Desktop/Pro je třeba použít pro nahrání (respektive publikaci) **rastrových vrstev** (jako je například ortofoto).

- Volbou *Zobrazit podrobnosti* položky je možno na kartách:
- **Přehled** přidat/upravit vybraná metadata (*Přehled, Podmínky používání*);
 - **Data** zobrazit a modifikovat atri-

buty (*Pole*), respektive data v atributové tabulce;

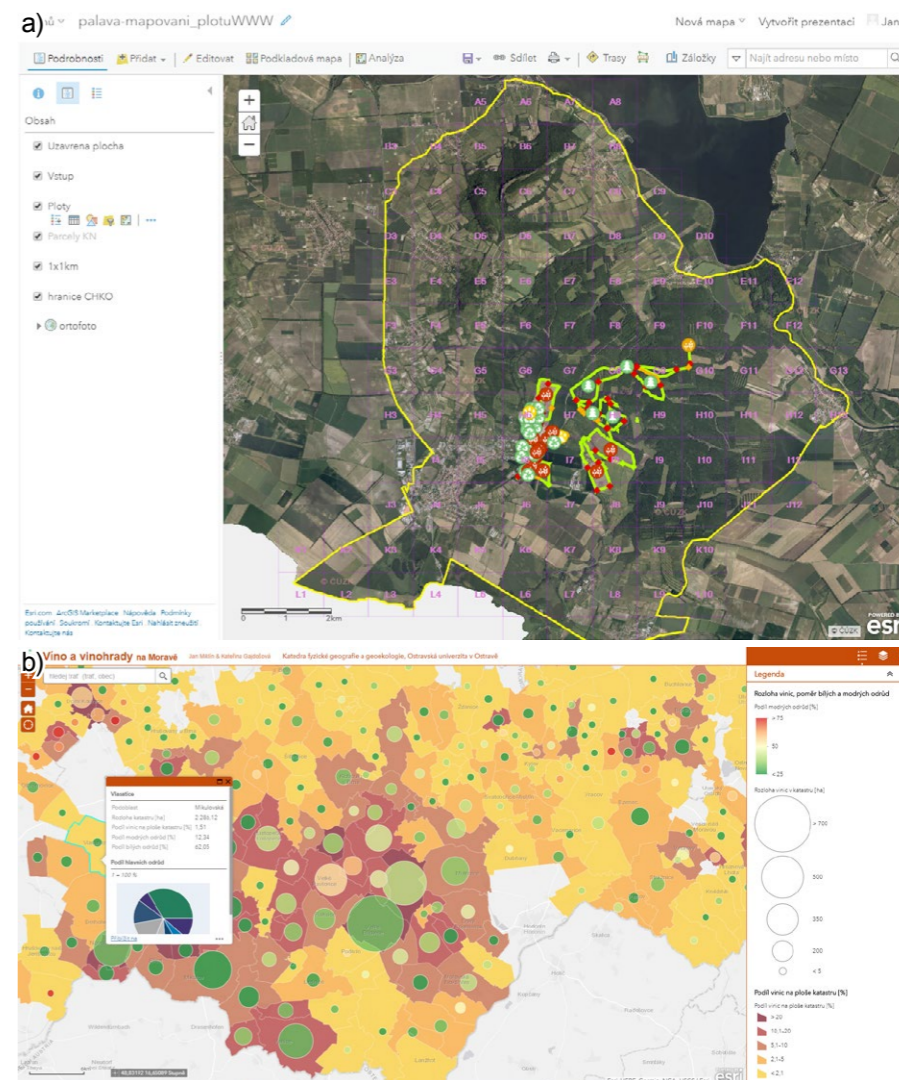
- **Vizualizace** nastavit výchozí styl a další vlastnosti vrstvy;
- **Použití** zobrazit graf s počtem požadavků (zobrazení) dat;
- **Nastavení** upravit další vlastnosti a podmínky užití vrstvy (např. možnost exportu, editace, synchronizace při offline editaci apod.).

Mapy a scény

Základním rozhraním pro zobrazení dat jsou **mapy (2D)**, respektive **scény (3D)**. **Mapy** zobrazujeme a editujeme v prohlížeči map (**obr. 12.7a**), kde je možno do mapy přidávat vrstvy a měnit jejich vlastnosti, editovat data a provádět analýzy.

Každá mapa obsahuje **Podkladovou mapu** (tu je možno zvolit z galerie, připojit z mapového serveru nebo vložit z vlastních dat) a **vlastní datové vrstvy**, které je do mapy možné vkládat také více způsoby (z počítače podobně jako při přidávání dat do AGOL ve správě obsahu, z vlastních dat, mapových serverů nebo sdílených dat ostatních uživatelů). Po vložení je u každé vrstvy možné nastavit:

- **název a pořadí** vrstvy;
- rozsah **viditelnosti** (minimální a maximální měřítko, v němž bude daná vrstva zobrazena);
- zvolit, zda se bude daná vrstva **zobrazovat v legendě**;
- konfigurovat **vyskakovací okno** (zda se bude zobrazovat, jeho název a co zobrazovat; nejjednodušší možností je zobrazení atributů, lze však tvořit vlastní výrazy – kom-



Obr. 12.7 – Mapa (a) a aplikace (b) v ArcGIS Online.

- binací atributů, výpočty, zobrazit graf nebo obrázek;
- **filtrovat data**;
- nastavit **značky**.

Volba značkového klíče je podobná jako u ArcGIS Pro a konkrétní možnosti záleží na dostupných atribu-

tech a geometrii dat. Obecně platí, že je možné používat spíše **jednodušší, nekomplikované symboly**.

Aplikace

Aplikace (**obr. 12.7b**) slouží k pokročilejší práci s mapami a daty – mapa

(respektive více map) jsou základem každé aplikace. Uživatelsky (bez programování) je aplikaci možno vytvořit:

- pomocí **šablony** (výběrem konfigurovatelné aplikace z galerie aplikací);
- pomocí nástroje **WebAppBuilder**.

Šablony aplikací jsou tříděny dle úkonů, k nimž mají být používány. Jako příklad lze zmínit **Mapy s příběhem** (*Story maps*) pro kombinaci map s multimediálním obsahem (obr. 12.8a); aplikace pro **srovnávání více map** (obr. 12.8b) apod. Každá šablona má **konfigurovatelné parametry**, jako je např. barevné schéma, použité písmo, doplnění odkazů apod. – možnosti se liší v závislosti na konkrétní šabloně, obvykle jsou relativně omezené. Hlubší možnosti konfigurace jsou dostupné po **stažení šablony a její vlastní úpravě**.

Při tvorbě aplikace pomocí **WebAppBuilder** jsou základní možnosti volby **Motiv a jeho rozvržení**, volba mapy a přidávání (konfigurace) **widgetů**, které slouží k analýze dat a práci s mapou.

Webové mapy v QGIS

QGIS nabízí možnosti rychlé publikace geografických dat do prostředí webu především pomocí **pluginů QGIS2Web, QGIS2threejs a QGIS Cloud plugin**.

Plugin **QGIS2Web** slouží pro **přímou publikaci sestaveného projektu bez nutnosti znalosti programování**. Postup publikace je vcelku jednoduchý a zahrnuje několik kroků:



Obr. 12.8 – Mapová aplikace vytvořená v ArcGIS Online pomocí šablony (a) *Story Map* a (b) *Compare Maps*.

1. Sestavit mapu v projektu, včetně popisků a vhodných názvů vrstev. Pokud mají být uživatelům k dispozici také atributové údaje ve vyskakovacích oknech, je žádoucí nastavit vhodný *alias* pro jednotlivá pole ve vlastnostech vrstvy. QGIS, *OpenLayers* a *Leaflet* jsou rozdílné technologie a z toho pramení některá omezení. Při vizualizaci například pozor na **průhlednost a specifické efekty u vektorových vrstev**, ně-

kteří z nich nemusí být po exportu v prostředí webu funkční;

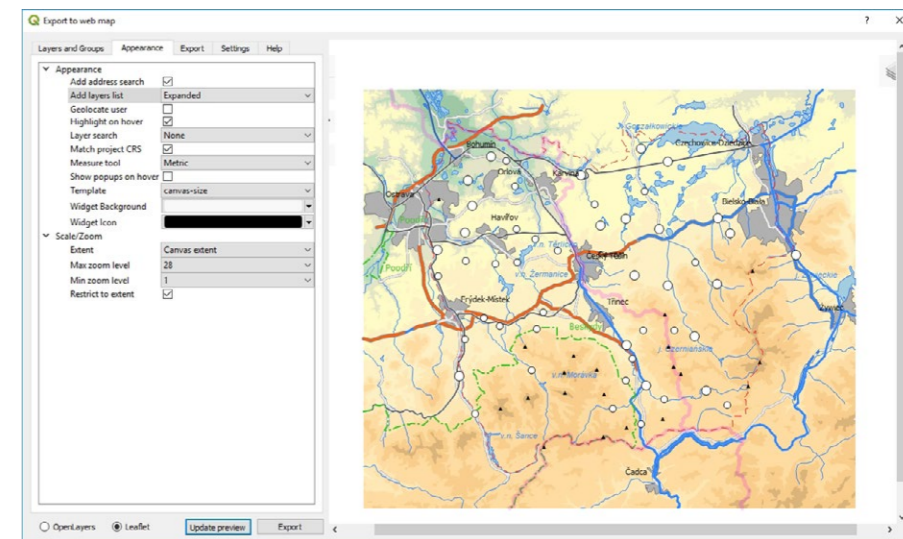
2. Spustit plugin, zvolit mezi knihovnou *OpenLayers* a *Leaflet*. Na záložce *Layers and Groups* je nutné vybrat vrstvy, které budou součástí exportu, dále nastavit **viditelnost vrstvy** při načtení mapy, a vybrat **pole pro vyskakovací okno**. Je možné si nechat zobrazit **náhled výsledné webové mapy** (*Preview*);

3. Na záložce *Appearance* (obr. 12.9) je možné **nastavit vzhled webové mapy** a součástí jako jsou měření, vyhledávání, seznam vrstev apod.;

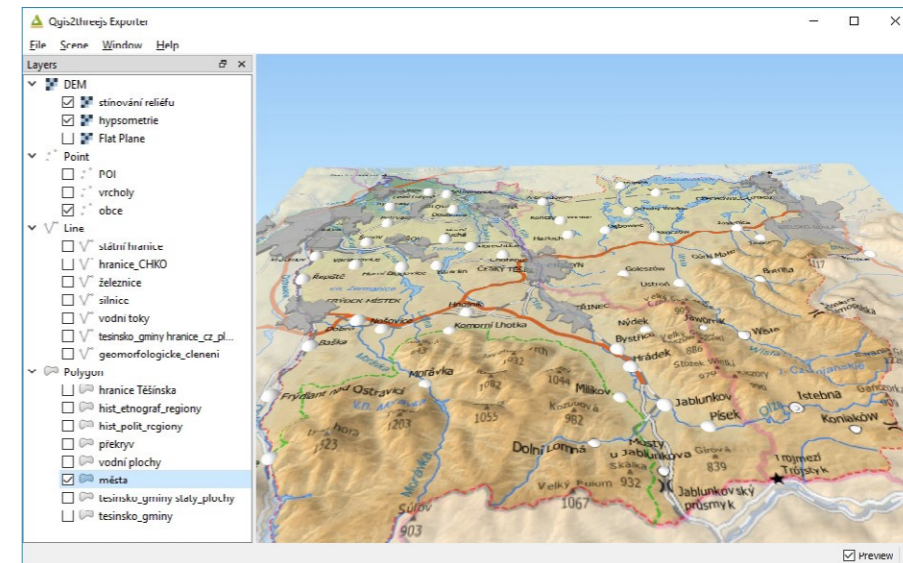
4. Na záložce *Export* je nutné vybrat složku pro export souborů a je možné v poli *Precision* nastavit **úroveň zjednodušení** pro dosažení lepšího výkonu webové mapy. Po exportu se v prohlížeči otevře hotová webová mapa. Pokud nejsme s některým nastavením spokojeni, stačí jej upravit a spustit export znovu. Plugin pak vytváří na disku pro každý export vlastní složku. Vyexportované soubory následně **nakopírujeme na webový server**.

QGIS2threejs je plugin sloužící pro **snadnou vizualizaci DEM a vektorových dat ve 3D** v prostředí prohlížeče (obr. 12.10). Základní nastavení vzhledu a převýšení lze nastavit v menu *Scene > Scene Settings*. U jednotlivých vrstev lze pak nastavovat jejich vzhled, v případě vektorových dat lze využít jejich atributové údaje. S těmi se manipuluje pomocí dialogu výrazů (*Expression dialog*), možnosti jsou tak rozšířeny o řadu výpočetních funkcí. Model po dokončení úprav vyexportujeme volbou *File > Export to Web*. 3D model lze také uložit ve formátu **glTF** pro **3D počítačovou grafiku nebo 3D tisk**.

QGIS Cloud Plugin slouží k interoperabilitě mezi QGIS a QGIS Cloud, což je web-GIS platforma pro **sdílení geografických dat** a služeb vyvíjená švýcarskou firmou *Sourcepole AG*. Obdobně jako v případě ArcGIS Online je nutné mít v dané službě zřízen **uživa-**



Obr. 12.9 – Tvorba webové mapy pomocí pluginu QGIS2Web.



Obr. 12.10 – Tvorba webové pseudo-3D mapy pomocí pluginu QGIS2threejs.

telský účet (k dispozici je účet zdarma nebo placený, které se liší funkcionalitou). Samotný plugin slouží k přihlášení do cloudu a správě databází, k nahrání vrstev do databáze a publikování

sestavených map. V případě, že je potřeba použít podkladové mapy (např. OpenStreetMap), je nutné mít také nainstalován plugin *OpenLayers*. Postup publikování je velmi jednoduchý:

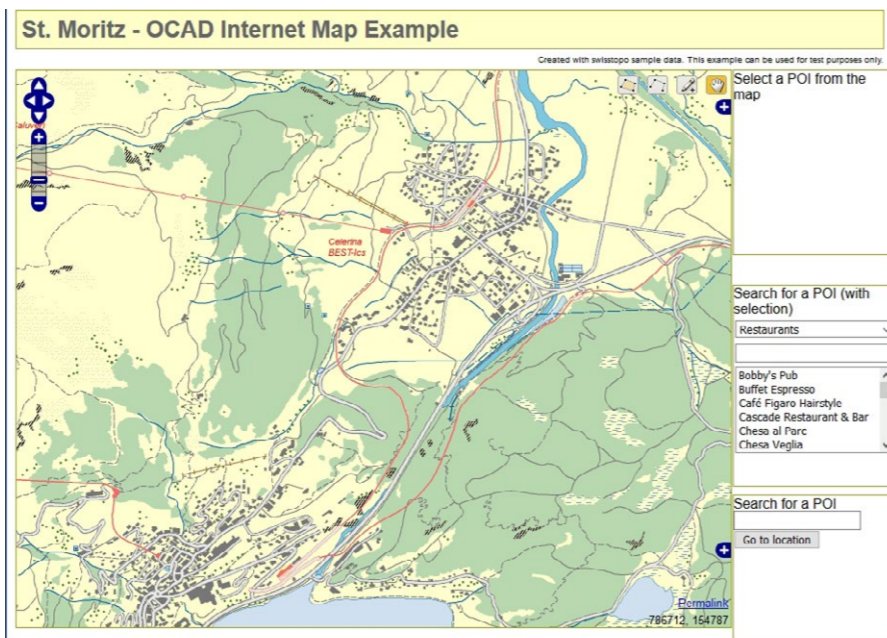
1. Sestavení vlastní mapy;
2. Zřízení **uživatelského účtu**, instalace pluginů v QGIS, přihlášení;
3. Založení **databáze** na záložce *Account*;
4. **Nahrání vrstev** do databáze na záložce *Upload data*;
5. Výběr **podkladové mapy** a publikování mapy do cloudu na záložce *Maps*.

Výhodou je nejenom **sdílení pomocí standardního hyperlinku**, ale služba automaticky pro danou mapu poskytuje také **WMS službu**. V administrátorském rozhraní (v placené verzi *QGIS Cloud Pro*) lze poté nastavit přístup přes heslo, práva uživatelů a další pokročilé vlastnosti.

OCAD Internet map

Formát OCAD Internet Map (OIM) slouží pro **publikaci projektů z OCAD do prostředí internetu** (obr. 12.11). Umožňuje taktéž **zobrazení a vyhledávání zájmových bodů**. K zobrazení mapy v prohlížeči využívá otevřenou javascriptovou knihovnu *OpenLayers*. Export mapy se provádí v menu *Soubor > Exportovat OIM mapu*. Lze exportovat **jednotlivou mapu**, ale také **soustavu několika map v různých měřítkových úrovních**, kterými uživatel postupně prochází při zoomování (funkcionalita je obdobná jako ve službách typu *OpenStreetMap* nebo *Mapy.cz*). Postup zpracování je následující:

1. Přichystat **mapy pro jednotlivé měřítkové úrovně**;
2. Zvolit *Exportovat OIM mapu*, na-



Obr. 12.11 – Ukázka webové mapy vytvořené pomocí OCAD Internet Map. [ocad.com]

stavit **rozsah exportu** (část mapy);

3. Zadat **název mapy**, podtitul a zvolit základní rozvržení;
4. Nastavit **úroveň zoomu** (obr. 12.12), kdy pro výchozí úroveň zoomu přiřadíme mapu s nejmenším měřítkem a pro nejvyšší úroveň zoomu s měřítkem největším. **Poznámka:** více úrovní zoomu lze přiřadit shodnou mapu. Při přechodu mezi jednotlivými úrovněmi zoomu pak nedochází k přechodu do nové mapy a načtení podrobnějších informací, pouze dojde ke zvětšení mapy z předchozí úrovně;

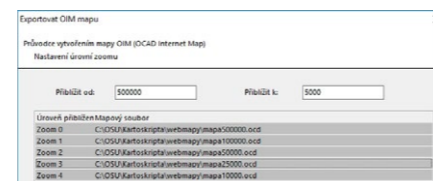
5. Nastavit **možnosti ovládání** (přehledová mapa, zobrazení souřadnic apod.), barvy a velikosti písma;

6. Přiřadit **data týkající se zájmových bodů** (není povinné, je nutné mít dané prvky propojené se

záznamy v atributové tabulce, vyhledávání vyžaduje na straně serveru podporu PHP);

7. Kliknutím na *Dokončit* a uložením do složky program zpracuje pro jednotlivé úrovně zoomu **dlaždice** a vygeneruje potřebné **složky a soubory**;

8. **Html soubor**, kterým se mapa spouští, je vhodné přejmenovat na *index.html*. Nahráním dat na server je poté mapa zveřejněna na webu.



Obr. 12.12 – Nastavení zdrojových souborů pro jednotlivé úrovně zoomu.


Literatura a použité zdroje

KRAAK, M.-J. & BROWN, A. (eds.) (2001). *Web Cartography: developments and prospects*. London: Taylor and Francis.

KRAAK, M.-J. & ORMELING, F. J. (2010). *Cartography: Visualization of Geospatial Data, ed. 3*. Harlow: Pearson Education Limited.

Přehled verzí učebnice [PDF]

1.0 4. 11. 2018 *první verze*



Moderní kartografická učebnice popisující proces tvorby map od získání dat přes všechny fáze kartografického projektu po tvorbu finálního výstupu. Kromě teorie kartografie přináší i poznatky z dalších oborů, které kartograf při tvorbě map potřebuje – počítačové grafiky, typografie či designu.

Každá kapitola je doplněna praktickými návody a postupy pro práci v programech ArcGIS, QGIS a OCAD, nechybí tipy na další užitečné programy, aplikace a doplňky.