

NÁPLŇ MAPY – PŘÍSTUPY K VYMEZENÍ A MĚŘENÍ

Radek BARVÍŘ, Vít VOŽENÍLEK, Alena VONDRÁKOVÁ

Map load – approaches to definition and measures

Abstract: Map load is a term used to quantify amount of map contents and map complexity. It has been defined in many ways and there is no general agreement on how it shall be calculated or measured. Most researchers agree on the distinction of graphic (visual) and intellectual (information) complexity, while the others argue it is not possible to separate one from the other in the process of map reading. This paper aims to collect definitions of map load and compare them to find differences in map load perception. To achieve this, an evaluation of map load of a simple sample map was done to determine how the definitions are relevant and practically usable. The experiment showed that assessment of map load based on map symbol area computations is highly influenced by large polygonal map symbols and cannot effectively delineate the complexity of a wide range of cartographic visualizations. New potential approaches for map load metrics are suggested at the end.

Keywords: map load, map complexity, map language, definition, measures

Úvod

Náplň mapy, někdy označovaná také jako zaplněnost či zaplnění mapy, jsou termíny zaznívající v oboru kartografie již několik desetiletí (Schnur et al., 2017). Vědomě i nevědomky se s nimi setkávají samotní tvůrci map stejně jako jejich uživatelé z řad učitelů, studentů, úředníků, geodetů, akademiků i široké veřejnosti. Obsahem pojmu *náplň mapy* a pojmů příbuzných je kvantifikace množství prvků mapového obsahu v kartografickém díle. Nepřímo tak vypovídají o podrobnosti či čitelnosti mapy pro uživatele, schopnosti rychlé orientace v mapové kresbě a pochopení pravidel, jimiž je realita v mapě pomocí jazyka mapy zakódována (Voženílek, Kaňok et al., 2011).

Při překročení meze náplně přiměřené účelu mapy se mapa lokálně či v celém rozsahu stává obtížně čitelnou (Kraak a Ormeling, 2003). Naopak při nedostatečném zaplnění mapového pole obsahem nemusí být plně využít potenciál, který dílo má. Je proto důležité, aby náplň mapy byla vyvážená a korespondovala s cílem mapy a schopnostmi uživatelů, pro které je určena (Čapek et al., 1992). Podobná obecná tvrzení a doporučení se objevují napříč odbornou literaturou, skripty i jinými učebními texty. Avšak i přesto, že je termín v okruhu kartografů známý, jeho exaktní vymezení a definice doposud chybí.

Někteří autoři náplň mapy rozdělují na dvě (např. Kraak a Ormeling, 2003; Fairbairn, 2006) i více (např. Pravda a Kusendová, 2007; Voženílek, Kaňok et al., 2011) kategorií. Nejvíce se *uchytilo* rozdělení na náplň grafickou a informační. Grafická náplň zde hodnotí obsah mapy z pohledu grafického zatížení, zatímco informační se zaměřuje na množství zaznamenaných informací v mapě či informační zisk generovaný při jejím čtení (Fairbairn, 2006). I odlišitelnost těchto dvou kategorií je však zpochybňována (Robinson, 1952; Brophy, 1980).

V podrobnějším dělení a popisu náplně mapy pak již shoda nepanuje vůbec, což se neblaze odráží v současné kartografické praxi, kdy náplň nově vznikajících ani již existujících map není exaktně měřena, hodnocena ani srovnávána. Starost o vyváženost obsahu a náplně mapy je tím zcela na subjektivním posouzení autorů, v lepším případě korigované na základě zjištění z uživatelského testování map. Jednotný a prakticky použitelný způsob hodnocení náplně map by přitom

Mgr. Radek BARVÍŘ, prof. RNDr. Vít VOŽENÍLEK, CSc., RNDr. Alena VONDRÁKOVÁ, Ph.D., LL.M.,
Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, 17. listopadu 50, 771 46
Olomouc, radek.barvir@upol.cz, vit.vozenilek@upol.cz, alena.vondrakova@upol.cz

mohl vést ke zlepšení efektivity procesu tvorby map a jejich efektivnějšímu uplatnění. Cílem tohoto příspěvku je proto shrnout a porovnat dosavadní způsoby vymezení pojmu náplně mapy uveřejněné v tuzemsku i zahraničních publikacích, poukázat na jejich společné rysy i odlišnosti a navrhnout alternativní způsoby jejího měření.

1. Současné pojetí náplně mapy

Pojem náplň mapy je úzce spjat s generalizací mapového obsahu. S rostoucím obsahem a podrobností mapy obvykle roste také její náplň (obr. 1). Proto se i v učebnicích kartografie oba pojmy často vyskytují ve vzájemné provázanosti, kdy úroveň generalizace ovlivňuje výslednou náplň mapy. Provázanost lze shledat také s provedením popisu v mapě, jelikož popis značně ovlivňuje celkovou náplň (Čapek et al., 1992; Veverka a Zimová, 2008). Náplň mapy je též okrajově hodnocena v souvislosti s použitými barvami a styly map.



Obr. 1 Mapové náhledy téhož území se stejným obsahem, ale rozdílnou náplní mapy, zdroj dat: ©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2016

Rešerše byla provedena na základě analýzy digitálních i tištěných zdrojů. V obsahu a rejstřících tištěných knih a v digitálních databázích byly vyhledávány termíny jako náplň, naplněnost či zaplněnost mapy, složitost, generalizace případně jejich cizojazyčné ekvivalenty. Za tímto účelem byly také prohledány příspěvky v tematicky zaměřených časopisech, jako např. *The Cartographic Journal*, *The American Cartographer* nebo *Cartography and Geographic Information Science*. I přes snahu o komplexní podchycení tématu náplně mapy však je možné, že některé jemu se věnující publikace nebyly z důvodu jejich nedostupnosti využity.

1.1 Náplň mapy v české a slovenské literatuře

Podrobně je náplň mapy zpracována v díle *Vybrané kapitoly z kartografie* (Drápela, 1983). Náplň mapy je dle něj charakteristikou kvantitativní stránky mapy. Oproti obsahu mapy vyjadřujícímu „co na mapě je“ je popisována jako „kolik toho na mapě je“. Autor knihy ji dále podle obsahu a formy dělí na informační náplň, grafické zaplnění a číselnou náplň.

Informační náplň je popisována ze dvou různých pohledů: jako srovnání stavu ve skutečnosti a na mapě, tedy tzv. množství informací na mapě, a v podobě tzv. informační kapacity mapy hodnotící náplň informací. Množstvím informací na mapě se rozumí výpovědní hodnota mapy vzhledem k objektivní realitě a její výpočet vychází ze Shannonovy teorie informace, který množství získaných informací nazval entropií. Množství informací zde lze interpretovat jako veličinu nepřímou úměrnou pravděpodobnosti vyvolání asociace nové informace při čtení obsahu mapy. Čím

větší je pravděpodobnost, že mapový znak interpretuje určitý případ, tím méně informací lze získat. Informační kapacita mapy oproti tomu vyjadřuje možnost interpretace úplné informace podle návrhu autora mapy. Označuje se písmenem *J* a měří v bitech (Drápela, 1983).

Pojmem „grafické zaplnění mapy“ autor knihy popisuje souhrn všech prostředků uvnitř rámu mapy dané celkovou plochou mapových znaků a názvů vyjádřenou v procentech plochy rámu mapy. Maximální grafické zaplnění je limitováno hranicí čitelnosti a je závislé na počtu a rozměrech prvků náplně (Drápela, 1983).

Číselná náplň je definována jako „počet prvků v jednotkové ploše vybraných do mapy“. Zjišťování grafické zaplněnosti a číselné náplně pomáhá při procesu kartografické generalizace, avšak autorem popsané metody jsou aplikovatelné pouze na topografické, obecně zeměpisné a černobílé tematické mapy (Drápela, 1983). Autor se často odkazuje na práci V. I. Suchova (1970).

Hojovec et al. (1987) v učebnici *Kartografie* zdůrazňují, že písmo vstřebává značnou část plochy mapy. Na celkové grafické zaplněnosti se podílí odlišně podle typu mapy – u topografických map středních měřítek až 5 %, u přehledných map malých měřítek s bohatým obsahem i více než 10 %. Je zde konstatováno, že hodnota 30 % se obecně považuje za horní mez pokrytí mapy čarami, znaky a písmem, a při zachování její čitelnosti tak písmo může tvořit až polovinu grafické zaplněnosti. V díle je dále zmiňována technika zjišťování množství informace v mapě pomocí entropie, tedy takzvaná informační náplň mapy.

O rok mladší publikace *Kartografie a topografie* od dvojice autorů Novák a Murdych (1988) v kapitole věnující se vyjadřování polohopisu, výškopisu a dalšího obsahu map uvádí, že topografické a obecně zeměpisné mapy „nemají být obsahově ani graficky málo ani příliš zaplněné“. Autoři zde konstatují, že tehdejší mapy tomuto kritériu vyhovují. Dodávají, že „grafické zaplnění mapy se dnes sleduje i kvantitativně; zjišťuje se přitom, kolik procent plochy je pokryto značkami a názvy“.

Čapek et al. (1992) v učebnici *Geografická kartografie* definují náplň mapy jako „zaplnění mapy značkami, diagramy a písmem“. Jako optimální hodnota náplně je zmiňován rozsah 12–18 % plochy mapy, přičemž náplň 25–30 % je již považována na hranici únosnosti. Tyto hodnoty se pak často objevují i v dalších publikacích a bývají zmiňovány také v prezentacích pro výuku kartografie. V knize se dále lze dočíst, že „kartografické vyjadřovací prostředky vymezují stupeň generalizace z hlediska optické únosnosti náplně mapy“ a v kapitole Hodnocení map doplňují, že náplň mapy se posuzuje v závislosti na jejím účelu, tedy že na příručních mapách s bohatým rejstříkem může být vyšší v porovnání se školními mapami, u kterých je důraz kladen na výraznost a přehlednost.

V díle *Úvod do kartografie* (Krtička, 2007) je náplň zmíněna opět v kapitole věnované popisu. Autor v ní uvádí, že „je nutno dbát na to, abychom mapu popisem nepřetížili a zachovali její čitelnost“ a též je uvedeno doporučení „na obecně geografických mapách by popis měl zaujímat maximálně polovinu veškeré grafické zátěže“.

Podobné informace uvádí také publikace *Topografická a tematická kartografie* (Veverka a Zimová, 2008), ve které je uvedeno, že se popis podílí na grafické zaplněnosti mapy. Kromě 30 % hraniční hodnoty zaplněnosti mapovými znaky a písmem pro snadnou čitelnost mapy zde autoři uvádějí také informaci, že písmo může tvořit až polovinu grafické zátěže mapy. Rozlišovány jsou zde různé typy map, kdy topografické mapy středních měřítek obvykle dosahují hodnoty grafické zaplněnosti okolo 5 %, přehledné mapy malých měřítek a bohatého obsahu i více než 10 %. V podkapitole *Činitelé generalizace*, kam podle autorů spadají i schopnosti uživatelů map, je zmíněno, že „čas potřebný pro příjem a vyhodnocení kartografické informace závisí nejen na grafické zaplněnosti mapy, ale i na způsobu volby prostředků jazyka mapy“. Definice náplně mapy však v knize uvedena není.

Výše zmíněné údaje rozvíjí další z učebnic *Metody tematické kartografie* (Voženílek, Kaňok et al., 2011). Náplň mapy je zde přímo definována jako „grafické zaplnění plochy, kterou pokrývají kartografické vyjadřovací prostředky (např. bodové znaky, rastr, popis) v jednotkové ploše (mm^2/cm^2)“. Autoři též konstatují, že „hodnota celkového grafického zaplnění na mapách by neměla přesáhnout 30 % a popis by měl dosahovat nejvýše poloviny z této hodnoty“. Novou informací je konstatování, že přestože popis zabírá na mapách hodně místa, není jejimi čtenáři primárně

vnímán. Na topografických mapách velkých měřítek zabírá popis dle této publikace 6 % grafického zaplnění, na obecně geografických mapách až 15 %.

Autoři v knize zmiňují také popisnou náplň mapy, která „představuje počet geografických názvů, zkratk a dalších alfanumerických výrazů (popisek) na jednotku plochy, nejčastěji dm^2 “. Za maximální hodnotu popisné náplně u nosné pro uživatele je v knize považováno 330 popisek na dm^2 , minimální pak 60, optimální okolo 200 popisek na dm^2 . V kapitole věnované hodnocení map je uvedeno, že náplň mapy se posuzuje ve vztahu k jejímu cíli a že „současná kartografie nemá, i přes možnosti počítačových algoritmů, dostatečně zavedeny postupy automatizovaného výpočtu náplně mapy“. Náplň mapy je též zmíněna v rámci čtvrtého kritéria jako činitel pro výběr vhodné metody tematické mapy (Voženílek, Kaňok et al., 2011).

Náplň mapy je celkem dvakrát zmíněna, avšak bez vysvětlení významu či detailnějšího popisu, také v nově vydané učebnici *Tvorba map* (Miklín et al., 2018). V ní je uvedeno, že velikost písma v mapě volíme dle její zaplněnosti a že rozestup bodových znaků musí mimo jiných faktorů zohledňovat také zaplněnost mapy. Definice zde použitého termínu zaplněnost však zcela chybí.

Výrazně odlišný přístup v pojetí náplně mapy lze nalézt ve slovenské publikaci *Aplikovaná kartografia* (Pravda a Kusendová, 2007). Náplň mapy, konkrétně pod termínem *zaplnenie*, zde vystupuje jako jeden z kompozičních faktorů mapy. Autory je definováno jako „stupeň nasýtenosti (zaťaženosti) mapy jej kompozičními elementmi a komponentmi“. Následuje dělení na znakové, názvové, grafické a informačné. Používá se především k porovnávání map mezi sebou.

Znakové zaplnenie je definováno jako celkový počet mapových znaků (počtem tříd mapových znaků a počtem znaků v jednotlivých třídách), a není tedy vztaženo relativně k ploše map. *Názvové* je definováno jako průměrný, minimální, nebo maximální počet názvů na 1 dm^2 mapy, čímž přibližně odpovídá popisné náplni v předchozí zmíněné publikaci (Voženílek, Kaňok et al., 2011). *Informačné* se vyjadřuje zpravidla počtem bitů (případně MB, GB, TB, ...) vztahujících se na celou mapu, atlas, mapový list nebo na jednotku plochy mapy. Hodnota informační náplně však nevyovídá o kvalitě mapy. *Grafické zaplnenie* je definováno jako poměr plochy mapy potlaštěné grafickými jednotkami (znaky a popisem) ku nepotlaštěné ploše a vyjadřuje se v procentech. Mapy, využívající plošné znaky na celém území, mohou dosahovat grafické náplně větší než 100 % (Pravda a Kusendová, 2007).

Poslední zmíněná definice se od předchozích popisů grafické náplně mapy značně odlišuje právě pojetím maximální hodnoty náplně a zahrnutí plošných znaků do výpočtu. Tento princip využívá také bakalářská práce *Analýza náplně a obsahu učivových map českých učebnic zeměpisu ve vztahu ke školním atlasům* dokládající na výpočtech náplň mapy přesahující 100 % (Šáková, 2010).

Ve výše zmíněných publikacích se v definicích náplně mapy plošné znaky nijak nevymezují. Hovoří se zde obecně o pokrytí mapovými znaky, kartografickými vyjadřovacími prostředky apod. Z uváděných doporučených hodnot v rozmezí jednotek až nízkých desítek procent je však zřejmé, že plošné znaky, zejména pokud pokrývají výraznou část plochy mapy, jako tomu bývá například u kartogramů, geologických či obecně zeměpisných map, nemohly být do hodnocení grafické náplně započítány. Určitou výjimku tvoří na webu veřejně přístupná výuková prezentace *Kartografická vizualizace* (Staněk a Friedmannová, 2012), ve které je uvedeno, že do 30 % maximálního grafického zaplnění mapového pole se plošný pokryv nezahrnuje. I zde, stejně tak u většiny definic, však dále není jasné, zda se náplň počítá z celého mapového listu, a jsou do ní zahrnuty také legenda, název a další kompoziční prvky mapy, nebo pouze ze samotného mapového pole.

Jen v oblasti bývalého Československa se tak setkáváme se značnou vágností definic, které nekorespondují s uváděnými doporučeními hodnotami náplně mapy. Grafická náplň mapy jako termín tak dosud není striktně a jednoznačně vymezena, zejména chybí způsoby jejího výpočtu. Vzorec či způsob měření grafické náplně nebyl nalezen v žádné z českých monografií. Rada autorů knih věnovaných kartografii se o náplni mapy vůbec nezmiňuje nebo termín pouze zmíní při popisu jiných problematik (např. Pravda, 2006).

Zmínka o náplni mapy se objevuje v Terminologickém slovníku zeměměřictví a katastru nemovitostí, kde se pod heslem kartografická generalizace lze dočíst, že „limitujícím faktorem kartografické generalizace je měřítko mapy a její grafická zaplněnost (tj. poměr plochy pokryté kres-

bou a popisem k celkové ploše mapy), která by neměla překročit hodnotu 30 %“ (Terminologická komise ČÚZK, 2019).

Způsob definice a popisu náplně mapy v popsanych zdrojích seřazených chronologicky zachycuje přehledně tab. 1.

Tab. 1 Způsob popisu náplně mapy v českých a slovenských učebnicích a monografiích

Zdroj	Pojem	Definice pojmu	Doporučení vztážená k náplni mapy
Drápela, 1983	náplň mapy – informační – grafická – číselná	grafické zaplnění: souhrn všech výrazových prostředků uvnitř rámu mapy (celková plocha kartograf. znaků a názvů, vyjadřuje se v mm ² na cm ²) číselná náplň: počet prvků v jednotkové ploše vybraných do mapy	30 % – max. grafická zaplněnost
Hojavec et al., 1987	grafická zaplněnost	pokrytí mapy čarami, značkami a písmem	až 5 % – topografické mapy 10 % i více – přehledné mapy malých měřítek s bohatým obsahem 30 % – horní mez
Novák a Murdych, 1988	grafické zaplnění	procenta plochy pokryté značkami a názvy	topografické a obecně zeměpisné mapy nemají být obsahově ani graficky málo ani příliš zaplněné
Čapek et al., 1992	náplň mapy	zaplnění mapy značkami, diagramy a písmem	12–18 % plochy mapy – optimální 25–30 % – na hranici únosnosti
Pravda, 2006	-	-	-
Pravda a Kusendová, 2007	zaplnenie – znakové – názvové – grafické – informačné	„stupeň nasýtenosti (zaťaženosti) mapy jej kompozičnými elementmi a komponentmi“ znakové: celkový počet mapových znaků názvové: průměrný, min., nebo max. počet názvů na 1 dm ² mapy grafické: poměr plochy mapy potištěné grafickými jednotkami (znaky a popisem) ku nepotisknuté ploše informačné: počet bitů vztahujících se na celou mapu, atlas, mapový list nebo na jednotku plochy	mapy, využívající plošné znaky na celém území, mohou dosahovat grafické náplně větší než 100 % používá se především k porovnávání map mezi sebou
Krtička, 2007	-	-	je nutno dbát na to, aby chom mapu popisem nepřetížili, a zachovali tak její čitelnost na obecně geografických mapách by popis měl zaujímat max. polovinu grafické zátěže
Veverka a Zimová, 2008	grafická zaplněnost mapy	grafická zaplněnost mapy značkami i popisem	okolo 5 % – topografické mapy středních měřítek 10 % i více – přehledné mapy malých měřítek a bohatého obsahu 30 % – horní mez grafické zaplněnosti

Voženílek, Kaňok et al., 2011	náplň mapy popisná náplň mapy	grafické zaplnění plochy , kterou pokrývají kartografické vyjadřovací prostředky (např. bodové znaky, rastr, popis) v jednotkové ploše (mm ² /cm ²) popisná : počet geografických názvů, zkratk a dalších alfanumerických výrazů (popisků) na jednotku plochy, nejčastěji dm ²	do 30 % – správná hodnota celkového grafického zaplnění na mapách popis by měl dosahovat nejvýše poloviny z této hodnoty 6 % – grafická zaplněnost popisem na topografických mapách velkých měřítek až 15 % – grafická zaplněnost popisem na obecně geografických mapách vysoká náplň mapy vede k obtížnější interpretaci obsahu mapy 60 popisků na dm ² – minimální popisná náplň 200 popisků na dm ² – optimální 330 popisků na dm ² – maximální
Staněk a Friedmannová, 2012	náplň mapy – grafické zaplnění mapy – informační náplň mapy – číselná náplň	grafické zaplnění : souhrn všech výrazových prostředků uvnitř rámu mapy daný celkovou plochou kartografických znaků a názvů vyjádřený v procentech (mm ² /cm ²)	charakterizuje kvantitativní stránku mapy 30 % – max. grafické zaplnění mapového pole (nezahrnuje plošný barevný pokryv)
Miklín et al., 2018	zaplněnost mapy	-	velikost písma volíme podle předpokládané velikosti popisovaných prvků a zaplněnosti mapy
Terminologická komise ČÚZK, 2019	grafická zaplněnost	poměr plochy pokryté kresbou a popisem k celkové ploše mapy	30 % – doporučená maximální hodnota

1.2 Náplň mapy v zahraniční literatuře

Situace není výrazně jasnější ani v současných zahraničních zdrojích, kde se náplň mapy skrývá nejčastěji pod termínem *map complexity* (složitost mapy), např. MacEachren (1982), *map density* (hustota), např. Kraak a Ormeling (2003) či *map load* (zatížení mapy), např. Styk (2011). Jistou souvislost pak může mít i anglický pojem *visual clutter*, např. Rosenholtz et al. (2007), označující rušivé prvky v mapovém obrazu či jiné grafické vizualizaci. Jak uvádí MacEachren (1982), studium náplně mapy bylo vždy problematické z důvodu neshody jednotlivých výzkumníků na samotné definici tohoto termínu. I proto v zahraničních zdrojích, stejně jako v českém prostředí, část autorů ve svých knižních publikacích náplň mapy vůbec nezmiňuje (MacEachren, 1995; Kraak a Brown, 2001; Imhof, 2007; Dent et al., 2009; Slocum et al., 2009; Kimerling et al., 2012), jiní autoři termín zmíní, ale nijak nevysvětlují ani nedefinují (Robinson et al., 1995; Peterson, 2009). Časté je pouze zmínění potřeby kartografické generalizace dat pro zajištění čitelnosti mapy (Field, 2018).

Jednou z výjimek je publikace *Cartography: Visualization of Geospatial Data* (Kraak a Ormeling, 2003). Dvojice autorů zde v kapitole věnované generalizaci náplň mapy rozděluje na dvojici pojmů *information density* (v jiných zdrojích se pak objevuje odpovídající termín *intellectual density*) a *graphical density*, u kterých lze spatřovat obdobu s informační a grafickou náplní popisovanou v tuzemských zdrojích. Definice grafické náplně v originálním znění „number of objects within 10×10 cm square on the map, on paper or on the screen“, tedy ve významu počtu zaznačených objektů ve čtverci o ploše 1 dm², však nijak nebere v úvahu podobu (tvar, velikost, výraznost) mapových znaků.

2. Přístupy k hodnocení a měření náplně mapy

Ač zmínění termínu v knihách není příliš časté a opakují se v nich většinou pouze obecné fráze popisující důvody generalizace při tvorbě mapy, v případě vědeckých článků je situace v určitých ohledech přehlednější a exaktnější. Přesto po analýze názvů a abstraktů v databázích nebyl například v časopise *The Cartographic Journal* za posledních 10 let publikován žádný článek věnující se náplni mapy. I v současnosti však vznikají práce, které se výzkumu hodnocení náplně okrajově či plně věnují a snaží se nalézt ideální způsoby jeho implementace. Oproti monografiím se zde navíc objevují různé přístupy pro měření náplně či složitosti map.

Napříč vědeckým spektrem panuje majoritní shoda na odlišení grafické (anglické termíny *visual* či *graphic*) od informační (*intellectual*) náplně mapy (MacEachren, 1982). Míra jejich provázanosti je však již vnímána odlišně. Například Brophy (1980) uvádí, že výsledný obraz mapy je uživatelem vnímán jako jeden celek až po uvědomění si grafiky společně s významem jednotlivých prvků mapy. Tím pojmy grafická a informační náplň splývají, a nelze je tak od sebe jednoznačně odlišit. Podobně je situace vnímána i Robinsonem (1952), který přichází s názorem, že mysl zejména netrénovaného respondenta nerozlišuje při řešení úloh podněty na vizuální a intelektuální. Pro každého individuálního respondenta se navíc může optimální úroveň náplně mapy výrazně lišit (Tufte, 1989).

Studium náplně mapy bylo v minulosti převážně zaměřeno na měření náplně grafické z důvodu jejího jasnějšího vymezení a nezávislosti na osobě čtenáře mapy. Pro její měření byla využívána matematická analýza geometrie prvků spočívající nejčastěji v měření počtu uzlů, hran, mapových znaků, popisků apod. (Muller, 1976; MacEachren, 1982; Dietzel, 1983). Následně začaly být odhady náplně založeny na měření entropie, a to nejen v případě informační náplně, ale i grafické (Rosenholtz et al., 2007). Existují také teorie, jak náplň mapy odhadovat na základě efektivity komprese dat v podobě kontinuálních povrchů reprezentovaných rastrovou formou (Fairbairn, 2006). Odlišný způsob je pak založen na základě úspěšnosti při řešení uživatelských úloh, která může být s náplní mapy při vhodně položených otázkách provázána (Fairbairn, 2006). Mimo oblast kartografie je naplněnost grafického obrazu hodnocena například v psychologii a výzkumu zrakového vnímání (Schnur et al., 2017).

V domácím prostředí je známá také práce V. I. Suchova, který se věnoval zejména hodnocení informační náplně mapy pomocí entropie (Suchov, 1967; Suchov, 1970). Definuje ji jako zahuštění informací na jednotkové ploše mapy (b/cm^2). Své výpočty prováděl zejména nad topografickými mapami, v citovaných zdrojích na mezinárodní mapě světa v měřítku 1 : 1 mil. a ve výpočtu zohlednil kartografické sítě, vyobrazení vodstva, terénu, zástavby, cest, administrativních hranic a dalších prvků. U této mapy byla vypočítána informační náplň okolo $1 kb/cm^2$, přičemž 58 % z této hodnoty byl dán vyobrazením reliéfu (Suchov, 1967).

I přes výše zmíněnou řadu teoretických postupů a metod, které využívají pokročilé statistické analýzy, měření geometrických reprezentací, analýzu obrazu či uživatelské testování, se stále nedaří nalézt prakticky využitelný způsob, jakým by bylo možné jednoduše ohodnotit širokou škálu map (Schnur et al., 2017). Většina studií je opřena o testování principu metody pomocí jednoho typu map, které se často liší pouze v měřítku, vydavateli, míry zjednodušení, barevném provedení, avšak ne v jejich kombinaci. Přitom s rozvojem kartografických nástrojů a díky možnostem vizualizace na různorodých digitálních zařízeních se dnes více než kdy jindy spektrum geoprostorových vizualizací značně rozšiřuje.

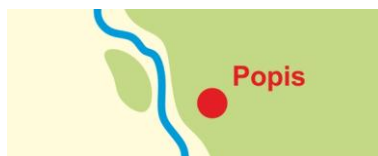
Jinou podobu mají mapy topografické, dopravní schémata, statistické tematické mapy, katastrální mapy, mapy malované či mapy s podkladem v podobě ortofoto snímku. U některých map je mapové pole dominantní součástí mapového listu, u jiných je pouze jednou z vizualizací vedle populárních infografik, tabulek, grafů a odstavců textu. Výrazně se liší také rozměry mapových listů a samotných mapových děl – od malých schematických mapek po rozkládací či nástěnné mapy, atlasy nebo mapy digitální, kde lze měřítko i zobrazovanou oblast plynule měnit. Všechny zmíněné rozsahy omezují možnosti jednotlivých postupů pro měření náplně mapy, které by měly být na výše zmíněných aspektech nezávislé.

3. Porovnání přístupů k hodnocení grafické náplně mapy

Jelikož velká část autorů citovaných v kapitole 1 nerozlišuje různé druhy náplně mapy a pod náplní mapy popisuje náplň grafickou, bylo rozhodnuto provést srovnání definic pouze pro tuto kategorii. Měření informační náplně je navíc závislé na řadě dalších okolností, jako je znalost čtenáře mapy (ať už v podobě znalosti práce s mapou, nebo mapovaného tématu či lokality) a dalších okolností při samotném procesu percepce mapy, a její měření pouze na základě mapy je těžko proveditelné až nemožné (Fairbairn, 2006).

Pro účely srovnání přístupů k hodnocení náplně mapy byl vytvořen testovací mapový výřez simulující jednoduchou topografickou mapu o rozměrech 50×20 mm (obr. 2). Mapa je kompletně pokryta čtyřmi izolovanými plošnými znaky (za samostatný znak byl považována každá plocha rozdělená liniovými znaky nebo rámem mapového pole), obsahuje jednu linii a bod s popisem. Celková plocha mapového výřezu je 1 000 mm². Měřením a výpočty bylo dále zjištěno, že plocha bodového znaku činí 13 mm² (tj. 1,3 % celkové plochy), modrý liniový znak o šířce 1 mm zabírá plochu 28 mm² (2,8 %), popis bodového znaku 11 mm² (1,1 %) a ničím nezakrytá část plošných znaků zbylých 948 mm² (94,8 % mapy).

Plocha bodových znaků byla vypočítána dle vzorce pro obsah kruhu, u linií jako součin jejich délky a tloušťky. V případě polygonů a popisu (každá kategorie zvlášť) byly tyto prvky převedeny v grafickém softwaru do bílé barvy, zatímco zbylý obsah mapy byl vyveden černou barvou, a na základě průměrné hodnoty světlosti pixelu celé mapy byla ze znalosti plochy celého mapového výřezu a hodnot světlosti pro bílou (255) a černou barvu (0) dopočítána plocha popisu, respektive plošných znaků.



Obr. 2 Testovací mapový výřez

Náplň této mapy byla následně ohodnocena dle definic uvedených v tabulce 1 a v podkapitole 1.2. V případě, že autor/ři neuvádí dělení náplně na více kategorií, byla využita jediná dostupná definice. V případě více kategorií pak byla aplikována definice grafické náplně mapy. Hodnoty vypočítané náplně mapy ukazuje tab. 2.

Tab. 2 Grafická náplň testovaného mapového výřezu dle dostupných definic náplně mapy

Zdroj	Náplň mapového výřezu z obr. 2	Komentář
Drápela, 1983	100 %	-
Hojovec et al., 1987	(100 %)	z definice není zřejmé, v jakých jednotkách se udává
Novák a Murdých, 1988	100 %	za „značky“ byly považovány i plošné znaky (Terminologická komise ČÚZK, 2019)
Čapek a kol., 1992	(100 %)	z definice není zřejmé, v jakých jednotkách se udává
Pravda a Kusendová, 2007	100 %	-
Veverka a Zimová, 2008	100 %	-
Voženílek, Kaňok et al., 2011	100 %	pro vysvětlení termínu „grafické zaplnění“ obsaženého v definici náplně mapy byla využita definice grafické zaplněnosti dle Terminologické komise ČÚZK, 2019
Staněk a Friedmannová, 2012	100 %	z popisu není zcela zřejmé, zda se plošné znaky nezahrnují pouze do limitu 30 %, nebo zda se nezohledňují ani při výpočtu samotné náplně mapy

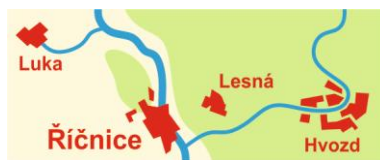
Terminologická komise ČÚZK, 2019	100 %	-
Kraak a Ormeling, 2003	0,7	z definice není zcela zřejmé, co je považováno za objekt, pro modelový výpočet byly proto využity body, linie, plochy i popis: $7 \cdot 0,1 \text{ dm}^2 = 0,7$

Z tab. 2 vyplývá, že uvedené definice, udávající v případě testovacího mapového výřezu náplň mapy 100 %, dostatečně účelně nepopisují naplněnost mapového pole, a nevypovídají tak o složitosti mapové kresby nebo její čitelnosti pro uživatele. Zároveň zjištěná hodnota ani neodpovídá doporučeným limitům. Důvodem je pravděpodobně zahrnutí plošných znaků do výpočtu, které svou rozlohou v případě podobného typu map s plošným pokryvem doplní náplň mapy na 100 %. Bez započítání jejich plochy by náplň dosahovala u většiny definic hodnoty okolo 5 %. V případě detailnější mapy s větším počtem mapových znaků (obr. 3) by vypočítaná grafická náplň mapy dle originálních definic zůstala shodná jako u mapy na obr. 2, přičemž bez zohlednění plošných znaků by vzrostla na přibližně 13 %. V případě definice od Kraak a Ormeling, 2003 se hodnota vypočítané náplně oproti původní 0,7 zvýší na 2,2. V případě změny velikosti a potažmo výraznosti mapových znaků by však tato změna výpočet hodnoty nijak neovlivnila.



Obr. 3 Srovnávací mapový výřez

Plošné znaky přitom ale není možné z výpočtu vynechat, jelikož u jiného typu map nebo při využití metody plošných znaků místo bodových, ke kterému často dochází při změně měřítka, pak tyto znaky tvoří dominantní a neopomenutelný prvek obsahu mapy (obr. 4).



Obr. 4 Mapový výřez s využitím plošných znaků místo bodových

Stanovení případné hranice významnosti plošných mapových znaků však může být velmi subjektivní a těžko definovatelné. Vliv na složitost mapy může mít také intenzita barvy výplně znaku, nebo rozdíl oproti barvě okolních znaků, a zejména rozdrobenost jednotlivých ploch (Šchnur et al., 2017). Plošně zobrazené jevy tedy nelze objektivně rozdělit na „pozadí“ a „téma“, a je třeba při měření náplně zohlednit.

Závěr

Cílem článku bylo zanalyzovat, jak se vzájemně odlišují uváděné definice pro náplň mapy zejména v českých a slovenských, ale i zahraničních zdrojích. Na základě rešerše bylo zjištěno, že v knihách věnovaných kartografii je pojem často považován za zřejmý a není definován jeho význam. Pokud je jeho vysvětlení uvedeno, chybí obvykle uvedení způsobu, jakým lze náplň mapy vypočítat či měřit. V odborných článcích se pak metody pro měření složitosti map objevují, jejich využití ovšem brání jejich náročnost a malá univerzálnost s ohledem na široké spektrum kartogra-

fických produktů. Dosavadní postupy navíc neobsahují jasně vymezenou stupnici, ve které se hodnota náplně mapy pohybuje, ani interpretaci jejích limitů pro příslušné účely mapy. Většina studií se zaměřuje pouze na vzájemné porovnání ad hoc vzorků bez snahy určit hodnotu náplně celé mapy či dokonce představit univerzální metriku měření náplně libovolné mapy.

Autoři shromáždili stávající definice náplně mapy a porovnali je při hodnocení náplně jednoduchého mapového výřezu. Na něm ukázali, že výpočet výsledných hodnot náplně mapy podle těchto definic je velmi ovlivnitelný rozlohou plošných znaků v mapě a že nezohledňuje další parametry, jakými jsou například rozdíly barevné vzdálenosti, detailnost přechodových linií či počet znaků. Navíc tyto výpočty při striktním použití definice nepotvrzují doporučené limity uváděné v učebnicích kartografie a nedokážou reflektovat skutečnou složitost mapové kresby. Rešerše současných vědeckých poznatků odhalila poznatek, že náplň mapy lze obecně definovat jako zaplněnost mapového pole obsahem danou kombinací grafické a informační náplně mapy jako jejích dílčích komponent. Grafickou náplní mapy se pak rozumí zaplněnost mapového pole znaky a popisem ovlivněná hustota jejich výskytu, parametry (tvar, velikost, výplň) a prostorovým rozložení. Je relativní k ploše mapy a udává se v procentech v rozmezí 0–100 %. Ač primárně je náplň mapy hodnocena pro mapové pole za účelem volby přiměřeného množství mapového obsahu a způsobu jeho vizualizace, stejným způsobem by mohla být měřena také grafická náplň celého mapového listu vedoucí k vyváženosti zaplnění kompozice mapy.

Jednoznačný popis způsobu výpočtu grafické náplně není kvůli komplexnosti této veličiny možné zahrnout do samotné definice. Je proto její potřeba specifikovat formou jedné či více různých metrik, kterým bude věnována pozornost v následujícím výzkumu. Nabízí se možnost měřit grafickou náplň mapy jako celku pomocí analýzy výsledného mapového obrazu v rastrovém formátu namísto hodnocení parametrů jednotlivých mapových znaků, které je navíc časově náročné a kvůli širokému spektru datových formátů obtížně automatizovatelné, tudíž pro širší použití nevhodné. Velký potenciál lze vidět například v analýze hran mapové kresby, která již byla v minulosti pro hodnocení náplně mapy využita (Styk, 2011) a jejíž další rozvoj je předmětem navazujícího výzkumu. Využití statistických údajů obrazu a jeho jednoduchá analýza by přitom mohly vést k novému pojetí měření náplně mapy jako metody kvantitativního hodnocení a srovnávání prostorových vizualizací za účelem zvýšení jejich čitelnosti pro uživatele.

Poděkování: Článek byl podpořen v rámci projektu Výzkum a aplikace metod geoinformatiky pro řešení prostorových jevů reálného světa (IGA_PrF_2019_014) za podpory interní grantové agentury Univerzity Palackého v Olomouci.

Literatura

- BROPHY, D. M. (1980). Some reflections on the complexity of maps. In *Technical papers of ACSM 40th Annual Meeting*. Falls Church: American Congress on Surveying and Mapping, 343-352.
- ČAPEK, R., MIKŠOVSKÝ, M., MUCHA, L. (1992). *Geografická kartografie*. První vydání. Praha (Státní pedagogické nakladatelství Praha), 375, s. 129, 300.
- DENT, B. D., TORGUSON, J., HODLER, T. W. (2009). *Cartography, Thematic Map Design*. Sixth edition. New York (McGraw-Hill), 336.
- DIETZEL, P. P. (1983). Measuring complexity on topographical maps. In *Proceedings of ACSM-ASP Fall Convention*. Salt Lake City, 45-49.
- DRÁPELA, M. V. (1983). *Vybrané kapitoly z kartografie*. První vydání. Praha (Univerzita J. E. Purkyně v Brně), 128, s. 18-29.
- FAIRBAIRN, D. (2006). Measuring Map Complexity. *The Cartographic Journal*, 43(3), 224-238. DOI: 10.1179/000870406X169883. Dostupný na: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/000870406X169883>
- FIELD, K. (2018). *Cartography*. First edition. Redlands (Esri Press), 576.
- HOJOVEC, V., DANIŠ, M., HÁJEK, M., VEVERKA, B. (1987). *Kartografie*. 1. vydání. Praha (Geodetický a kartografický podnik v Praze, n. p.), 662.
- IMHOF, E. (2007). *Cartographic Relief Representation*. First edition. Berlin (Esri Press), 388.
- KIMERLING, A. J., BUCKLEY, A. R., MUEHRCKE, J. O. (2012). *Map Use, Reading, Analyses, Interpretation*. Seventh edition. New York (Esri Press), 581.

- KRAAK, M.-J., BROWN, A. (2001). *Web Cartography, Developments and Prospects*. London, New York (Taylor & Francis), 213.
- KRAAK, M.-J., ORMELING, F. (2003). *Cartography, Visualization of Geospatial Data*. Second edition. Harlow Essex (Pearson Education Limited), 205, s. 80.
- KRTIČKA, L. (2007). *Úvod do kartografie*. První vydání. Ostrava (Ostravská univerzita v Ostravě), 87, s. 53.
- MACEACHREN, A. M. (1982). Map Complexity, Comparison and Measurement. *The American Cartographer*, 9(1), 31-46. DOI: 10.1559/152304082783948286.
- MACEACHREN, A. M. (1995). *How Maps Work, Representation, Visualization, and Design*. Third edition. New York (The Guilford Press), 513.
- MIKLÍN, J., DUŠEK, R., KRTIČKA, L., KALÁB, O. (2018). *Tvorba map*. Vydání první. Ostrava (Ostravská univerzita), 302. [online] [cit. 2019-02-11]. Dostupný na: <https://tvorbamap.osu.cz/download/123/>
- MULLER, J. C. (1976). Objective and subjective comparison in choroplethic mapping. *The Cartographic Journal*, 13(2), 156-166. DOI: 10.1179/caj.1976.13.2.156.
- NOVÁK, V., MURDYCH, Z. (1988). *Kartografie a topografie*. Praha (Státní pedagogické nakladatelství), 319, s. 228.
- PETERSON, G. N. (2009). *GIS Cartography, A Guide to Effective Map Design*. Boca Raton (CRC Press), 388.
- PRAVDA, J. (2006). Metódy mapového vyjadrovania, klasifikácie a ukážky. *Geographia Slovaca*, 21 (+ CD). Bratislava (Geografický ústav SAV), 127.
- PRAVDA, J., KUSENDOVÁ, D. (2007). *Aplikovaná kartografia*. Bratislava (Geo-grafika), 244, s. 99.
- ROBINSON, A. H. (1952). *The look of maps, An examination of cartographic design*. Redlands (Esri Press).
- ROBINSON, A. H., MORRISON, J. L., MUEHRCKE, P. C., et al. (1995). *Elements of Cartography*. Sixth edition. USA (John Wiley & Sons, Inc.), 674.
- ROSENHOLTZ, R., LI, Y., NAKANO, L. (2007). Measuring visual clutter. *Journal of Vision*, 7, 1-22. DOI: 10.1167/7.2.17. Dostupný na: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/bisma/article/download/12833/8116>
- ŠÁKROVÁ, M. (2010). *Analýza náplně a obsahu učivových map českých učebnic zeměpisu ve vztahu ke školním atlasům*. Bakalářská práce. Praha (Univerzita Karlova v Praze).
- SCHNUR, S., BEKTAŞ, K., ÇÖLTEKIN, A. (2017). Measured and perceived visual complexity, a comparative study among three online map providers. *Cartography and Geographic Information Science*, 45(3), 238-254. DOI: 10.1080/15230406.2017.1323676. Dostupný na: <https://doi.org/10.1080/15230406.2017.1323676>
- SLOCUM, T. A., MCMASTER, R. B., KESSLER, F. C., HOWARD, H. H. (2009). *Thematic Cartography and Geovisualization*. Third edition. (Pearson Education, Inc.), 561.
- STANĚK, K., FRIEDMANNOVÁ, L. (2012). *Kartografická vizualizace*. [online] [cit. 2019-02-11]. Dostupný na: https://is.muni.cz/el/1431/jaro2012/Z8112/um/2012-KARTOVIZ_koncepce_a_kompozice.ppt
- STYK, A. C. (2011). Measuring maps graphical density via digital image processing method on the example of city maps. *Geoinformation Issues*, 3(1), 61-76.
- SUCHOV, V. I. (1967). Information capacity of a map entropy. *Geodesy and Aerophotography*, X(4), 212-215.
- SUCHOV, V. I. (1970). Application of information theory in generalization of map contents. *International Yearbook of Cartography*, X, 41-47.
- Terminologická komise ČÚZK (2019). *Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí*. [online] [cit. 2019-02-11]. Dostupný na: <https://www.vugtk.cz/slovník/>
- TUFTE, E. R. (1989). *Visual design of the user interface, Information resolution, interaction of design elements, color for the user interface, typography and icons, design quality*. Armonk: IBM Corporation.
- VEVERKA, B., ZIMOVÁ, R. (2008). *Topografická a tematická kartografie*. Praha (České vysoké učení technické), 198.
- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK et al. (2011). *Metody tematické kartografie, Vizualizace prostorových jevů*. Olomouc (Univerzita Palackého v Olomouci), 216, s. 164-165, 203.

Summary

Map load – approaches to definition and measures

The article aimed to analyse and compare existing definitions of map load differ focusing mostly on the Czech and Slovak region. As well, many foreign sources were used. Based on the research, it was found that in books devoted to cartography, the term is often considered so distinct that its meaning is not even defined. In the sources where an explanation is given, there is usually no indication of the way in which the map content can be calculated or measured. In the other cases, significant conceptual approaches differ between authors as well as the categorisation. In scientific articles, methods for measuring the complexity of maps appear, even when those are not uniform. However, their use is hampered by their complexity and low versatility regarding a wide range of cartographic products. The experiments usually only contain a comparison of selected samples without trying to build a metrics to determine a particular map load. In addition, the procedures do not contain any clearly defined range on for map load nor the interpretation of its key milestones. In contrary, books and other printed sources usually contain those limits. Unfortunately, they miss the measuring methods very often.

The existing definitions were compared on a model case when evaluating the contents of a simple imaginary map (Fig. 2, 3, 4). It showed that the calculation based on these definitions is highly influenced by the areal symbols in the map, is not suitable for wide range of cartographic products and does not take into account other parameters such as colour distance differences, symbol parameters, or a number of different symbols which according to current state-of-art can influence the map load. In addition, these calculations do not confirm the recommended limits in cartographic textbooks and do not reflect the true complexity of map drawings.

At the end, based on a review of current knowledge, the new definition was describing *graphic map load as the fullness of a map face covered by map symbols and labels influenced by their spatial density, parameters (shape, size, fill etc.) and spatial distribution* (Fig. 1). It is expressed relatively to the map size in percent on a 0–100% scale. Beside map load evaluating the map face, alternative for the area of whole map was suggested in order to balance the map composition. Finally, possible objective methods for future development of map load metrics and classification suitable for a range of cartographic products classification were mentioned.

Fig. 1 Map extents covering the same area with the same map content differing in map load, data source: ©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2016

Fig. 2 Sample map extent used for map load calculation according to definitions published

Fig. 3 Sample map extent with more map symbols for comparison

Fig. 4 Sample map extent using areal symbols instead of figural

Tab. 1 Definitions of map load in the Czech and Slovak cartographic books

Tab. 2 Map load values after applying the definitions on the sample map extent

Prijaté do redakcie: 24. mája 2019

Zaradené do tlače: december 2019