Fuzzy přístup při určování příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru

VÍT PÁSZTO, JAROSLAV BURIAN, LUKÁŠ MAREK,
VÍT VOŽENÍLEK, PAVEL TUČEK

Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geoinformatiky, Olomouc, Česko (Palacký University Olomouc, Faculty of Science, Department of Geoinformatics, Olomouc, Czechia); e-mail: vit.paszto@gmail.com, jaroslav.burian@upol.cz, lukys.marek@gmail.com, vit.vozenilek@upol.cz, pavel.tucek@upol.cz

ABSTRACT **Membership of Czech municipalities to rural and urban areas: a fuzzy-based approach** – Due to the ongoing changes in settlement, it is becoming increasingly difficult to properly define rural and urban areas in Czechia. This delimitation problem has been intensively studied in Europe, including Czechia, for decades, but only the "crisp" rules have been set for this purpose. This is no longer sufficient because of substantial population movements. Our research focused on applying the fuzzy set theory to the delimitation of rural and urban areas and on a subsequent visualization and statistical comparison. This paper focuses on an introduction of such approaches and aims to present the chances of using geocomputational methods in geographical research. The main result is a new methodology that applies the principles of fuzzy approach (fuzzy sets and numbers operations, fuzzy regulation) on socio-economic data to show the transitional character of municipalities. Two ways of fuzzy approach, the easy-to-obtain Łukasiewicz T-norm and the more complex fuzzy regulation, are used in order to demonstrate its advantage over the Boolean logic procedure in the delimitation of rural and urban areas.

KEY WORDS fuzzy sets – geoinformatics – rural and urban areas – membership

PÁSZTO, V., BURIAN, J., MAREK, L., VOŽENÍLEK, V., TUČEK, P. (2016): Fuzzy přístup při určování příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru. Geografie, 121, 1, 156–186.
Do redakce došlo v srpnu 2014, přijato do tisku v září 2015.

© Česká geografická společnost, z. s., 2016

1. Úvod

Díky procesu změn ve vývoji obcí probíhajícímu v současnosti (i v minulosti) v Česku je určování příslušnosti obcí do venkovského či městského prostoru velice obtížné, avšak ne neřešitelné. Přestože k řešení geografické úlohy existuje poměrně velké množství přístupů (např. Perlín 2010, ČSÚ 2008, MZE ČR 2007), jejich odlišnost je značná. Každý tento přístup vychází již z rozdílných definic venkovského a městského prostoru. Absence jednotně přijímané definice venkovského a městského prostoru a intenzivní transformace obcí (díky suburbanizaci) činí řešení této geografické úlohy velmi složité. Navíc všechny zmíněné práce používají Booleanovskou logiku při definování venkovského a městského prostoru, díky které lze jen obtížně zohlednit neurčitost charakteru obcí. Obec spadá buď do jednoho, anebo druhého prostoru (případně jiného typu dělení) bez ohledu na to, zda z některého hlediska (např. vstupního indikátoru) není obec blízko rozhraní dvou sousedních prostorů či typů. Smazáním ostré hranice mezi dvěma stavy je možné flexibilněji vyjádřit charakter zkoumané obce a určit míru příslušnosti k jednomu či druhému stavu. Za tímto účelem lze využít teorii fuzzy množin a logiky.

Fuzzy množiny a logika je zavedený matematický přístup používaný ke shlazení ostrých přechodů mezi dvěma sousedícími stavy jevu tak, že jeden stav postupně a plynule přechází v druhý. Tyto neostré přechody lze pojmenovat neurčitými slovy (v případě tématu příspěvku „městštější“, „více venkovský“ apod.), jež pro člověka přirozeněji charakterizují přechod. Pomocí fuzzy přístupu je obcím Česka určena míra, s jakou spadají buď do venkovského, či městského prostoru. Není již otázkou, zda obec je nebo není venkovská či městská, ale jak moc do jednoho ze dvou prostorů patří. A právě fuzzy přístup umožňuje matematicky vyjádřit ono „jak moc“ na stupnici od 0 do 1.

Cílem článku je představit inovativní koncept fuzzy přístupu a jeho možností při určování příslušnosti obcí Česka do venkovského a městského prostoru. Záměrem autorů je nabídnout alternativní či variantní způsob určení příslušnosti obcí v problematice venkova umožňující postihnout vhodněji jejich přechodný charakter (rurální-urbánní kontinuum) a odstranit dichotomii vesnice/město. Nejprve je diskutována problematika vymezování venkova (kap. 2) a jsou vysvětleny základní principu fuzzy přístupu (kap. 3). Následují dvě empirické studie, ve kterých je demonstrováno použití jednoduchých operací s fuzzy čísly (kap. 4) a komplexního přístupu pomocí fuzzy regulace (kap. 5) pro určení příslušnosti obcí Česka do venkovského a městského prostoru. Výsledky obou přístupů ukazují, že zjemnění ostrých kritérií pro zařazení obce do jednoho či druhého prostoru přináší reálnější pohled na strukturu charakter obcí v Česku.

2. Problematika definice venkova a města

Problematika vymezování venkovského a městského prostoru (a prostoru mezilehlého), resp. určování příslušnosti obcí do jednoho z prostorů, je v poslední době diskutovaným tématem geografického výzkumu ve světě i v Česku. Proces suburbanizace učinil geografickou úlohu určení příslušnosti obcí do jednoho z těchto prostorů velmi složitou. Suburbanizace je spojována s konceptem rurálního-urbánního kontinua, které podle Halfacreeho (2009) dodává přístupu k určení příslušnosti obcí do určitého typu prostoru více flexibility, díky které lze zohledňovat prvky typicky venkovského charakteru nacházející se v urbánních oblastech a naopak. Je proto nutné správně definovat jak městský, tak i venkovský prostor a odtud vycházet k charakterizování prostoru mezilehlého.

Definice městského prostoru se liší autor od autora. Jedna z nejobecnějších definic podle Mayera (1971) vymezuje město jako místo, kde se lidé setkávají, provozují své aktivity, a kam se vracejí s denní pravidelností. Frey a Zimmer (2001) definují město ve smyslu administrativního vymezení jako ohraničené, prostorově spojité urbanizované území a zdůrazňují, že důležitou roli při vymezení městského prostoru hrají další ukazatele, např. velikost populace, hustota zalidnění, ekonomické funkce a trh práce. Všechny ukazatele Frey a Zimmer (2001) sdružují do tří základních pilířů pro vymezení městského prostoru od venkovského – ekonomický, ekologický a sociální (geografické aspekty jsou nepřímo zahrnuty ve všech pilířích). Podle Sýkory (1993) lze tvrdit, že městský prostor obsahuje oblasti (větší sídla, města, konurbace apod.), jež se vyznačují třemi atributy: (1) velkou nebo větší hustotou zalidnění (což lze chápat v různých zemích různě); (2) mají kompaktní a souvislou městskou zástavbu; a (3) specifické demografické, pracovní a sociální struktury. K tomu by městský prostor měl nabízet další funkcionalitu (administrativní, dopravní funkce, veřejné služby aj.) a být charakteristický svou vnitřní diverzitou.

Naopak, venkovem se podle mnoha autorů (např. Binek 2007, ČSÚ 2008, Perlín 2010) rozumí odlehlá osídlení a oblasti volné nezastavěné krajiny tvořící mozaiku drobnějších sídel, zemědělských a vodních ploch, lesů, ploch místních komunikací a ostatních ploch. Venkov se obvykle vyznačuje nízkou hustotou zalidnění, menšími sídly, vyšší zaměstnaností v zemědělství (avšak toto již nemusí být pravidlem), pozitivním vztahem místních obyvatel k okolní krajině, architektonickým rázem, charakterem zástavby a specifickým životním stylem (ČSÚ 2008). Některé z těchto typických znaků venkova však mohou být v určitých etapách vývoje společnosti značně potlačeny a jiné se mohou nově zformovat (ČSÚ 2008). Různé přístupy vymezování venkovského prostoru podrobně rozebírá Woods (2005) a rozděluje je do čtyř základních skupin: popisné či analytické definování venkova, sociálně-kulturní vymezování, venkov jako žité místo a venkov reprezentující myšlenkové asociace s tímto slovem. Oblast geografie, jež se zabývá venkovskými oblastmi,

získala přídomek „rurální". Podle klasické definice Clouta (1976) je rurální geografie věda zabývající se zejména typy využití území (land-use), jakými jsou zemědělské plochy, farmy, lesy, vodní plochy a malá sídla. Tyto oblasti zájmu se dále analyzují pomocí kvantitativních ukazatelů, např. obyvatelstva žijícího na venkově, struktury zaměstnanosti, rozsahu a typu služeb aj. Venkovským prostorem je v prostředí Česka podle Chromého a kol. (2011) takový region, který je definován zejména specifickým geografickým umístěním, řádovostí/měřítkem a územní a regionální diferenciací podle převažujících funkcí (např. funkce území) a strukturálních znaků území nebo krajiny, sídel i společnosti (např. využití ploch). Obecné vymezení venkovského prostoru na základě lidského a sociálního kapitálu nabízí Jančák a kol. (2008), který za venkovský prostor označuje oblasti s nižším lidským a sociálním kapitálem, jež se vyskytují zejména blízko státních hranic Česka a/nebo daleko od regionálních center (např. krajských či okresních měst).

Růst měst a s ním spojená suburbanizace má za následek modifikaci venkovských (i městských) oblastí. Probíhající suburbanizační procesy v Česku mají značný vliv na vesnice a malá sídla v zázemí větších měst. Je obecně známo, že suburbanizace je urbanizační proces, který se děje v okrajových částech města a jejich zázemí, a vyznačuje se rozvojem málo koncentrovaných rezidenčních, komerčních a průmyslových ploch. Podoba suburbanizace se v různých státech světa liší, a tak i přístupy jednotlivých autorů k tomuto fenoménu jsou rozdílné. Například Gregory a kol. (2009) popisují suburbanizaci jako proces, kdy se lidé, bydlení, průmysl/výroba, komerční funkce a maloobchod přemísťují za hranice tradičních urbánních prostorů (center či městských jader) a vytvářejí prostorově rozptýlenou krajinu, avšak stále dobře napojenou na centrální část města díky dopravní infrastruktuře. Podobně definuje suburbanizaci Mace (2009), který zdůrazňuje úlohu dopravní infrastruktury, investičních příležitostí a průmyslových kapacit. Hlavním produktem suburbanizace se stávají suburbia (Champion 2001). Podobně jako výše uvedení autoři definují v české geografii suburbanizaci například Urbánková a Ouředníček (2006), Novák a Sýkora (2007) či Sýkora a Mulíček (2012).

Určování příslušnosti obcí do městského a venkovského prostoru, resp. vymezení těchto prostorů a následné zařazení obcí do jednoho z těchto dvou typů není triviální. Tato úloha se stává složitější díky tzv. rurálnímu-urbánnímu kontinuu, čili neostrému přechodu jednoho typu v druhý, jenž je ovlivňován procesem suburbanizace. Definováním suburbánních oblastí v Česku se zabývá Ouředníček, Špačková, Novák (2012), který nabízí metodologii, pomocí které je Česko rozděleno na města, suburbánní komunity a zbylá (venkovská) sídla. Jedním z nejkomplexnějších přístupů při vymezování venkovského a městského prostoru představuje studie Perlína (2010), který kategorizuje obce/regiony na základě hustoty zalidnění a struktury zaměstnanosti na výrazně venkovské, převážně venkovské

a městské. Následně na základě mnoha ukazatelů rozděluje Perlín, Kučerová, Kučera (2010) venkovské regiony do osmi podtypů (např. rozvojový venkov, nerozvojový sousedský venkov, moravské periferie, intenzivní rekreační oblasti aj.). Je nutné zmínit také studii ČSÚ (2008), kde byl venkov definován v osmi variantách pomocí multikriteriální bodovací metody a ze které částečně vychází empirická studie v kapitole 5. Podle Binka a kol. (2007) doposud neexistuje jednotná definice venkovského prostoru. Ve světě i u nás lze nalézt mnoho autorů a institucí, které se o definici pokoušeli (např. U. S. Census Bureau 2010; DEFRA 2011; MZE ČR 2007; du Plessis a kol. 2002; Cloke, Edwards 1986), ale tyto definice se liší v závislosti na autorovi a státu, ve kterém se pravidla pro vymezování uplatňují.

Jedna z mezinárodně uznávaných definicí venkovského prostoru na lokální úrovni (obce) je podle metodiky Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Tato definice je založena na poměru počtu obyvatel žijícího na určitém území s hustotou zalidnění menší než 150 obyvatel na km² (ČSÚ 2008, OECD 1994). Vše ostatní je podle OECD prostorem městským. Podle této metodiky je dělen venkovský prostor na regionální úrovni do dvou podskupin (převážně venkovské a významně venkovské prostory). Revidovaná metodika OECD navíc definuje další podskupinu, a to městský prostor, do kterého spadá původní převážně venkovský prostor, pokud se v něm vyskytuje urbánní centrum s více než 200 000 obyvateli, jež však nepředstavuje více než 25 % populace regionu (OECD 2006). Nedávná studie Evropské komise (Dijsktr, Poelman 2014) představuje revidovaný postup pro určení venkovských a městských oblastí. Pomocí populačního gridu definují jako venkovské obce ty, které na svém území mají více než 50 % tzv. *rural grid cells* (buňky klasifikované jako venkovské). Důležité je zmínit, že buňka představuje 1 km² a venkovskou se stává v případě, že není klasifikována jako městská. Městské buňky jsou podle metodiky Eurostatu (Evropská komise 2010) takové, které mají ve zkoumané buňce hustotu zalidnění alespoň 300 obyv./km² a po splnění této podmínky pak v součtu s okolními buňkami (nad 300 obyv./km²) celkovou populaci větší než 5 000 obyvatel. Pro vytvoření tohoto přístupu se vycházelo právě z tehdy stávajících metodik OECD. Je zřejmé, že zásadní mezní hodnota hustoty zalidnění byla posunuta ze 150 na 300 obyv./km². Nicméně i přesto se všechna výše uvedená dělení opírají o vymezení na základě Booleanovské logiky, čili pomocí přesných hodnot. Tato jednoznačná, avšak „přísná“, kritéria nereflektují vždy reálnou situaci a v základním kritériu (hustota zalidnění) vychází v podstatě pouze z jediného ukazatele – počtu obyvatel v daném území. Nicméně tento způsob vymezování na základě jediného (či dvou) kritérií zcela nevystihuje problematiku venkova, ale na druhou stranu lze tento indikátor velice jednoduše získat (a často je jako jediný dostupný). Podobný přístup pro vymezování venkova jako v případě OECD je používán i oficiálními institucemi v Česku (MZE ČR 2007). Vymezování je sice odvislé od jiného kritéria než hustota zalidnění, ale rovněž velice jednoduchého – obec s počtem obyvatel menším než 2 000 obyvatel je považována za

venkovskou (některé studie však hranici posouvají na 3 000 obyvatel, např. Binek a kol. 2007; Perlín, Kučerová, Kučera 2010; Bernard 2012).

3. Koncept fuzzy přístupu při určování příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru

I přes neexistenci jednotné všeobecně aplikovatelné definice je možné z některých z nich vycházet a rozšířit je o flexibilnější fuzzy přístup, čímž se jejich omezené využití může rozšířit na větší množství geografických úloh. Všechny doposud známé přístupy jsou založeny na přesných (diskrétních) hodnotách a rozhodovací proces zařazení obce do venkovského či městského prostoru probíhá ve smyslu Booleanovské logiky, tedy stav 0/1, patří/nepatří. Obce jsou tak zařazeny buď do venkovského, nebo městského prostoru (případně do jejich podtypů). To však nemusí být vždy vyhovující s ohledem na přechodný charakter mezi oběma stavy, neboli s ohledem na rurální-urbánní kontinuum. Toto omezení lze odstranit pomocí fuzzy přístupu, jenž umožňuje modelovat přechodný charakter obcí mezi dvěma základními typy prostoru díky tzv. stupni příslušnosti. Pomocí stupně příslušnosti lze určit obce vykazující vlastnosti čistě venkovského prostoru (stupeň příslušnosti k venkovskému prostoru roven 1), přechodného (de facto vše mezi 0 a 1; obce s hodnotou okolo 0,5 lze považovat za náležící do suburbánního prostoru) a čistě městského (stupeň příslušnosti k venkovskému prostoru roven 0). Fuzzy přístup je v mnohých ohledech robustním nástrojem umožňující modelování spojitých prostorových struktur v GIS. Poskytuje efektivní techniky pro modelování reality za použití vágnosti či neurčitosti namísto striktní Booleanovské logiky. Od svého prvního uvedení Zadehem v roce 1965 (Zadeh 1965) se fuzzy množiny a fuzzy logika používá v mnoha vědních oborech (Novák 1989; Klir, Yuan 1996; Bělohlávek 2002; Verstaete a kol. 2007; Voženílek 2009), včetně geověd, kde je v této souvislosti zmiňován vliv neurčitosti přítomné v geografických datech (MacEachren a kol. 2005, Kubíček 2012 či Brus 2013).

Venkovský a městský prostor jsou definovány jako homogenní tematické prostorové struktury. Avšak jejich detailnější studium odhaluje podstruktury, které se navzájem překrývají a jsou ve vzájemné interakci.

Použitím fuzzy množin a fuzzy logiky lze ostrou hranici mezi venkovským a městským prostorem eliminovat. Operacemi s fuzzy čísly vstupuje do přístupu nejistota, která umožní definovat venkovský prostor vágnějšími termíny, např. okolo, zhruba, přibližně apod., které jsou v geografii často používány. S tím ovšem také souvisí role experta, který svými vědomostmi může ovlivnit podobu výpočtu, a tak vnáší jistou subjektivitu do celého procesu. Nicméně s využitím fuzzy přístupu a stanovení fuzzy vah experty může být obec hodnocena například 0,7 příslušností k městskému typu prostoru, 0,3 příslušností k venkovskému typu

(maximální fuzzy příslušnost je rovna 1, minimální rovna 0). Docílí se tím výsledků umožňujících tvrdit, že jedna obec je více venkovskou/městskou než druhá. Takto se zajistí plynulý přechod od městského typu obcí (městského prostoru) přes přechodný typ až po venkovský typ obce (venkovský prostor).

Vzhledem ke skutečnosti, že přechodná zóna je v podstatě složená z překryvu dvou tematických vrstev (v této studii reprezentující městský a venkovský prostor), lze ji považovat za fuzzy množinu a uplatňovat na ní pravidla fuzzy logiky. V tomto duchu pracovali s geografickými vrstvami jako fuzzy množinami Arnot a Fischer (2007) i Verstaete a kol. (2007). V těchto případech, čili při práci s více překrývajícími se vrstvami ve spojení s fuzzy množinami, se definuje základní rovnice pro funkci příslušnosti $\mu_{\tilde{A}}$:

$$\mu_{\tilde{A}} : U \rightarrow \langle 0, 1 \rangle \qquad [1]$$

kde $\tilde{A}$ je fuzzy množina a U je univerzum (univerzální množina, jejíž podmnožinou je $\tilde{A}$).

Univerzální množině v libovolném rozsahu (kvalitativním či kvantitativním) jsou přiřazeny podle určitého předpisu (funkce příslušnosti $\mu_{\tilde{A}}$) nové hodnoty, které se pohybují od 0 do 1 (včetně obou extrémů – čistě městský nebo venkovský prostor), čímž zkoumaný objekt (obec) spadá do intervalu hodnot 0 až 1. Výstupem je neceločíselná hodnota, jež se nazývá stupeň příslušnosti. Pro zařazení obce k venkovskému či městskému typu prostoru se definuje funkce příslušnosti pro každý indikátor (většinou socioekonomický, demografický či GIS analýzou vytvořený ukazatel) vstupující do modelu výpočtu stupně příslušnosti. Všechny indikátory, resp. jejich hodnoty, jsou převedeny do intervalu $\langle 0, 1 \rangle$, aby byl zajištěn hladší přechod mezi oběma póly (městský a venkovský prostor).

Dnes je již obecně známo, že podoba funkce příslušnosti je pro výsledné stupně příslušnosti zcela zásadní. Záleží především na znalostech expertů v dané problematice, kteří vnášejí do výpočtů jistou subjektivitu. Tento fakt je vhodně demonstrován v práci Klira a Yuana (1996).

V případech, kdy je nutné pracovat s více množinami (indikátory), je nutné nalézt vhodný způsob jejich kombinace k získání konečného stupně příslušnosti. Nejčastěji se k tomuto účelu používají základní množinové operace (průnik, sjednocení, doplněk aj.) či průměrování hodnot obou množin. S fuzzy množinami lze provést totéž. Nejvíce se využívá operace průniku, jehož definice ve fuzzy přístupu je:

$$\tilde{A} \cap \tilde{B} = T(\mu_{\tilde{A}}(p), \mu_{\tilde{B}}(p)) \qquad [2]$$

kde T je T-norma (Klir, Yuan 1996) a $\mu_{\tilde{A}}$, $\mu_{\tilde{B}}$ jsou stupně příslušnosti prvků p z množin $\tilde{A}$ a $\tilde{B}$, neboli průnik dvou fuzzy množin $\tilde{A} \cap \tilde{B}$.

Způsobů, jak vytvořit průnik, existuje ve fuzzy přístupu velmi mnoho a záleží na expertovi, jaký použije. Nicméně pomocí těchto operací lze uspokojivě vyřešit řešenou úlohu. Výše uvedené principy jsou použity v následujících analýzách.

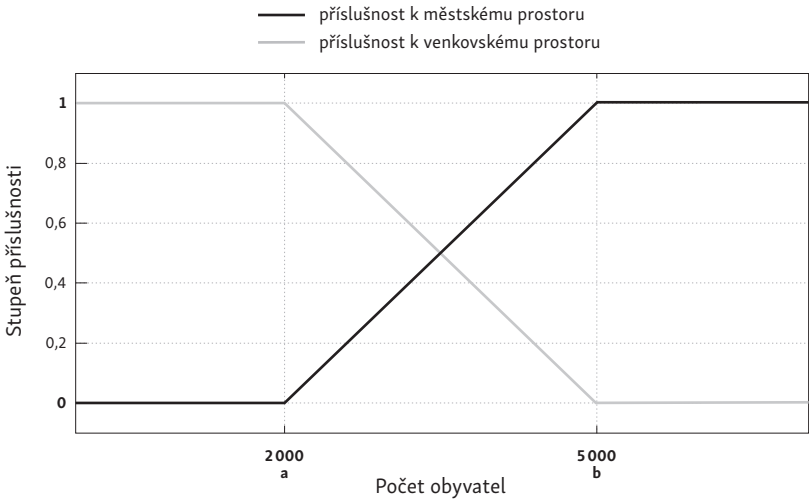
4. Určení příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru pomocí operací s fuzzy čísly

Určování příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru pomocí operací s fuzzy čísly vychází z relevantních vstupních dat. Pokud je jediným kritériem k získání finanční podpory pro obec počet obyvatel menší než 2 000 (v případě Programu obnovy a rozvoje venkova MMR ČR je hraniční hodnota 3 000 obyvatel), je geografická úloha určení příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru snadno proveditelná. Někdy bývá počet obyvatel také doplněn jeho derivátem, a to hustotou zalidnění, jak tomu bylo i v první variantě multikriteriálního hodnocení venkova podle ČSÚ (2008), nebo v případě metodiky OECD (1994), či v nedávné publikaci Evropské komise (Dijsktra, Poelman, 2014) pomocí populačního gridu. Z pohledu rozhodování je tato jednoduchá metrika vhodná pro jednoznačné určení, které obce mohou dosáhnout na finanční podporu. Na druhou stranu, i vzhledem k současným trendům suburbanizace, může být toto kritérium pomíjivé a nepříliš vypovídající o realitě v obci. Může totiž nastat situace, že se díky pohybu obyvatelstva dramaticky zvýší počet obyvatel u doposud malé obce s typickými rysy a problémy venkova a za krátké časové období překročí hranici 2 000 obyvatel byť jen o jednoho občana. Noví příslušníci obce zde často pouze přespávají a za prací, službami či školou dojíždějí do blízkého města. Obec však nadále zůstává venkovskou, ale již nemá nárok na dotace, které by výrazně pomohly zlepšit infrastrukturu obce, její veřejný život a v neposlední řadě i její estetiku.

Koncept kombinace dvou indikátorů pro určení příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru (a prostoru přechodného) je následující. Původní hodnoty jsou zpracovány pomocí fuzzy přístupu a následně spojeny pomocí prostého průměru a průniku (Łukasiewiczovy T-normy). Za použití prostého průměru dvou fuzzy čísel a Łukasiewiczovy T-normy jsou modelovány čtyři způsoby určení příslušnosti obcí Česka do venkovského a městského prostoru. K výpočtu je použito pouze dvou indikátorů – počtu obyvatel obce v roce 2013 a hustoty zalidnění obce v roce 2013, kdy indikátor počtu obyvatel byl uplatněn ve dvou variantách dle stanovených hraničních hodnot (tab. 1). Data byla použita z volně dostupné databáze ČSÚ. Varianty se liší stanovením hraničních hodnot s ohledem na strategické národní a regionální programy.

Tab. 1 – Nastavení hraničních hodnot indikátorů pro výpočet stupně příslušnosti obcí

Hraniční hodnoty	Počet obyvatel obce		Hustota zalidnění obce (obyv./km²)
	Varianta 1	Varianta 2	
Spodní (a)	2 000	1 500	100
Horní (b)	5 000	5 000	200



Obr. 1 – Stanovení hraničních hodnot (a = 2 000 obyv., b = 5 000 obyv.) indikátoru počet obyvatel v první variantě a průběh funkce příslušnosti

Stanovení hraničních hodnot je důležité pro určení prostoru, který bude modelován. Byly stanoveny dvě varianty u ukazatele počet obyvatel. První varianta zohledňuje Program obnovy a rozvoje venkova MMR ČR a spodní hraniční hodnota je nastavena na 2 000 obyvatel. Všechny obce s počtem obyvatel menším než tato hodnota budou mít absolutní příslušnost k venkovskému prostoru. V druhé variantě byla spodní hraniční hodnota posunuta níže, aby se zohlednily obce, které mají méně jak 2 000 obyvatel. Naopak obce s počtem obyvatel nad 5 000 dostanou absolutní příslušnost k městskému prostoru, a to v obou variantách (obr. 1). Obdobně je nastavena hraniční hodnota pro hustotu zalidnění.

Na základě dvou indikátorů s různým nastavením hraničních hodnot byl modelován přechodný prostor mezi typicky venkovským a typicky městským prostorem pomocí lineární fuzzy funkce příslušnosti (obr. 1).

Lineární fuzzy funkce příslušnosti má tvar (zde příslušnost 1 k městskému prostoru, 0 k venkovskému):

$$\mu_{\tilde{A}} = \begin{cases} 1 & x \geq b \\ \dfrac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 0 & x \leq a \end{cases} \qquad [3]$$

kde $\mu_{\tilde{A}}$ je stupeň příslušnosti, a a b hraniční hodnoty a x je hodnota indikátoru.

Takto stanovený přechodný prostor zahrnující obce s počtem obyvatel mezi 2 000 až 5 000 (ve druhé variantě mezi 1 500 a 5 000) a hustotou zalidnění mezi 100 až 200 obyv./km² je výsledkem modelování pomocí lineární fuzzy funkce

příslušnosti. Výsledkem jsou též dvě hodnoty stupňů příslušnosti – pro počet obyvatel a pro hustotu zalidnění.

Nejprve byl pro kombinaci dvou fuzzy čísel použit prostý (aritmetický) průměr. Pokud byla hodnota příslušnosti obci vysoká u obou ukazatelů, byl logicky vysoký i výsledný stupeň příslušnosti a naopak.

Následně byla použita Łukasiewiczova T-norma pro průnik dvou fuzzy množin podle následujícího vztahu:

$$C = A \cap B, \qquad [4]$$

kdy se průnik řídí pravidlem

$$C(p) = A(p) \otimes B(p) = 0 \vee (A(p) + B(p) - 1) \qquad [5]$$

kde C je fuzzy průnik (výsledný stupeň příslušnosti), A a B jsou fuzzy množiny (indikátory) prvku p (obec). Vztah [5] je někdy nazýván silný průnik *(strong conjuction)*. Účelem Łukasiewiczovy T-normy je vyřešení situace, kdy jsou stupně příslušnosti obou indikátorů v součtu menší než 1, čímž je výsledný stupeň příslušnosti 0. T-norma od sečtených hodnot odečítá 1 a záporné hodnoty nejsou přípustné, výsledný stupeň příslušnosti se stanoví jako 0, a proto obec plně náleží do venkovského prostoru. Naopak, pokud je u obou indikátorů stupeň příslušnosti 1, pak i po uplatnění Łukasiewiczovy T-normy je výsledný stupeň příslušnosti roven 1, čili obec náleží plně do městského prostoru.

Celý proces výpočtu lze demonstrovat na obci Mořkov (okres Nový Jičín). Počet obyvatel v obci je 2 495 (rok 2013) a hustota zalidnění činí 233 obyv./km² (rok 2013). Podle tabulky 1 nesplňuje podmínky pro plnou příslušnost do venkovského nebo městského prostoru u indikátoru počtu obyvatel. Tento indikátor bude tedy modelován pomocí rovnice [3]. Naopak u indikátoru hustoty zalidnění spadá plně do prostoru městského (stupeň příslušnosti k venkovskému prostoru je 0). Pomocí rovnice [3] je ve dvou variantách pro indikátor počtu obyvatel určen stupeň příslušnosti obce. Stupeň příslušnosti k venkovskému prostoru ve variantě 1 je 0,835, resp. 0,716 ve variantě 2. Stupně příslušnosti obou indikátorů jsou zkombinovány pomocí prostého průměru (finální stupeň příslušnosti Mořkova k venkovskému prostoru je 0,418 ve variantě 1, resp. 0,358 ve variantě 2). Po aplikaci Łukasiewiczovy T-normy podle [5] má obec finální stupeň příslušnosti k venkovskému prostoru 0,835 ve variantě 1, resp. 0,716 ve variantě 2.

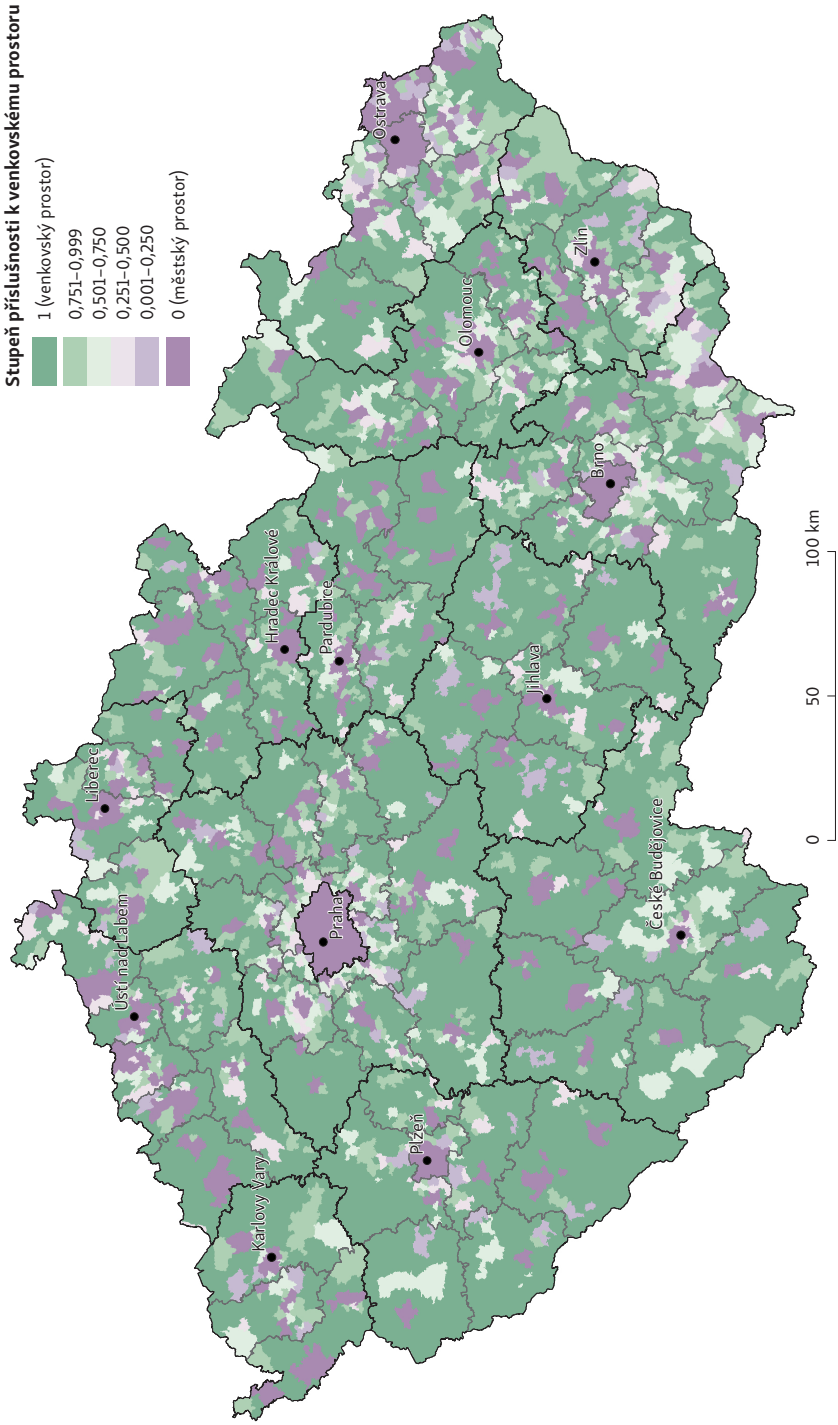
Obecně vzato, vykazuje-li některá obec stupeň příslušnost k venkovskému prostoru 0,6 u indikátoru počet obyvatel a zároveň 0,5 u indikátoru hustoty zalidnění (v součtu 1,1), je po použití Łukasiewiczovy T-normy výsledná příslušnost obce k venkovskému prostoru rovna 0,1. Oproti prostému průměru dvou fuzzy čísel je zřejmé, že Łukasiewiczova T-norma je striktnější (přísnější) při kombinaci dvou fuzzy čísel, a to zejména u nízkých hodnot stupňů příslušnosti. Výsledná hodnota stupně příslušnosti je vztažena buď k venkovskému, nebo městskému prostoru.

Nicméně zjištěním doplňku do 1 lze získat stupeň příslušnosti k opačnému stavu. Například pokud je stupeň příslušnosti obce do venkovského prostoru 0,8, pak její stupeň příslušnosti do prostoru městského je 0,2. V případě předkládaných studií je použita příslušnost obce k venkovskému prostoru (čili stupeň příslušnosti roven jedné značí plnou příslušnost obce k venkovskému prostoru).

Většinou se při vymezování venkovského a městského prostoru používají administrativní jednotky (např. obce), což je podle Freye a Zimmera (2001) nejjednodušší způsob, jak získat představu o charakteru vybrané úrovně území. Na obrázku 2 je znázorněna příslušnost obcí do venkovského prostoru použitím prostého průměru (varianta 1). Na první pohled je zřejmé, že k čistě venkovskému prostoru přísluší oblasti vnitřních periferií (kolem krajských hranic), což koresponduje s předchozím výzkumem Musila a Müllera (2008), kteří vnitřní periferie Česka empiricky určili pomocí 17 ukazatelů, vnější periferie (státní hranice) a také oblasti s vyšší nadmořskou výškou (typicky Vysočina, Šumava či Jeseníky). Obce se stupněm příslušnosti okolo hodnoty 0,5 obklopují větší města a lze je považovat za suburbia (okolí Prahy, Brna, Plzně, Olomouce, Pardubic nebo Českých Budějovic). Zvláštními případy jsou obce na jihovýchodní Moravě (pás obcí ve směru Břeclav, Hodonín, Uherské Hradiště), obce unikátní v Česku díky svému charakteru (velké obce rozlohou i počtem obyvatel, avšak stále s výrazným rurálním rázem), které Perlín, Kučerová, Kučera (2010) řadí do vybaveného moravského venkova. To je v kontextu s ostatními typy venkova, jež posledně zmínění autoři definují, známka bezproblémově fungujících rurálních oblastí s městskými rysy. Specifický charakter má také Ostravsko, které se jeví výrazně městské.

Obrázek 3 ukazuje příslušnost obcí Česka do venkovského prostoru použitím Łukasiewiczovy T-normy (varianta 1). Łukasiewiczova T-norma díky svému principu výpočtu řadí více malých obcí, jejichž stupeň příslušnosti v některém ze dvou indikátorů přisuzoval alespoň malou příslušnost k městskému prostoru, přímo do prostoru čistě venkovského. Obce, které měly při aplikaci prostého průměru stupeň příslušnosti k venkovskému prostoru 0,5 a více, spadají nyní do prostoru čistě venkovského, což potvrzuje i tabulka 2. Do čistě venkovského prostoru spadá za použití Łukasiewiczovy T-normy v první variantě přes 1 000 obcí. Zbylé obce (při použití prostého průměru se stupněm příslušnosti k venkovskému prostoru menší než 0,5) jsou modelovány do prostoru přechodného (v okolí větších měst se jedná o suburbia). Z obrázku 3 není již tak patrná suburbanizace kolem velkých měst, nicméně tento způsob je velice vhodný pro zobrazení/zvýraznění obcí, které mají charakter velmi blízký městskému prostoru. Obce venkovského prostoru v tomto případě tvoří více homogenní plochu a v některých okresech jej celý zaplňují (kromě samotného okresního města), např. okres Prachatice, Svitavy, Jeseník a další.

Obdobně lze interpretovat ostatní varianty a pro přehled numerických výsledků zařazení obcí do venkovského (doplňkem lze zjistit rozmezí příslušnosti do prostoru městského) prostoru slouží tabulka 2.



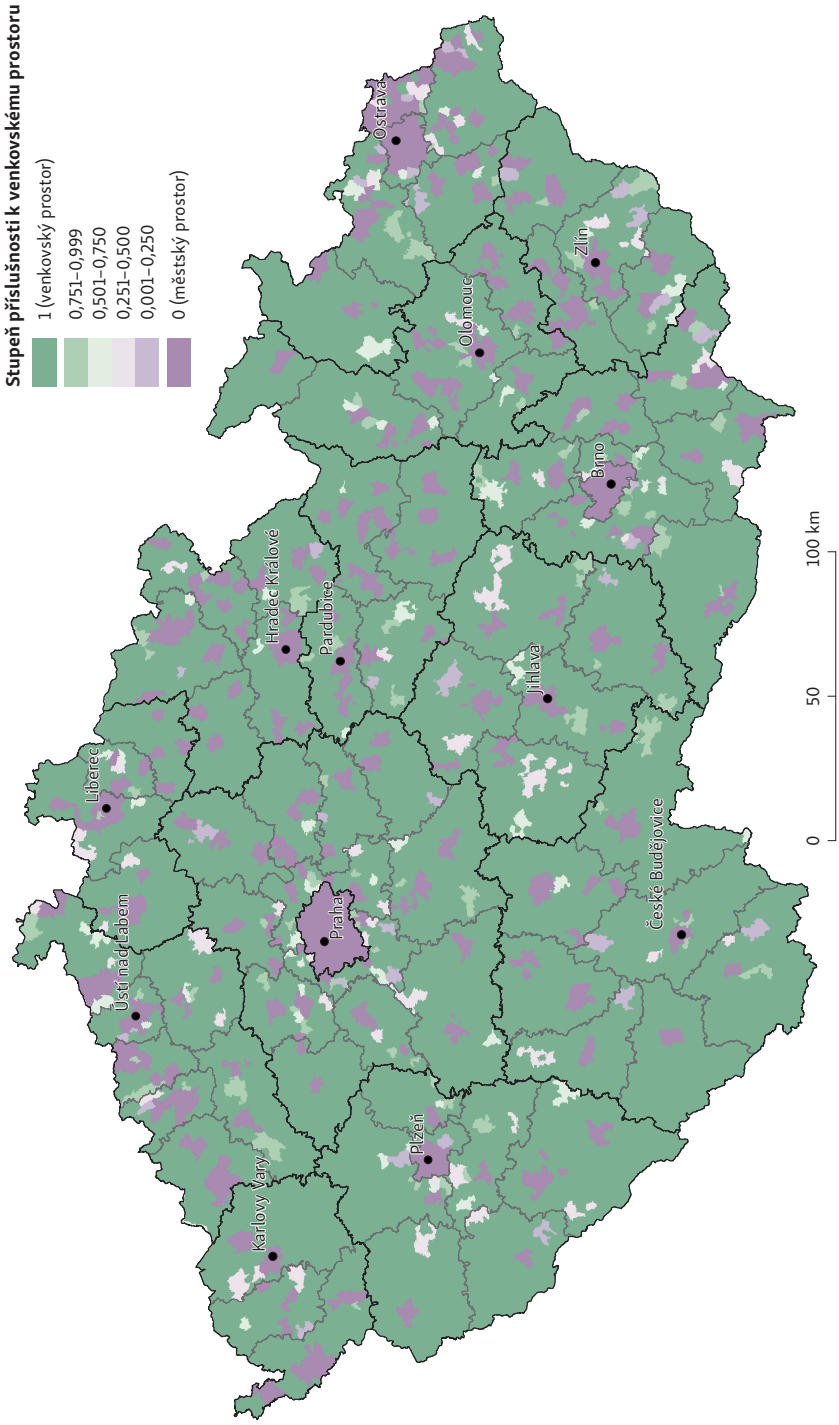
Obr. 2 – Příslušnost obcí Česka k venkovskému prostoru za použití fuzzy přístupu pomocí prostého průměru pro dva indikátory (varianta 1)

Tab. 2 – Počet obcí a jejich příslušnost k venkovskému prostoru při použití různých způsobů výpočtu

Příslušnost obce k venkovu	Počet obcí			
	Prostý průměr (varianta 1)	Prostý průměr (varianta 2)	Łukasiewczova T-norma (varianta 1)	Łukasiewczova T-norma (varianta 2)
0	218	218	218	218
0,001–0,250	90	100	36	40
0,251–0,5	150	189	54	60
0,501–0,750	522	491	62	76
0,751–0,999	651	736	88	113
1	4 622	4 519	5 795	5 746
Celkem	6 253	6 253	6 253	6 253

Podle první varianty ČSÚ (2008) je pracováno pouze s jedním indikátorem, a to počtem obyvatel, kdy kritériem pro označení obce jako venkovské je hranice 2 000 obyvatel. Obce s počtem obyvatel do 2 000 jsou označeny jako venkovské, zbytek jako městské. Pro rok 2013 je těchto obcí 5 571 (asi 27 % populace Česka). Naopak při sledování metodiky OECD (1994) je počet venkovských obcí v roce 2013 celkem 5 374 (asi 30 % populace Česka). V případě nové metodiky Evropské komise (Dijsktra, Poelman 2014) se uvádí, že ve venkovském prostoru žije 37 % populace Česka (počet obcí není uveden). První varianta ČSÚ (2008) ani metodika OECD (1994) nedefinuje přechodný prostor, který by odpovídal stupňům příslušnosti mezi 0 a 1. Metodika Evropské komise (Dijsktra, Poelman 2014) vyčleňuje navíc hustě osídlené oblasti (ekvivalent čistě městských obcí) a středně osídlené (ekvivalent přechodného prostoru). Při srovnání výsledných počtů obcí spadajících do čistě venkovského prostoru (zde stupeň příslušnosti 1) podle fuzzy přístupu je vidět, že při využití prostého průměru dvou fuzzy čísel je počet obcí výrazně nižší (až o několik stovek) a činí 4 622 (v první variantě) a 4 519 (ve druhé variantě), resp. 19 % a 17 % populace Česka. Je zde totiž ponechána jistá volnost (díky fuzzifikaci vstupních indikátorů v kombinaci s prostým průměrem), kdy značný počet obcí spadá již do ne zcela čistě venkovského prostoru se stupněm příslušnosti od 0,751 do 0,999. Oproti tomu Łukasiewiczova T-norma řadí v první variantě do čistě venkovského prostoru 5 795 obcí (33 % populace Česka) a ve druhé variantě 5 746 obcí (32 % populace Česka). Z uvedeného vyplývá, že prostým průměrem dvou fuzzy čísel se přechodný prostor více plní obcemi původně čistě venkovskými a podíl čistě venkovských obcí na celkovém počtu obyvatel Česka klesá. Přísnější Łukasiewiczova T-norma se v tomto jeví jako kompromisní mezi staršími metodikami (ČSÚ 2008, OECD 1994) a novou metodikou Evropské komise (Dijsktra, Poelman, 2014).

Nicméně metodu, která je vhodnější, přesnější či dokonce jediná správná nelze z procentuálního zastoupení venkovského obyvatelstva (obyvatelstva žijícího v obcích s příslušností k venkovu) na celkové populaci odhadovat. Není možné



Obr. 3 – Příslušnost obcí Česka k venkovskému prostoru za použití fuzzy přístupu pomocí Łukasiewiczovy T-normy pro dva indikátory (varianta 1)

jednoznačně tvrdit, že operace s fuzzy čísly je nejlepší. Nechť čtenář posoudí přínos představené metody. Zásadní výhodou fuzzy přístupu (operací s fuzzy čísly) však je to, že umožňuje modelovat přechodný prostor mezi čistě venkovským a čistě městským prostorem, což přináší více flexibility při určování míry příslušnosti obce k jednomu z prostorů.

5. Fuzzy regulace při stanovení příslušnosti obcí k venkovskému a městskému prostoru

V Česku se původně venkovské obce či oblasti stávají více městskými tím, že se v nich ve větší míře vyskytují aspekty městských prostor ve smyslu socioekonomických, demografických i územních prostorových indikátorů. Je proto nutné znovu vyhodnotit jejich status a charakter, a to i třeba jen z čistě pragmatického hlediska kvůli dotační politice země.

Přístupem vymezování venkovského prostoru, resp. určení příslušnosti obcí do tohoto prostoru, podle OECD (1994) a MZE ČR (2007) se řídila finanční podpora obcím (hlavně v dřívějším období), čím významně rostl význam určení, které obce jsou plně venkovské. I z tohoto důvodu se na komplexní určení příslušnosti obcí do venkovského a městského prostoru zaměřil Český statistický úřad (ČSÚ 2008). K tomuto účelu ČSÚ vytvořil multikriteriální bodovací metodiku a v osmi různých variantách určil příslušnost obcí Česka do venkovského a městského prostoru. V první variantě je použit pouze jeden indikátor (počet obyvatel) sledující výše uvedené dokumenty. V dalších variantách jsou přidány a kombinovány další indikátory, např. hustota zalidnění, statut města, statut pověřeného obecního úřadu, vzdálenost od krajského města, počet obyvatel na km² zastavěné plochy. Osmá, nejkomplexnější varianta obsahuje osm indikátorů a již stanovuje přechodný prostor z obcí, které byly v předchozích variantách vyhodnocené jako venkovské (opět pomocí bodování). Z osmé varianty multikriteriální metodiky ČSÚ vycházela následující studie pro určení příslušnosti obcí Česka do daného prostoru pomocí fuzzy regulátoru. Nebylo cílem konfrontovat přístup ČSÚ, ale naopak jej inovovat pomocí fuzzy přístupu. Idea vznikla na základě dlouhodobé spolupráce autorů s pracovníky Oddělení regionálních analýz a informačních služeb ČSÚ v Pardubicích.

Oproti přístupu v předchozí kapitole, kde vstupovaly do výpočtu dva indikátory v různém nastavení, byl nyní aplikován princip fuzzy regulátoru pro podrobnější způsob určení příslušnosti obcí k venkovskému či městskému prostoru. Praktickým cílem fuzzy regulátoru je co nejvěrohodněji nahradit expertní myšlení člověka „rozumným“ minimálním počtem pravidel. Jádrem regulátoru je fuzzy inferenční systém (detailněji v práci Mamdani, Assilian 1975), jehož specifický odvozovací algoritmus (fuzzy inferenční algoritmus) přiřazuje vstupním hodnotám příslušný

výstup. Fuzzy regulace je oproti předchozím operacím s fuzzy množinami mnohem komplexnější, avšak principy fuzzy přístupu zůstávají stejné.

Nejprve byla provedena tzv. fuzzifikace, tedy převod vstupních numerických hodnot z datové sady indikátorů do jazykových termínů fuzzy čísel pomocí lineární funkce příslušnosti dle vztahu [3]. Pro takto vytvořené funkce příslušnosti fuzzy množin se vytváří pravidla a uplatňuje se fuzzy logika, která se snaží nahradit expertní myšlení či zkušenosti s modelovanou problematikou. Pomocí pravidel jsou fuzzifikované vstupní hodnoty převáděny fuzzy inferenčním systémem na výstupní hodnoty. Vyhodnocení báze pravidel (v případě této analýzy se jednalo o 254 pravidel kombinující sedm vstupních indikátorů) provádí fuzzy inferenční algoritmus. Pro účely určení příslušnosti obcí k venkovskému či městskému prostoru byl použit Mamdaniho fuzzy inferenční systém vytvořený v *„open source"* programu Octave. Ve fuzzy inferenčním systému probíhá celý výpočet stupně příslušnosti – od fuzzifikace, přes vyhodnocení báze pravidel, odvození výstupní množiny k defuzzifikaci, převodu zpět na ostré číslo metodou tzv. nejlepšího kompromisu (Modrlák 2002), jež je výstupní hodnotou celého systému (Jassbi a kol. 2007). Podrobněji o celém postupu výpočtu v Pászto a kol. (2012), Burian, Pászto, Tuček a kol. (2013).

Vstupní indikátory byly vybrány na základě již provedených studií ČSÚ (2008, 2009), aby bylo možné výsledky získané pomoci fuzzy regulace porovnat s těmito podrobnými pracemi, zejména s variantou 8 od ČSÚ. Ze všech variant ČSÚ určení příslušnosti obcí je osmá varianta nejkomplexněji pojata a definuje tzv. přechodný prostor mezi čistě venkovským a městským. Tento přechodný prostor byl na ČSÚ vyčleněn z venkovských obcí (z předchozí varianty 7) pomocí přidání dodatečných indikátorů (více v ČSÚ 2008). I z tohoto důvodu nebylo uvažováno zahrnutí dalších indikátorů, které například použili ve svých studiích Perlín, Kučerová, Kučera (2010), Musil a Müller (2008) či Bernard (2012) a z nichž některé s určením venkova bezesporu souvisejí. I z pohledu počtu pravidel by došlo k výraznému nárůstu, což by činilo rozhodování nesrovnatelně složitějším. Navíc, například v práci Musila a Müllera (2008) nebyla u velkého počtu vstupních indikátorů provedena korelační analýza (či jiná statistická šetření), kterou by se odhalily nadbytečné indikátory.

Autoři použili podobně jako Perlín, Kučerová, Kučera (2010) vícerozměrnou statistickou analýzu pro redukci množství vstupních indikátorů. Hlavním postupem redukce množství vstupních indikátorů byla korelační analýza, při které byla vytvořena korelační matice. Korelační koeficienty v ní obsažené popisují sílu lineární asociace mezi dvojicí charakteristik. V případě, že byla mezi dvojicí indikátorů zjištěna korelace vyšší než 0,7, pak byl jeden z dvojice indikátorů odstraněn. V představované studii byly vyřazeny indikátory korelující s počtem obyvatel (trvale obydlené byty, zastavěná plocha apod.) a s počtem obyvatel na zastavěnou plochu (počet obyvatel na km²). Ke zjištění významu jednotlivých

indikátorů v celkovém popisu charakteru obce byla využita analýza hlavních komponent (PCA), která sloužila také jako podpora rozhodování při určování vah indikátorů. Analýza hlavních komponent je jednou z nejčastěji používaných vícerozměrných statistických metod. Jejími hlavními cíli jsou nalezení správného rozměru datového souboru pomocí hlavních komponent a také explorace významu jednotlivých charakteristik (Hebák 2005). V průběhu PCA dochází k vytvoření nových charakteristik tzv. komponent, které nejčastěji vznikají jako lineární kombinace původních vlastností datového souboru určených na základě korelace či kovariance mezi nimi. Výsledné komponenty jsou seřazeny dle celkového příspěvku k popisu variability jevu. Významnost hodnocených původních charakteristik k popisu a interpretaci komponent (a také k celkovému popisu datového souboru) je hodnocena na základě zátěží. Z výsledků PCA v této studii vyplývá, že první hlavní komponenta (nejvýznamnější zátěž nese počet obyvatel) popisuje 57,8 % celkové variability charakteristiky obce a druhá komponenta (nejvýznamnější zátěž nese počet obyvatel na zastavěnou plochu) popisuje 41,4 % variability datového souboru. V součtu tedy dvě hlavní komponenty vysvětlují až 99,2 % celkové variability vstupních dat. Jde však o variabilitu globální, která může být lokálně proměnlivá. Proto byly zvoleny i další indikátory, které umožní zachytit i lokální proměnlivost. Konečná datová sada indikátorů pro předkládanou studii je uvedena v tabulce 3 a zohledňuje vícerozměrnou statistickou analýzu. Data se vztahují k 31. 12. 2010 kromě indikátoru 3 (rok 2006), 4 (1997 až 2010) a 5 (1993 až 2010). Mapové vyjádření indikátorů je znázorněno v publikaci Pászto a kol. (2014). S ohledem na výsledky těchto analýz byly stanoveny i váhy vstupních hodnot (tab. 4).

Nastavení vah indikátorů bylo konzultováno s pracovníky ČSÚ a dalšími experty z oblasti geoinformatiky, geografie a zemědělství. Stejným způsobem byly stanoveny hraniční hodnoty jednotlivých indikátorů (tab. 3), které byly posunuty

Tab. 3 – Indikátory a stanovené expertní hraniční hodnoty

Indikátor	Expertní hraniční hodnoty		Nové hodnoty rozšířené o 10 % rozdílu expertních hodnot	
	Venkov	Město	Venkov	Město
1. Počet obyvatel	1 500	3 500	1 300	3 700
2. Počet obyvatel na zastavěnou plochu	3 500	6 500	3 200	6 800
3. Podíl bytů v rodinných domech na trvale obydlené byty v %	90	70	92	68
4. Počet dokončených bytů na 1 000 obyvatel	10	50	6	54
5. Změna počtu obyvatel v %	−2,3	10	−3,53	11,23
6. Silniční vzdálenost od krajského města (normalizovaná v metrech)	1 000	−5 000	1 600	−5 600
7. Podíl urbanizované plochy na celkové výměře obce bez ostatních ploch v %	1	4	0,7	4,3

o 10 % z rozsahu ohraničujícího intervalu pro věrnější popis reality pomocí fuzzy čísel. Ve výsledku měl tento krok víceméně korekční charakter.

Z finálně vybraných indikátorů je stěžejní počet obyvatel v obci, což je charakteristika, která se vždy promítá do stanovení příslušnosti obcí k venkovskému či městskému prostoru (např. Musil, Müller 2008; Perlín, Kučerová, Kučera 2010; Dijkstra, Poelman 2014; OECD 1994). Ve studiích řešících problematiku venkova (např. Musil, Müller 2008; Perlín 2010; ČSÚ 2008) se do analýzy zahrnuje indikátor hustoty zalidnění. Tento indikátor je však velmi ovlivněn velikostí území obce (často jsou samotná sídla obce pouze marginální částí celého administrativního území obce). Z tohoto důvodu je vhodnější použít indikátor počtu obyvatel na zastavěnou plochu. Ačkoliv i u tohoto indikátoru může být diskutováno, jak moc ovlivní hodnotu indikátoru zastavěná plocha, která je například zemědělským stavením s významnou rozlohou, tak indikátor popisuje koncentraci obyvatelstva v obci věrněji než hustota zalidnění v tradičním pojetí. Vyšší počet obyvatel na zastavěnou plochu indikuje vícepodlažní budovy, jež jsou znakem vyšší urbanizace a charakter obce (i architektonicky) je posunut směrem k městskému prostoru. Předchozí dva ukazatele dostaly největší váhu při výpočtu finálního stupně příslušnosti obce (i vzhledem k vícerozměrné statistické analýze). Ukazatel podílu bytů v rodinných domech na trvale obydlených bytech vypovídá o charakteru bydlení v obci, kdy je předpoklad, že ve venkovských obcích je větší podíl rodinných domů než v obcích městských. I zde vyvstává otázka, zda například satelitní obce v okolí velkých měst postihnuté suburbanizační výstavbou rodinných domů mají stále venkovský charakter. Nastavená váha (tab. 4) tento rozpor v celkovém výpočtu poněkud snižuje. Indikátor počet dokončených bytů na 1 000 obyvatel částečně koresponduje s předchozím s tím, že má za cíl postihnout časový vývoj nárůstu nově postavených bytů, kdy je společně s indikátorem změny počtu obyvatelstva jediným vývojovým indikátorem vstupujícím do analýzy. A právě změna počtu obyvatelstva je zřejmě nejvíce problematickým ukazatelem, protože je dvousečný – ne vždy musí mít obec se snižujícím se počtem obyvatel nutně venkovský charakter (např. u měst se zde může projevit migrace do okolních suburbií). I z tohoto důvodu mu byla přiřazena nejnižší váha. Indikátor vzdálenosti od krajského města má za cíl korigovat míru příslušnosti obce do venkovského a městského prostoru díky tomu, že je to jediný čistě prostorový (polohový) ukazatel. Nutno poznamenat, že se jedná o silniční vzdálenost, ne o Euklidovskou. Tímto ukazatelem se vymezily krajské příměstské zóny (zejména z pohledu administrativních funkcí – krajských úřadů). Je pravda, že tímto přístupem se mírně snižuje příslušnost k městskému prostoru velkým městům ve větší vzdálenosti od krajského města v rámci jednoho kraje (například Opava, Teplice, Mladá Boleslav, Karviná aj.). Nicméně i tomuto indikátoru byla přidělena relativně nízká váha, takže ve finálním výpočtu má tento ukazatel spíše korekční charakter. Na druhou stranu je skutečností, že jím budou v některých případech ovlivněny obce s hodnotami ostatních indikátorů

Tab. 4 – Váhy indikátorů

Indikátor	Váha
1. Počet obyvatel	0,35
2. Počet obyvatel na zastavěnou plochu	0,2
3. Podíl bytů v rodinných domech na trvale obydlené byty v %	0,1
4. Počet dokončených bytů na 1 000 obyvatel	0,1
5. Změna počtu obyvatel	0,05
6. Vzdálenost od krajského města (normalizovaná)	0,1
7. Urbanizovaná plocha / celková výměra	0,1
Suma vah	1,0

na rozhraní mezi městem a venkovem. Současně je potřeba si uvědomit, že aby byl navržený fuzzy přístup univerzálně použitelný, bylo nutné před vlastním modelováním obcí stanovit jednoznačné kritérium. Například v jiných státech může být regionálním centrem, ať už administrativním či velikostním, naprosto odlišný typ města – např. ve srovnání měst Nizozemska (městský prostor je sídlo s více než 20 000 obyvateli) a Švédska (městský prostor je sídlo s více než 200 obyvateli). Proto bylo v případě Česka zvoleno krajské město. Posledním použitým indikátorem v této studii byl poměr urbanizované plochy k celkové výměře obce ke zjištění míry urbanizace obce.

Na základě výše uvedeného byl vypočten stupeň příslušnosti pro každou obec Česka. V tabulce 5 je uvedeno numerické srovnání přístupu určení příslušnosti obcí pomocí fuzzy regulace a osmou variantou od ČSÚ (ČSÚ 2008). Aby bylo možné získat jednotlivé stupně příslušnosti obcí k venkovu podle osmé varianty ČSÚ (tab. 5), byl podle ní zopakován přesný postup výpočtu, ovšem pomocí fuzzy regulace (bez ohledu na analýzu hlavních komponent či dalších selekcí indikátorů, jak je uvedeno výše). Z tabulky 5 vyplývá, kolik čistě venkovských obcí podle takto „fuzzifikované“ osmé varianty ČSÚ bylo určeno pomocí fuzzy inferenčního systému jako obce s částečnou příslušností k venkovskému prostoru. Například do stupně příslušnosti mezi 0,8 až 0,9 spadá 2 076 obcí podle fuzzy inferenčního přístupu a osmá varianta definuje v tomto intervalu pouze 40 obcí do přechodného prostoru. Hned v následujícím rozmezí stupňů příslušnosti k venkovskému prostoru (0,8 až 0,7) je rovněž poměrně málo (78) obcí dle osmé varianty v přechodném prostoru, a to už se rozmezí stupně příslušnosti přibližuje ke středním hodnotám, které jsou chápány jako nejtypičtější přechodná/suburbánní zóna. Na druhou stranu u rozmezí příslušnosti 0,3 až 0,2 k venkovskému prostoru (jde tedy spíše o obce městské), je poměrně hodně obcí podle osmé varianty (celkem 171) považováno za zcela městské. Opět – toto rozmezí se již blíží k středním hodnotám a čistě městských obcí by mělo ubývat. Tyto základní numerické výsledky umožňují v jednotlivých mezích srovnat výsledné zařazení obcí Česka pomocí fuzzy regulace s „fuzzifikovanou“ osmou variantou.

Tab. 5 – Počet obcí Česka ve stanovených kategoriích stupně příslušnosti k venkovskému prostoru podle předkládaného fuzzy přístupu a podle osmé varianty ČSÚ

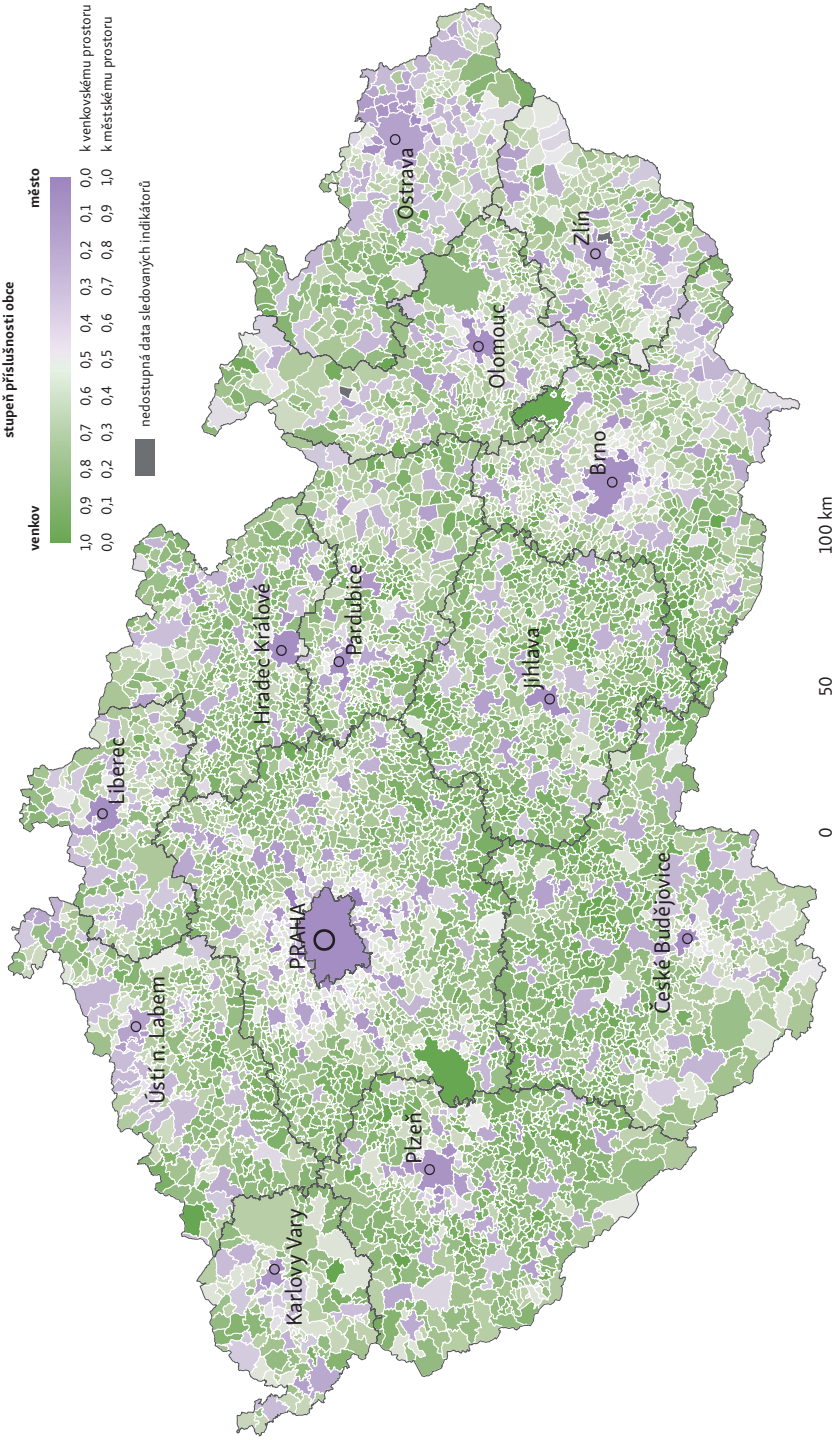
Stupeň příslušnosti k venkovskému prostoru	Počet obcí podle fuzzy přístupu	Počet obcí podle 8. varianty ČSÚ		
		Městský prostor	Přechodný prostor	Venkovský prostor
<1,0; 0,9)	1 070	0	0	1 070
<0,9; 0,8)	2 076	0	40	2 036
<0,8; 0,7)	1 123	0	78	1 045
<0,7; 0,6)	881	2	119	760
<0,6; 0,5)	396	12	126	258
<0,5; 0,4)	199	16	111	72
<0,4; 0,3)	131	58	31	42
<0,3; 0,2)	218	171	30	17
<0,2; 0,1)	126	95	27	4
<0,1; 0,0>	28	27	1	0

V případě srovnání s osmou variantou ČSÚ tak, jak je uvedena v její metodice (ČSÚ 2008), tedy pouze rozdělení obcí Česka do tří typů na venkovský, městský a přechodný prostor, je hodnocení omezenější. Fuzzy regulace v této studii nestanovuje čistě venkovský prostor (se stupněm příslušnosti 1), nicméně lze za tento prostor považovat rozmezí stupně příslušnosti od 1 do 0,8 (celkem 3 147 obcí představujících 9,5 % populace Česka). V osmé variantě ČSÚ dle metodiky ČSÚ (2008), je venkovských obcí 5 218 (25,3 % populace Česka) a do přechodného prostoru jich je zařazeno celkem 516 (4,6 % populace Česka). Aby byl počet obcí podle fuzzy regulace přibližný počtu obcí v osmé variantě ČSÚ dle její metodiky (ČSÚ, 2008), tedy 5 218, bylo by nutné vzít rozmezí stupňů příslušnosti od 1 do 0,6 (počet obcí by činil 5 151 představujících 22,9 % populace Česka). Obce okolo stupně příslušnosti 0,5 (rozmezí 0,6 až 0,4) v celkovém počtu 595 (7,7 % populace) by pak mohly být ekvivalentem přechodných obcí dle osmé varianty metodiky ČSÚ (2008), tedy 516 obcí. Z opačného pohledu příslušnosti obcí k městskému prostoru určuje osmá varianta metodiky ČSÚ (2008) celkem 515 obcí (70,1 % populace Česka). Dle fuzzy regulace a za předpokladu, že městským prostorem je celé rozmezí stupňů příslušnosti k venkovu od 0,4 do 0, by byl počet obcí v městském prostoru celkem 503 (69,4 % populace Česka).

Vizualizace na obrázku 4 odhaluje prostorové rozmístění jednotlivých typů obcí a umožňuje získání uceleného přehledu o prostorovém rozmístění venkovského a městského prostoru v Česku. Při prostorovém srovnání výskytu obcí ve venkovském či městském prostoru s osmou variantou metodiky ČSÚ (2008) má smysl zaměřit se zejména na obce přechodného charakteru osmé varianty, tedy obce se stupněm příslušnosti okolo 0,5 zjištěné fuzzy regulací. V případě osmé varianty ČSÚ jsou obce v přechodném prostoru zejména v okolí krajských měst (snad s výjimkou Zlína), ojediněle u ostatních regionálních center (např. Česká

Lípa, Domažlice či Třinec). V případě fuzzy regulace (obr. 4) jsou mnohem patrnější prstence suburbanizačních obcí kolem významných center (ať už jde o krajská města nebo jiná regionální centra) a je možné vidět jejich jemnější stratifikaci pomocí stupňů příslušnosti. Venkovské obce osmé varianty ČSÚ jsou při použití fuzzy regulace plynule rozřazeny dle své příslušnosti k venkovskému prostoru (až do stupně příslušnosti kolem 0,5), a tak je odstraněna dichotomie, resp. trichotomie při započtení přechodného prostoru ČSÚ, rozdělující obce právě do dvou, resp. třech prostorů. Nicméně nejvíce zřetelný posun obcí patřících do venkova podle osmé varianty ČSÚ do nižších stupňů příslušnosti podle fuzzy regulace je v oblasti Vsetínska, Frýdecko-Místecka, Prostějovska, Boskovicka, Orlickoústecka, Trutnovska, Kolínska či Prachaticka. Při hodnocení městského prostoru je při fuzzy regulaci možné rovněž sledovat nárůst či pokles stupně příslušnosti obcí k městskému prostoru, což přináší další zjemnění ostrého dělení podle osmé varianty ČSÚ. Tímto je možné určit míru „městskosti" všech měst dle Zákona č. 128/2000 Sb., o obcích. Jinými slovy lze vidět rozdíl mezi krajskými, okresními a dalšími významnými městy. I v tomto případě je možné najít výjimky, kdy například Ostrava a Ústí nad Labem mají nižší příslušnost k městskému prostoru než například obce v blízkosti Prahy – Říčany, Brandýs nad Labem-Stará Boleslav či Roztoky. Tento fakt může být dán tím, že v některém ze vstupních indikátorů byla uvedená krajská města výrazně „slabá" ve smyslu jejich příslušnosti k městskému prostoru a naopak všechny indikátory u ostatních „menších" měst byla v ideální vzájemné kombinaci, jež jim přisoudila vysoký stupeň příslušnosti. Tak jako v každé geografické studii, existují výjimečné případy a je nutné vždy přihlédnout k celkovému geografickému kontextu. Je zřejmé, že se v případě Ostravy a Ústí nad Labem jedná o městský prostor, nicméně jejich specifičnost se projevila v indikátoru sledující počet dokončených bytů na 1 000 obyvatel. Nutno dodat, že rozdíly v příslušnosti k městskému prostoru byly relativně nízké (v případě Ostravy a Říčan 0,18 stupně příslušnosti).

S dalšími pracemi v problematice vymezování venkova lze provést srovnání spíše obecně, jelikož tyto studie používají jiné měřítko i typologii při určování venkovských obcí. Například Musil a Müller (2008) se zabývají vnitřními periferiemi ve spojení se sociální exkluzí, u nichž však lze předpokládat ve většině případů venkovský charakter, což potvrzuje i mapové vyjádření jejich výzkumu. Musil a Müller (2008) nabízí pět kategorií, do nichž rozčlenili skupiny obcí (používají zde 1 424 subregionálních jednotek vytvořených vlastním postupem) – metropolitní území, regionální centra, ostatní území, periferní území v metropolitních oblastech a samotné periferní území. Poslední tři jmenované korespondují s příslušností obcí do venkovského prostoru získané pomocí fuzzy regulace. Vnitřní periferie se podle Musila a Müllera (2008) vyskytují zejména na styku krajů (typicky Středočeského de facto se všemi okolními, nebo Jihomoravského s Jihočeským a Olomouckým) a vnější periferie pak v oblasti státních



Obr. 4 – Obce Česka – příslušnost k venkovskému a městskému prostoru k 31. 12. 2010 (upraveno podle Pászto a kol. 2014)

hranic s Rakouskem, Polskem a v oblasti Beskyd i se Slovenskem. V případě fuzzy regulace odpovídají těmto periferiím obce s vysokou příslušností do venkovského prostoru. Metropolitní území představují všechna krajská města s výjimkou Jihlavy a Karlových Varů, která však jako ostatní okresní města spadají do kategorie regionálních center. V případě fuzzy regulace těmto kategoriím odpovídají obce s vysokým stupněm příslušnosti k městskému prostoru a obce v okolí krajských měst se stupněm příslušnosti okolo 0,5.

Bernard (2011) pro své analýzy využil území okresů, v jeho další práci (Bernard 2012) obce nad 3 000 obyvatel (avšak komplexní hodnocení venkovských obcí z pohledu jejich rozdělení nepřináší), Perlín (2010) pak správní obvody obcí s rozšířenou působností a Perlín, Kučerová, Kučera (2010) pro změnu správní obvody obcí s pověřeným obecním úřadem (POÚ). Všichni shodně uvádějí, že řešení problematiky venkova do úrovně obcí není příliš vhodné, ať už vzhledem výraznému kolísání naměřených indikátorů, anebo heterogenitě neumožňující vícerozměrnou statistickou analýzu. Bernard (2011) však dodává, že i přesto je nutné si uvědomit, že právě obec je nositelem samosprávy, jež se přímo dotýká lidí žijících v ní. Perlín (2010) rozděluje obce do tří typů (převážně venkovské, výrazně venkovské obce a městské regiony) podle několika ukazatelů, komplexní vymezení v této práci však nepřináší. Toho je však ke konci práce Perlína, Kučerové, Kučery (2010) docíleno, kdy vytvořili typologii venkovského prostoru podle potenciálu rozvoje. Kromě vyřazených oblastí (vojenské újezdy, Praha a Brno) vytvořili celkem 8 typů venkova na úrovni správních obvodů POÚ, tedy i se zahrnutím velkých měst. Přístup Perlína, Kučerové, Kučery (2010) není možné sice srovnat s výsledky fuzzy přístupu, ale v kombinaci s ním by ke spíše kvantitativnímu určení venkovského prostoru byla přidána kvalitativní informace o typu venkova.

Co se týče vzájemného srovnání fuzzy přístupů (operacemi s fuzzy čísli a fuzzy regulace), tak oproti předchozím mapám (obr. 2 a 3) lze z obrázku 4 detailněji rozpoznat stupeň příslušnosti obcí k venkovskému či městskému prostoru. Zejména při studiu struktury spíše venkovských obcí v prostoru vnitřní periferie (např. oblast na styku kraje Vysočina, Jihočeského a Středočeského kraje) je viditelný nárůst jejich stupně příslušnosti k venkovu směrem k hranicím krajů. Homogenita venkovského prostoru je narušena městy, která obklopují obce se stupněm příslušnosti okolo 0,5. Fuzzy regulace rovněž zmírnila ostrovní výskyt těchto měst a umožnila v mapě zohlednit právě okolní obce se stupněm příslušnosti kolem 0,5 (typicky např. okolí Pelhřimova, Domažlic či Prachatic).

6. Výsledky empirických studií

K nejdůležitějším poznatkům vyplývajícím z obou empirických studií patří potvrzení skutečnosti, že shluky venkovských obcí se nejčastěji vyskytují na hranicích

krajů, resp. na styku více krajů (zejména v případě hranic Středočeského kraje s Jihočeským a krajem Vysočina), a také v blízkosti státních hranic. Dále bylo zjištěno, že Středočeský kraj je ohraničen prstencem venkovských obcí a že kolem hranic Čech s Moravou se vyskytuje v severojižním směru téměř souvislý pás venkovských obcí. Výrazné shluky venkovských obcí jsou v oblasti Jeseníků a východní části Moravskoslezského kraje u hranic se Slovenskem, kdy obecně platí, že venkovské obce jsou často v oblastech s vyšší nadmořskou výškou. Nutno podotknout, že venkovské obce v hornatých oblastech svým stupněm příslušnosti nepřevyšují obce s venkovským charakterem ležící na styku krajů či u státních hranic. Naopak jeden z nejvýznamnějších shluků venkovských obcí v nížinných oblastech lze nalézt na jižní Moravě, konkrétně okolo Znojma.

Překvapivě nižší příslušnost k městskému prostoru mají dvě krajská města – Ostrava a Ústí nad Labem, což je dáno hodnotami vstupních indikátorů (resp. extrémně nízkou hodnotou indikátoru počtu dokončených bytů na 1 000 obyvatel), nicméně jejich nižší příslušnost může vypovídat o heterogenitě těchto měst. Bezpochyby se však jedná o města. Suburbanizační prstence obcí (obce se stupněm příslušnosti okolo 0,5) se vyskytují okolo větších měst, zejména Prahy, Brna, Plzně, Českých Budějovic a Olomouce. Tento fakt je samozřejmě nejtypičtější pro okolí hlavního města Prahy. Prstenec měst, která obklopují Prahu (snad vyjma východní směr), je spojen s metropolí obcemi, které již vykazují charakter městského prostoru, anebo jsou na pomezí mezi venkovským a městským prostorem (s vyrovnaným stupněm příslušnosti k jednomu či druhému). Vyskytuje se zde velký počet obcí, jež nemají statut města a přitom vykazují znaky městského prostoru. To je nejmarkantnější v prostoru jižně od Prahy mezi obcemi Říčany a Jílové u Prahy. Říčany jsou podle předkládaného fuzzy přístupu jedním z nejtypičtějších měst v Česku. U Prahy lze také nejlépe ukázat vznik satelitních obcí, kdy například obec Nupaky (jihovýchodně od Prahy) zaznamenala za sledované období až 10 násobný nárůst počtu obyvatel, což dokládá i místní typ zástavby. Specifické je postavení Ostravy a okolních obcí, které mají vyšší stupeň příslušnosti k městskému prostoru (a tvoří tak víceméně souvislou plochu městského prostoru). Specifická je i oblast na jihovýchodní Moravě, kde se nachází pás velkých obcí (jak rozlohou, tak i počtem obyvatel) vyplňující prostor od Uherského Hradiště až po Břeclav, které však v souhrnu vykazují charakteristiky spíše městského prostoru (typicky Dolní Němčí či Ratíškovice).

Celkově přibližně 78 % měst Česka (městy myšleny obce dle Zákona č. 128/2000 Sb., o obcích, tj. obce nad 3 000 obyvatel) „obhájilo“ svůj statut a jejich stupeň příslušnosti k městskému prostoru kolísá od 0,7 do 1. Zbylých 22 % měst dle výše uvedeného zákona mají stupeň příslušnosti k městskému prostoru od 0,5 do 0,7, respektive od 0,45 při zahrnutí „posledních“ tří obcí (Teplá v okrese Cheb, Toužim v okrese Karlovy Vary a Protivín v okrese Písek). Naopak deseti nejtypičtějšími městy podle fuzzy regulace jsou Brandýs nad Labem-Stará Boleslav,

Říčany (okres Praha-východ), Čelákovice, Odolena Voda, Hostivice, Roztoky (okres Praha-západ), Šlapanice (okres Brno-venkov), Jílové u Prahy, Vejprnice a Praha. Jejich stupně příslušnosti k městskému prostoru se pohybují 0,95 do 1 (Pászto, Brychtová, Sedoník 2012).

7. Diskuze a závěr

Problematika vymezení venkova a města (případně prostoru mezi nimi) je velmi složitým geografickým tématem a je stále intenzivně řešena, a to ať už z důvodu kulturně-historických kvůli obnově venkova a jeho tradic nebo ryze pragmatických za účelem získání dotace na rozvoj obcí. Vzniklo již mnoho prací, které se snaží charakterizovat venkovský, městský i mezilehlý prostor, a to z různých hledisek za použití kvantitativních a kvalitativních dat. Většina z nich ovšem dospěla k závěru, že oddělit tyto prostory není triviálním úkolem. Je však zřejmé, že určení příslušnosti obcí do venkovského či městského prostoru pomocí ostrých hranic je nedostatečné, jelikož v mnoha případech, i díky suburbanizaci, již venkovské obce vykazují znaky života ve městech (a naopak).

V předložené studii byla použita statistická data z ČSÚ a fuzzy přístup pro reálnější určení příslušnosti obcí k uváděným typům, resp. k určení jejich míry příslušnosti k venkovskému či městskému prostoru. Každá obec Česka byla modelována tak, aby v intervalu od 0 do 1 vykázala svou pozici mezi čistě venkovským (hodnota 1) a čistě městským (hodnota 0) typem. Předložený přístup založený na fuzzy množinách a operacích s nimi dokáže zjemnit či vyhladit ostré přechody mezi dvěma typy tak, aby byla do konceptu určování venkovského a městského prostoru zahrnuta mírná vágnost, která je v této úloze neopomenutelnou součástí, a celý proces se stal flexibilnějším a více odpovídajícím demografickým trendům.

V první empirické studii (kapitola 4) autoři prezentují nový přístup řešení příslušnosti obcí Česka k venkovskému a městskému prostoru použitím dvou způsobů operací s fuzzy čísly. Nejjednodušší přístup založený na dvou indikátorech (počet obyvatel obce a hustota zalidnění obce) je protiváhou klasickému „ostrému“ přístupu Národnímu strategickému plánu rozvoje venkova, OECD a dalších. Pomocí operací s fuzzy čísly byla vypočtena příslušnost obcí Česka k venkovskému či městskému prostoru. Obecně je možné konstatovat, že jednotlivými metodami jsou nejvíce ovlivněny výsledky hlavně malých (venkovských) obcí. To je způsobeno zejména variantou nastavení spodní hraniční hodnoty a použitým způsobem výpočtu. Při použití prostého průměru dvou fuzzy čísel zůstává více obcí mimo stupeň příslušnosti 1 k venkovskému prostoru, tzn. mají alespoň nějaký stupeň příslušnosti k prostoru městskému (viz tab. 2). Łukasiewiczova T-norma však modelovaný prostor svým „přísnějším“ výpočtem poněkud zmenšuje. Přínos fuzzy přístupu je v relativní jednoduchosti (pomocí operací s fuzzy čísly, resp. použitím

Łukasiewiczovy T-normy), které reálněji modelují příslušnost obcí k venkovskému či městskému prostoru oproti tradičnímu dvouhodnotovému zařazování. Toto tradiční vymezení pomocí bodovací metody ČSÚ (2008) nebo MZE ČR (2007) je sice jednoznačné ve smyslu jednoduché příslušnosti „patří/nepatří", avšak neumožňuje vyhladit ostrou hranici mezi venkovem a městem, která je v reálném světě zřetelná.

Ve druhé empirické studii (kapitola 5) autoři představují komplexní přístup využívající principů fuzzy regulace a do studie zahrnuli další indikátory. Autoři navázali na předešlý výzkum ČSÚ (2008), který posloužil jako referenční pro ověření a srovnání výsledků fuzzy regulace. Před vlastní aplikací fuzzy regulace byla provedena vícerozměrná statistická analýza pro stanovení vstupních indikátorů a jejich vah, které byly současně konzultovány s odborníky v oboru (s geografy, geoinformatiky i pracovníky státní a veřejné správy). Výsledné hodnoty stupně příslušností obcí k venkovskému či městskému prostoru byly znázorněny kartogramem s funkční stupnicí pro zajištění plynulého znázornění přechodného prostoru. V tomto případě je de facto přechodným prostorem každá obec, která nemá plnou příslušnost k venkovskému nebo městskému prostoru. Nutno však poznamenat, že obce s vysokým stupněm příslušnosti k městskému prostoru (okolo 0,7 a více) představují většinu „opravdových" měst. Jejich snížená příslušnost k městskému prostoru je dána neobvykle nízkou/vysokou hodnotou některého (nebo několika málo) indikátoru, na což fuzzy regulace reaguje snížením stupně příslušnosti. Obdobně lze interpretovat obce s vysokou příslušností k venkovskému prostoru (jedná se o typické vesnice, avšak některý z klíčových indikátorů vykazoval neočekávaně odlišné hodnoty). Obce nacházející se přesně na přechodu mezi oběma póly venkov/město se pohybují okolo stupně příslušnosti 0,5. Pokud jsou obce navíc v zázemí větších měst, lze je považovat za suburbánní. Nutno poznamenat, že u obou studií se venkovskými/městskými obcemi rozumí obce s vysokým stupněm příslušnosti k danému prostoru, a naopak.

Při srovnání obou představených fuzzy přístupů, operací s fuzzy čísly (kapitola 4) a fuzzy regulace (kapitola 5), je nejdůležitějším vzájemným rozdílem způsob dosažení výsledného stupně příslušnosti. Přístup operace s fuzzy čísly (kapitola 4) v případě tohoto článku pracuje zejména se způsobem, jakým zkombinovat dvě fuzzy čísla (dva fuzzifikované vstupní indikátory). Jejich prostý průměr slouží hlavně pro vytvoření prvotní představy o příslušnosti obcí k jednomu z prostorů. Naopak Łukasiewiczova T-norma již vyžaduje hlubší znalosti o dané metodě i náročnější výpočet. Existuje i více způsobů, jak kombinovat dvě fuzzy čísla (z nejzákladnějších lze jmenovat např. minimální T-normu či drastickou T-normu). Oproti tomu fuzzy regulace (kapitola 5) představuje mnohem komplexnější přístup, kdy je zahrnuto do výpočtu více indikátorů a prostřednictvím fuzzy inferenčního systému (v tomto případě Mamdamiho) je aplikován celý proces výpočtu – od fuzzifikace vstupních hodnot, vyhodnocení báze pravidel až po defuzzifikaci – který

vyžaduje pokročilé znalosti uživatele a vhodné stanovení vstupních parametrů. Postup k získání výsledků tímto přístupem není tak přímočarý jako u operací s fuzzy čísly. Z uvedeného vyplývá, že pro snadnější (a rychlejší) modelování přechodného prostoru je vhodné použít operaci s fuzzy čísly. Pro pokročilejší a komplexní hodnocení zkoumaného jevu slouží fuzzy inferenční systém, resp. fuzzy regulace.

Zásadní výhoda fuzzy přístupu, ať už se jedná o operace s fuzzy čísly nebo o fuzzy regulaci, je to, že umožňuje modelovat každou obec na stupnici od 0 do 1 stanovením jejího stupně příslušnosti. S konkrétními stupni příslušnosti lze provádět klasifikaci/zjednodušení do skupin jako tomu bylo v případě empirických studií (tab. 2 a 5, obr. 2 a 3, u obr. 4 byla ponechána plynulá stupnice v celém rozsahu). Tímto je dosaženo vyhlazení či zjemnění přechodu mezi čistě venkovským a městským prostorem. Oba póly samozřejmě nejsou odstraněny (v extrémních případech 0 a 1 jsou zachovány), ale fuzzy přístup ono striktní dichotomické dělení umožňuje plynule „napojit" vzájemně na sebe a určit s jakou mírou příslušnosti obec spadá do obou z nich.

Charakter obcí, respektive jejich stupeň příslušnosti k městskému či venkovskému prostoru, je regionálně podmíněný – vždy je důležitý místní kontext, který měl vliv na rozvoj obce. I přesto lze však identifikovat několik geografických zákonitostí/důvodů zařazení obcí do příslušného prostoru, a to zejména v případě obcí spadajících spíše do venkovského prostoru. Zřejmě nejzásadnějším faktorem pro zařazení obcí do venkovského prostoru je jejich vzdálenost od regionálního centra, což se projevuje na hodnotách všech vstupních indikátorů a týká se zejména obcí na styku několika krajů. Tyto obce tvoří tzv. vnitřní periferie. Jak již bylo v předchozím textu zmíněno, vnitřní periferie vymezené fuzzy přístupem dobře korespondují s výsledky Musila a Müllera (2008). Fuzzy přístup oproti jejich práci nevyžaduje pro dosažení obdobných výsledků velký počet vstupních indikátorů. Na druhou stranu výpočetní postup fuzzy přístupu není v české geografii příliš běžný a jeho osvojení může být náročnější než použití Booleanovské logiky.

Obce výrazně venkovské se nacházejí v blízkosti státních hranic (snad s výjimkou okolí měst severozápadních Čech, Ostravska a jihovýchodní Moravy – Břeclavsko a Hodonínsko). V tomto případě se jedná o tzv. vnější periferie. Typologicky se podle Perlína, Kučerové, Kučery (2010) víceméně jedná o problémový nerozvojový venkov. Významný vliv na venkovskost obcí mají i fyzicko-geografické podmínky, zejména jejich umístění v hornaté oblasti nebo v místě s mnoha přírodními limity.

Zařazení obcí, jež vykazují poměrně vysoký stupeň příslušnosti k městskému prostoru (obce se stupněm příslušnosti okolo 0,5 a výše), avšak statut města nemají, je dáno blízkostí velkého města a vlivem suburbanizace. Z výše uvedených analýz je zřejmé, že krajská i některá regionální centra významně modifikují charakter svých okolních obcí. Podobné závěry zmiňuje v souvislosti transformace městského prostoru (a nepřímo i venkovského) Sýkora a Ouředníček (2007),

kteří zmiňují, že suburbanizace mění i samotnou morfologii měst. Obce, které mají stupeň příslušnosti okolo 0,5 nelze považovat, že jsou na „půli cesty" a dále porostou či poklesnou ve smyslu stupně příslušnosti. Jejich příslušnost vychází z hodnot indikátorů, z nichž většina jsou okamžité charakteristiky.

Autoři si uvědomují, že předložený přístup není jediným možným způsobem určení příslušnosti obcí Česka venkovského nebo městského prostoru. Pro zpřesnění výpočtu stupně příslušnosti obcí by bylo možné použít více indikátorů, nicméně z dosavadních zkušeností i dosud publikovaných prací (např. Musil, Müller 2008; Perlín, Kučerová, Kučera 2010; Dijkstra, Poelman 2014; OECD 1994) vyplývá, že zcela zásadním indikátorem zůstává počet obyvatel žijící v obci. Rovněž by bylo jistě přínosné prozkoumat míru uspořádanosti jednotlivých kategorií pomocí studia entropie (Tuček, Pászto, Voženílek 2009).

Literatura

ARNOT, CH., FISHER, P. (2007): Mapping the Ecotone with Fuzzy Sets. In: Morris, A., Kokhan, S. (eds.): Geographic Uncertainty in Environmental Security, 19–32.

BERNARD, J. (2011): Endogenní rozvojové potenciály malých venkovských obcí – obtížné hledání a měření jejich vlivu, Sociologický časopis, 47, 4, 745–775.

BERNARD, J. (2012): Prostorové vzorce rozvinutosti venkovských obcí Česka. Geografie, 117, 1, 72–94.

BĚLOHLÁVEK, R. (2002): Fuzzy Relational Systems: Foundations and Principles, Kluwer Academic/Plenum Publishers, NY.

BINEK, J. a kol. (2007): Venkovský prostor a jeho oživení. Brno: Georgetown.

BRUS, J. (2013): Vizualizace nejistoty v environmentálních studiích. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta, Olomouc.

BURIAN, J., PÁSZTO, V., TUČEK, P., a kol. (2013): Geoinformatika při analýzách rurálního a urbánního prostoru. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

CLOKE, P., EDWARDS, G. (1986): Rurality in England and Wales 1981: A replication of the 1971 index. Regional Studies, 20, 289–306.

CLOUT, H. D. (1976): Rural geography: an introductory survey, Pergamon Press.

ČSU (2008): Varianty vymezení VENKOVA a jejich zobrazení ve statistických ukazatelích v letech 2000 až 2006. Český statistický úřad, Praha.

ČSU (2009): Postavení venkova v Pardubickém kraji. Pardubice.

DEFRA (2011): Introduction to the Rural-Urban Definition, https://www.gov.uk/government/publications/the-rural-urban-definition.

DIJKSTRA, L., POELMAN, H. (2014): A harmonised definition of cities and rural areas: the new degree of urbanisation, Regional Working Paper, Directorate-General for Regional and Urban Policy.

DU PLESSIS, V., BESHIRI, R., BOLLMAN, R. D., CLEMENSON, H. (2002): Definitions of "Rural", Agriculture and Rural Working Paper Series, Working Paper 61, Statistics Canada, http://purl.umn.edu/28031.

EVROPSKÁ KOMISE (2010): Eurostat regional yearbook 2010, Luxembourg: Publications Office of the European Union.

FREY, W. H., ZIMMER, Z. (2001): Defining the city. In Paddison, R. (ed.): Handbook of urban studies, Sage Publishing, London.

GREGORY, D. a kol. (2009): The dictionary of human geography. 5th edition, John Wiley & Sons.

HALFACREE, K. H. (2009): Urban–Rural Continuum. In International Encyclopedia of Human Geography, edited by Rob Kitchin and Nigel Thrift, Elsevier, Oxford, 119–124.

HEBÁK, P. a kol. (2005): Vícerozměrné statistické metody 3. Informatorium, Praha.

CHAMPION, T. (2001): Urbanization, suburbanization, counterurbanization and reurbanization. In: Paddison, R. (ed.): Handbook of urban studies, Sage Publishing, London, 143–160.

CHROMÝ, P., JANČÁK, V., MARADA, M., HAVLÍČEK, T. (2011): Venkov – žitý prostor: regionální diferenciace percepce venkova představiteli venkovských obcí v Česku. Geografie, 116, 1, 23–45.

JANČÁK, V., HAVLÍČEK, T., CHROMÝ, P., MARADA, M. (2008): Regional differentiation of selected conditions for the development of human and social capital in Czechia. Geografie, 113, 3, 269–284.

JASSBI, J. a kol. (2007): Transformation of a Mamdani FIS to First Order Sugeno FIS, http://www2.uninova.pt/ca3/en/docs/07C-FUZZIEEE.pdf.

KLIR, G. J., YUAN, B. (1996): Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice Hall, New Jersey.

KUBÍČEK, P. (2012): Vybrané aspekty vizualizace nejistoty geografických dat. Habilitační práce, Masarykova univerzita, Brno.

MACE, A. (2009): Suburbanization. In: Kitchin, R., Thrift, N. (eds.): International Encyclopedia of Human Geography, Elsevier, Oxford, 77–81.

MACEACHREN, A. M., ROBINSON, A., HOPPER, S., GARDNER, S., MURRAY, R., GAHEGAN, M. (2005): Visualizing Geospatial Information Uncertainty: What we know and what we need to know. Cartographic and Geographic Information Science, 32, 3, 139–160.

MAMDANI, E. H., ASSILIAN, S. (1975): An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. Int. J. Man-Mach. Stud., 7, 1–13.

MAYER, H. M. (1971): Definitions of "City". In: Bourne, L. S. (ed.): Internal structure of the city: readings on space and environment. Oxford University Press, Toronto, 28–31.

MODRLÁK, O. (2002): Teorie automatického řízení II: Fuzzy řízení a regulace. Technická univerzita v Liberci, Liberec, http://www.kirp.chtf.stuba.sk/~bakosova/wwwRTP/tar2fuz.pdf.

MUSIL, J., MÜLLER, J. (2008): Vnitřní periferie v České republice jako mechanismus sociální exkluze. Sociologicky časopis, 44, 2, 321–348.

MZE ČR (2007): Program rozvoje venkova České republiky na období 2007–2013. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha.

NOVÁK, J., SÝKORA, L. (2007): A City in Motion: Time-Space Activity and Mobility Paterns of Suburban Inhabitants and Structuration of Spatial Organisation in Prague Metropolitan Area. Geografiska Annaler B: Human Geography, 89B, 2, 147–168.

NOVÁK, V. (1989): Fuzzy Sets and Their Applications. Adam Hilger, Bristol.

OECD (1994): Creating rural indicators for shaping territorial policy. OECD, Paris.

OECD (2006): The New Rural Paradigm: Policies and Governance, OECD, Paris.

OUŘEDNÍČEK, M., ŠPAČKOVÁ, P., NOVÁK, J. (2012): Metodika sledování rozsahu rezidenční suburbanizace v České republice. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha.

PÁSZTO, V., BRYCHTOVÁ, A., MAREK, L., BURIAN, J., TUČEK, P. (2014): Using a fuzzy inference system to delimit rural and urban municipalities in the Czech Republic in 2010, Journal of Maps, 11, 2, 231–239.

PÁSZTO, V., BRYCHTOVÁ, A., SEDONÍK, J. a kol. (2012): Obce České republiky – příslušnost k venkovskému a městskému prostoru k 31. 12. 2010. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

PERLÍN, R. (2010): Theoretical approaches of methods to delimitace rural and urban areas. European Countryside, 4, 182–200.
PERLÍN, R., KUČEROVÁ, S., KUČERA, Z. (2010): Typologie venkovského prostoru Česka. Geografie, 115, 2, 161–187.
SÝKORA, L., MULÍČEK, O. (2012): Urbanizace a suburbanizace v Česku na počátku 21. století. Urbanismus a územní rozvoj, Brno: Ústav územního rozvoje, 15, 5, 27–38.
SÝKORA, L., OUŘEDNÍČEK, M. (2007): Sprawling postcommunist metropolis: commercial and residential suburbanisation in Prague and Brno, the Czech Republic. In: Dijst, M., Razin, E., Vazquez, C. (eds.): Employment Deconcentration in European Metropolitan Areas: Market Forces versus Planning Regulations. Springer, Dordrecht, 209–234.
SÝKORA, L. (1993): Teoretické přístupy ke studiu města. In: Sýkora, L. (ed.): Teoretické přístupy a vybrané problémy v současné geografii. Univerzita Karlova, Praha, 64–99.
TUČEK, P., PÁSZTO, V., VOŽENÍLEK, V. (2009): Použití entropie při studiu rozdílných geografických jevů. Geografie, 114, 2, 117–129.
URBÁNKOVÁ, J., OUŘEDNÍČEK, M. (2006): Vliv suburbanizace na dopravu v Pražském městském regionu. In: Ouředníček, M. (ed.): Sociální geografie Pražského městského regionu. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje. Praha, 79–95.
U. S. CENSUS BUREAU (2010): Urban and Rural Classification, https://www.census.gov/geo/reference/urban-rural.html.
VERSTAETE, J. a kol. (2007): Fuzzy regions: Theory and Applications. In: Morris, A., Kokhan, S. (eds.): Geographic Uncertainty in Environmental Security, 1–17.
VOŽENÍLEK, V. (2009): Artificial intelligence and GIS: mutual meeting and passing. 2009 International Conference On Intelligent Networking And Collaborative Systems (INCOS 2009), 279–284.
WOODS, M. (2005): Rural Geography: Processes, Responses and Experiences in Rural Restructuring, Sage Publishing, London.
ZADEH, L. A. (1965): Fuzzy sets. Information and Control, 8, 338–353.

SUMMARY

Membership of Czech municipalities to rural and urban areas: a fuzzy-based approach

Due to the ongoing changes in settlement, it is becoming increasingly difficult to properly define rural and urban areas in Czechia. This delimitation problem has been intensively studied in Europe, including Czechia, for decades, but only the "crisp" rules have been set for this purpose. This is no longer sufficient because of major population movements. Our research focused on applying the fuzzy set theory for the delimitation of rural and urban areas and on a subsequent visualization and statistical comparison. We applied the principles of fuzzy approach (fuzzy numbers operations, fuzzy regulation) on socio-economic data to show the transitional character of municipalities.

The fuzzy approach serves as a robust tool in rural or urban area delimitation modelling in GIS. It provides an effective technique to model reality using vagueness and uncertainty instead of the strict Boolean logic. Since their official introduction by Zadeh in 1965, fuzzy sets and fuzzy logic have been used in many fields of science including geoinformatics.

Fuzzy sets and operations allow to (1) combine more socioeconomic indicators for a complex delimitation; (2) define transitional municipalities in order to refine their delimitation; and (3) respect the dynamics of suburbanization. This paper presents a usage of fuzzy logic principles for a proper delimitation of rural and urban areas that much more respects aspects of suburbanization and helps the subsequent policy of funds to be more applicable. We hope that the presented fuzzy approach will provide a new decision-making tool for the redistribution of money towards rural or urban area municipalities. A very simple and not quite realistic situation arising from the current method of municipality type delimitation should be replaced by a more comprehensive approach. Fuzzy set and logic constitute such an approach.

The transitional character of municipalities in Czechia in terms of their rural or urban membership is captured by fuzzy approach and depicted in map visualizations. In general, rural areas are located mainly on internal boundaries of districts, i.e. in Czechia's central part, and on national borders (especially in southern parts of Czechia). Most of the municipalities of the rural type located in peripheral parts of districts have at least two aspects in common: the nearest large town is relatively distant and the municipality is situated in a mountainous area. Municipalities with a high degree of urban membership (excluding the towns themselves) are located in the vicinity of large towns (most typically around Prague, Brno, Plzeň, Liberec and Olomouc). As these areas are typical of the suburbanization process, the degree of membership of surrounding municipalities is quite high. These areas acquired a more urban form in the past decade. In addition, there is a high urban area membership in Czechia's southeastern part, although they lack a major urban center that would cause suburbanization. This part of Czechia is specific by the occurrence of relatively large municipalities that are closely connected to one another, forming a middle-sized town cluster.

The delimitation of rural and urban areas using fuzzy sets and logic has been intensively studied by authors at the Department of Geoinformatics (Faculty of Science, Palacký University Olomouc) in cooperation with the Czech Statistical Office (CZSO).

Fig. 1 The principle of setting threshold values (a = 2,000 inhab., b = 5,000 inhab.) for total population indicator and a chart of the membership function. Axis x – degree of being classified as urban/rural, axis y – population number; map legend: part of urban space, part of rural space.

Fig. 2 Membership of Czechia's municipalities to rural space, using simple average for two indicators (variant 1).

Fig. 3 Membership of Czechia's municipalities to rural space, using Łukasiewicz T-norm for two indicators (variant 1).

Fig. 4 Municipalities of Czechia – fuzzy membership in rural or urban space on December 31, 2010 (modified according to Pászto et al. 2014).

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu CZ.1.07/2.3.00/20.0170 „Budování výzkumně-vzdělávacího týmu v oblasti modelování přírodních jevů a využití geoinformačních systémů, s vazbou na zapojení do mezinárodních sítí a programů“, a v rámci grantu 14-26831S Grantové agentury České republiky.
Autoři rovněž děkují Alžbětě Brychtové a Jiřímu Sedoníkovi za pomoc s dílčími částmi analýzy.