

## Modelling of spatial analyses processes for detecting weak points in the light of barrier-free environment

*Modelování procesů prostorových analýz pro detekci problémových míst z hlediska bezbariérovosti*

Pavel SEDLÁK, Jitka KOMÁRKOVÁ, Martin JEDLIČKA, Radek HLÁSNÝ, Ivana ČERNOVSKÁ

Univerzita Pardubice, pavel.sedlak@upce.cz

### Abstract

This article addresses modelling of spatial analyses processes in order to detect weak points in the light of barrier-free environment and gives out examples of process diagrams on concrete examples (IDEF0, EPC, flow chart diagram, use case diagram, etc.) which could lead to better understanding of the problem before the analysis itself.

**Keywords:** process modelling, spatial analyses, barriers

**Klíčová slova:** modelování procesů, prostorové analýzy, bariéry

### 1. Úvod

Velice často přicházíme do styku s bariérami v městském prostředí. Pro určitou skupinu lidí však tyto bariéry představují nepřekonatelnou překážku při vykonávání každodenních povinností. Bezbariérovost okolního prostředí může sloužit jako jeden z ukazatelů vyspělosti infrastruktury města. Jsou vyvíjeny speciální prostředky a speciální klienti pro usnadnění pohybu fyzicky postižených osob (Stiller, Ross, Stein, Rost 2006; Völkel, Weber 2007). Velká pozornost je také věnována lidem s omezeným viděním (Gaunet 2006; Bogdanov, Tiponut, Mirsu 2009). Řešená studie se zabývá detekcí bariér na cyklostezkách, které jsou v řadě případů podobné bariérám pro pohybově postižené. Při řešení prostorových problémů je velice často opomíjena přípravná fáze projektu. A právě modelování prostorových analýz zahrnuje i ty činnosti, jež je nutné udělat před vlastní analýzou ve fázi přípravy, která je neméně důležitá, protože se v ní rozhoduje o datech, analýzách, softwarových prostředcích, způsobech vizualizace apod. Text na příkladech ukazuje možné využití procesních diagramů, které mohou přispět k lepšímu proniknutí do problému před vlastní prostorovou analýzou.

### 2. Procesní modelování

#### 2.1 Proces

V současnosti existuje řada definic pojmu proces (viz např. Weske 2007; Řepa 2007; Mili, Leshob, Lefebvre, Lévesque, El-Boussaidi 2009; Kirchmer 2008), které se od sebe liší úhlem pohledu nebo dobou vzniku. Na základě jednotlivých definic lze konstatovat, že proces je uspořádaná množina kroků nebo aktivit vykonávaná na určitém místě a v určitém čase, která má jeden nebo více vstupů a z těchto vstupů vytváří měřitelné výstupy.

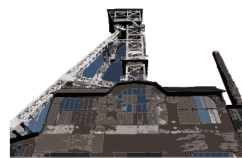
Výstupy z procesu (obvykle produkt nebo služba) mají za úkol uspokojit požadavky externího nebo interního zákazníka procesu. Procesy mají být v souladu se strategickými cíli organizace.

Proces se vždy skládá z aktivit, které na sebe vzájemně navazují. Proces se může zároveň skládat z jednotlivých funkcí – tzv. sub-procesů. Jednotlivé procesy jsou spuštěny na základě určitých podnětů (důvodů). Podnětem k zahájení procesu může být vnější nebo vnitřní skutečnost. (Weske 2007; Řepa 2007)

Každý proces má určité charakteristické prvky, které se dají vystihnout těmito základními vlastnostmi (Weske 2007; Řepa 2007; Mili, Leshob, Lefebvre, Lévesque, El-Boussaidi 2009; Kirchmer 2008; Dumas, Van der Aalst, Hofstede 2005):

- proces je tvořen uspořádanou množinou aktivit,
- je nutné volit cestu mezi aktivitami,
- aktivity jsou prováděny aktéry realizujícími určité pracovní role,
- aktéři pracují v rámci určitých organizačních jednotek,
- proces má jasně stanovený začátek a konec,
- začátek procesu je vyvolán externí, případně interní událostí,
- proces transformuje vstupy na výstupy,
- výstup procesu představuje hodnotu pro interního nebo externího zákazníka,
- na základě výstupu lze měřit výkonnost procesu,
- jsou využívány zdroje, např. informace, technologie, nástroje,
- výstup procesu není jedinečný,
- výstup procesu je opakovatelný.

Existuje mnoho typů procesů, záleží na tom, z jakého hlediska je na ně nahlíženo. Mohou být děleny podle



časové prosperity, a to na procesy zajišťující krátkodobou prosperitu (např. výroba, prodej produktu) a dlouhodobou prosperitu (výzkum a vývoj). Dále lze rozlišovat procesy technologické (např. výroba) a informační (průzkum trhu). Procesy lze také dělit podle jejich vztahu k úrovni řízení. V praxi se často používá dělení na procesy (American Society for Quality): hlavní, řídicí a podpůrné.

## 2.2 Procesní modely a modelování

Model je formalizovaný systém, který slouží k zobrazení studovaného procesu. Umožňuje zobrazit a optimalizovat strukturu procesů a odstranit zbytečné procesy. Pouhé grafické znázornění modelu obvykle nestačí, součástí bývá i slovní popis, který upřesní účel tvorby a popíše model jako celek (Havey 2005; Harmon 2007). Modelování je prostředkem k zobrazení reálného světa a určitou formou poznání v něm fungujících zákonitostí. Procesní modelování zaznamenává všechny charakteristické vlastnosti procesu, nejčastěji formou diagramu (Harmon 2007). Lze vymezit několik přístupů k modelování procesů, které se doplňují a jsou vzájemně propojeny, například (Weske 2007; Kirchmer 2008): přístup specifikací chování, strukturální přístup a funkční přístup.

V současnosti existuje řada procesních modelů (business process models – BPM), např. EPC, BPMN, vybrané diagramy UML, vývojový diagram atd. Celý BPM je obvykle tvořen množinou diagramů (Řepa 2007; Khlif, Zaaboub, Ben-Abdallah 2010; Černovská 2010; Davis 2008). Vzhledem k neustále vzrůstajícímu významu modelování procesů se objevila potřeba měřit kvalitu jednotlivých modelů. Byly proto navrženy metriky pro měření vycházející z objektově orientovaného přístupu (Khlif, Zaaboub, Ben-Abdallah 2010).

## 3. Metody a jazyky pro modelování procesů

V praxi existuje velké množství standardů, metod, nástrojů a na různé úrovni formalizovaných jazyků, které jsou vhodné pro modelování procesů. Jednotlivé prostředky se liší především svým rozsahem a účelem. Řada z nich je ovlivněna informačními systémy a technologiemi. V tomto příspěvku budou diskutovány následující diagramy:

- Use case diagram,
- Diagram hierarchie procesů,
- IDEF0,
- Vývojový diagram,
- EPC diagram.

### 3.1 Use case

Případ užití (use case) je nástroj pro zachycení funkčních požadavků na budoucí informační systém. Případy užití

jsou obvykle tvořeny diagramem a scénářem. Scénář zachycuje posloupnost aktivit, včetně možných variant, které jsou systémem postupně realizovány, aby aktér získal pro něj smysluplný výsledek nebo hodnotu. Diagramy případů užití patří mezi diagramy chování, které jsou součástí standardu UML. Jsou nástrojem pro grafické znázornění vztahů mezi případy užití a aktéry. Navržené diagramy lépe prezentují uživatelům jejich požadavky. Diagram případů užití obsahuje tyto symboly: hranice systému, aktéři, případy užití, relace. (Booch, Rumbaugh, Jacobson 1999)

### 3.2 Diagram hierarchie procesů

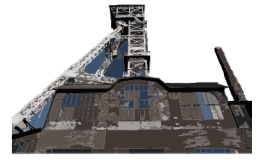
Diagram hierarchie procesů (function tree model) vyjadřuje souvislosti mezi procesy formou stromové struktury. Kořen stromu představuje celý systém. Každý proces se váže k právě jednomu procesu vyššího stupně a k procesu se může vázat několik procesů nižšího stupně. Listy stromu představují procesy, které už nelze dále rozložit. (Davis 2008)

### 3.3 Metoda IDEF0

Metoda IDEF0 patří mezi rodinu metod IDEF (The Integrated DEFinition Methods), která se používá pro modelování podnikové architektury nebo systému. Metoda IDEF0 slouží k modelování základních funkcí v systému nebo organizaci. Bývá obvykle používána na začátku analýzy systému. IDEF0 byl odvozen z grafického jazyka SADT (Structured Analysis and Design Technique) pro letectvo USA. Model je sestaven z činností, které transformují vstupy na výstupy, pak z pravidel, které mají vliv na činnosti a z prostředků, které jsou potřeba k provádění činností. Diagram má precizně stanovená pravidla pro svou tvorbu. Identifikované funkce jsou dekomponovány na podfunkce. Diagram IDEF0 je z grafického hlediska založen na obdélnících (funkcích) a šipkách (prvcích propojení). (IDEF0; Marca, McGowan 2006)

### 3.4 Vývojový diagram

Vývojový diagram se používá pro grafické nebo symbolické znázornění procesu, objasní vazby mezi jednotlivými činnostmi procesu, odhalí nedostatky a navrhne zlepšení. Podstatou a účelem vývojového diagramu je zobrazení posloupností jednotlivých kroků procesu včetně kontrolních a rozhodovacích činností ve formě orientovaného grafu s doplňujícím slovním popisem. Kvalitního zpracování se může docílit, jen při podrobném, přesném a důkladném analyzování příslušného systému. Mezi přednosti vývojového diagramu patří normalizace grafických značek propojených spojnicemi. Každá značka má přesně určený tvar a význam a pro upřesnění se do symbolu vpisují slovní nebo symbolické operace. Vývojový diagram je charakteristický tím, že jednotlivé kroky procesu jdou



postupně za sebou od označeného začátku. Dále je pro něj typické, že má pouze jeden konec. (Černovská 2010; Fryman 2002)

### 3.5 EPC diagram

EPC představuje detailní pohled na proces, zachycuje posloupnost událostí, jimi vyvolaných aktivit a výstupních událostí. Je zároveň schopen znázornit zdroje potřebné pro vykonání každé aktivity. Specifikací řídicího aspektu procesu. Proces specifikovaný pomocí EPC diagramu využívá dle (Davis 2008) následujících elementů: aktivity, události a logické spojky.

### 4. Modelový příklad

Tato část příspěvku na příkladech ukazuje možné využití zvolených procesních diagramů, které mohou přispět k lepšímu proniknutí do problému před vlastní prostorovou analýzou. Zároveň mohou přispět k automatizaci analýz a ke zvýšení kvality opakovaně prováděných analýz. Řešená situace se zabývá detekcí bariér na cyklostezkách, které jsou v mnoha případech velmi blízké bariérám pro pohybově postižené.

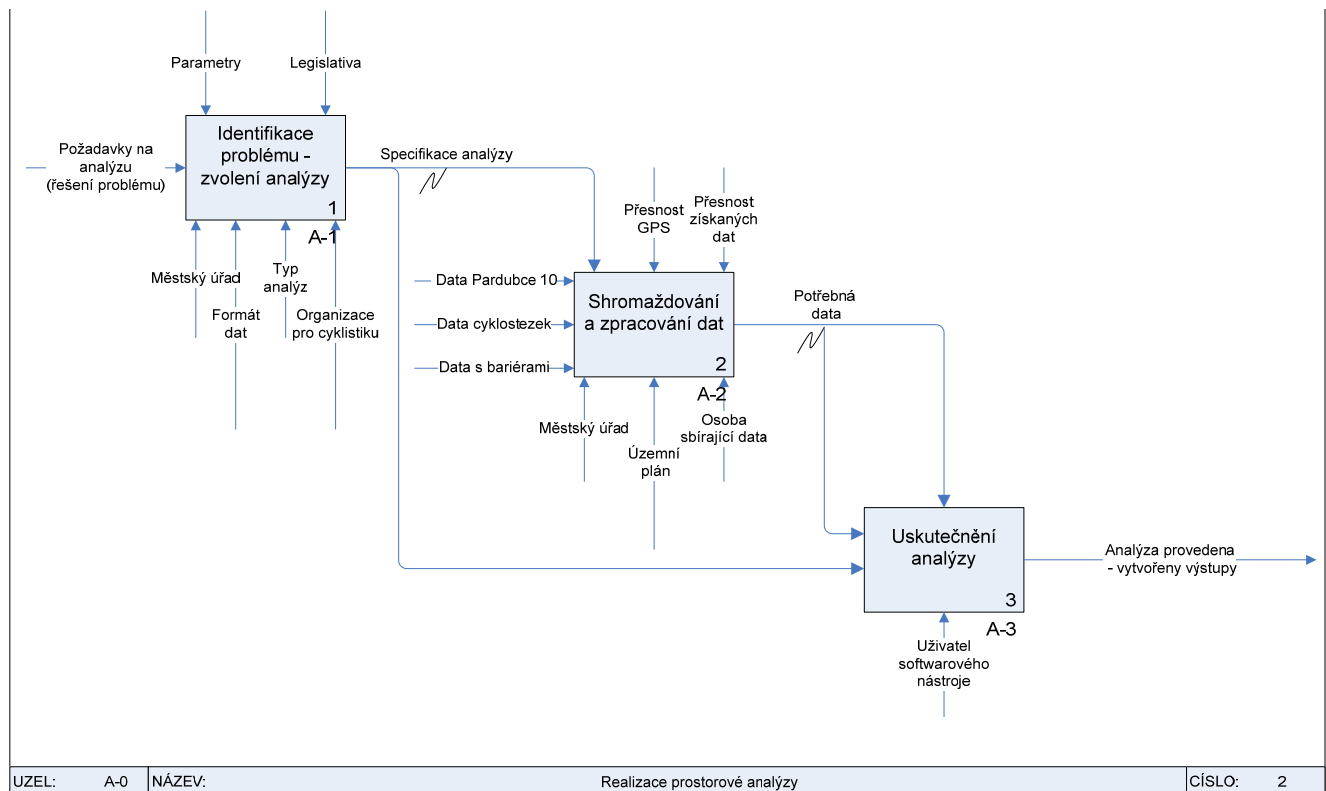
#### 4.1 Obecný pohled na prostorovou analýzu

Na počátku stojí funkční analýza. Primárními modelovacími komponentami jsou funkce a šipky, které

vzájemně tyto funkce propojují. Kromě toho, každá funkce nese své číselné označení (ID) a případně také označení diagramu, ve kterém je funkce pak dále rozpracována do svých další podfunkcí. Díky tomu, je možné vytvářet hierarchii diagramů odpovídající dekompozici funkcí na své podfunkce (strukturovaný přístup). Vrchol této hierarchie je definován tzv. kontextovým diagramem označeným písmenem a číslem 0. Při sestavování diagramů jsou dodržovány zásady jejich řazení ve směru diagonály a diagram by neměl mít méně než tři a více než šest funkcí. Platí zde také důležitá vlastnost těchto diagramů, kdy výstupy dané funkce mohou být vstupem, řízením či mechanismem jiných funkcí. Tímto způsobem jsou definovány vzájemné závislosti mezi funkcemi (IDEF0; Marca, McGowan 2006). Funkce (Hlásný 2010) Uskutečnění prostorové analýzy má za vstupy Požadavky cyklisty – jsou to nároky cyklisty, který na základě svých možností a schopností klade požadavky na nalezení optimální trasy. Dalším vstupem je Požadavek provedení prostorové analýzy. Nezbytným vstupem pro provedení analýzy jsou Data, se kterými budou prostorové analýzy uskutečňovány.

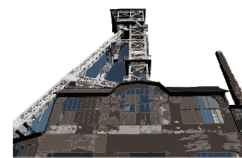
#### 4.2 Realizace prostorové analýzy

Realizace prostorové analýzy (Hlásný 2010) je tvořena následujícími třemi funkcemi, které jsou zachyceny na obr. 1.



**Obrázek 1 - Funkční specifikace prostorové analýzy znázorněná pomocí IDEF0**

Zdroj: převzato z Hlásný 2010



Funkce Identifikace problému – zvolení analýzy má za vstup Požadavky na analýzu, kde jsou jasně definované požadavky a jakých cílů má být prostřednictvím analýzy dosaženo. Výstupem je Specifikace analýzy, což je zvolený druh analýzy, která bude pro dosažení cíle použita. Zároveň je tento výstup řízením druhé funkce Shromáždění a zpracování dat je vstupem funkce třetí, jež je samotné uskutečnění analýzy. Tato funkce se dá strukturovat na funkci Identifikaci problému, která specifikuje jednotlivé požadavky na analýzu (od uživatelů, pracovníků úřadu apod.), zhodnocení dat a samotný výběr analýzy.

Funkce Shromáždění a zpracování dat má na vstupu veškerá potřebná data v příslušných datových formátech, která jsou pro analýzu nezbytná. Výstupem této funkce jsou potřebná data upravená pro uskutečnění analýzy, tento výstup je vstupem pro funkci Uskutečnění analýzy a zároveň i jejím řízením. Tato funkce je dále strukturovaná na další funkce a to: zhodnocení existujících dat, zhodnocení poskytnutých dat, vlastní sběr dat v terénu, vlastní vektorizace a sjednocení dat.

Samotná funkce Uskutečnění analýzy má na vstupu Specifikaci analýzy, jež vznikla z první funkce a Potřebná data shromážděná a upravená z funkce druhé. Výstupem této funkce je samotné provedení analýzy s vytvořením výstupů ať už textových, grafických nebo ve formě datové vrstvy dále použitelné v softwarovém nástroji. Strukturována je dále tato funkce na stanovení kritérií sloužících jako řízení u další funkce, načtení dat, provedení analýzy a tvorbu výstupu s interpretací výsledků.

#### 4.2.1 Hledání optimální cesty

Sít lze definovat jako soubor liniových objektů, přes které proudí nějaké zdroje. Analýza sítí může být tedy použita pouze u vektorové reprezentace. Propojenost je definována na základě topologie (Longley 2001). Hledání cesty je například v ArcGIS Desktop dle (ArcGIS Desktop Help 9.2) založeno na stanovení konkrétních bodů, jak počátečního, tak koncového, popřípadě bodů, které chce během cesty navštívit nebo projet a to nejčastěji s požadavkem na minimální délku cesty. Dalším kritériem může být hledání trasy bez bariér.

#### 5. Závěr

V příspěvku bylo popsáno modelování procesů prostorových analýz pro detekci bariér na cyklostezkách. Modelování těchto analýz umožňuje pochopit řešení daných problému při řešení bezbariérovosti a umožňuje toto řešení i člověku, který se prostorovými analýzami nezabývá. K modelování procesů je vždy potřeba zvolit vhodné procesní diagramy. Pro posuzování byly v úvodu

zvoleny diagramy IDEF0, EPC, vývojový diagram a use case diagram. Vhodnost jednotlivých procesních diagramů může být posouzena pomocí řady kritérií. V rámci studie byly shrnuty výhody a nevýhody jednotlivých diagramů a na jejich základě byla posouzena vhodnost jednotlivých diagramů.

V rámci případové studie byl pro potřeby modelování procesů prostorových analýz na základní úrovni využit diagram IDEF0, a to díky své velké vypovídající schopnosti, přehlednosti, dobrému zaznamenání vstupů, výstupů, potřebných zdrojů a řídicích pravidel.

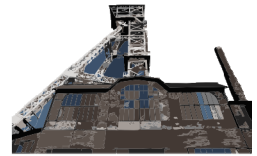
Pro detailnější modelování procesů prostorových analýz včetně přípravy dat na úrovni jednotlivých aktivit bylo zvoleno modelování pomocí EPC diagramu. Předností EPC diagramu je znázornění posloupnosti aktivit a míst rozhodování. EPC umožňuje zachycení rozhodování v procesu. V EPC diagramu lze použít pro vyjádření rozhodování nejen logické operátory, ale i možnost souběhu více procesů a víc variant rozhodnutí. Je to značně podrobnější a kompletnější zachycení rozhodovacího procesu než například ve vývojovém diagramu, jež nabízí pouze možnost ano/ne. Naopak pro vyjádření rozhodování jsou naprosto nevhodné IDEF0 a use case diagramy. EPC diagram se také jeví jako velmi efektivní pro detailní popis procesu.

Výhodou use case diagramu je komplexnější pohled na daný proces a především na činnosti, které přísluší jednotlivým aktérům procesu, ovšem za cenu menší podrobnosti a horšího vyjádření posloupnosti jednotlivých činností. Jelikož byla zmíněna role aktéra, tedy účastníka procesu, může být v diagramu zachycena účast nebo i zodpovědnost za tento proces. Vývojový diagram není schopen zodpovědnost zachytit, lépe se k tomuto účelu hodí EPC diagram, který zachycuje zodpovědnost za konkrétní funkci i za celý proces. IDEF0 je schopen zachytit podrobně zodpovědnost konkrétního aktéra za konkrétní činnost v procesu, obdobně jako use case diagram.

Důležitou vlastností procesu, je jeho časová ohraničenost, proto je i u procesních diagramů důležité, zda posloupnost jednotlivých fází procesu zachycují také z časového hlediska. Posloupnost jednotlivých fází procesu je velmi podrobně a přehledně vyjádřena ve vývojovém diagramu i EPC diagramu. Oba diagramy zachycují jednotlivé fáze procesu i s vazbami, které jsou logicky seřazeny dle časové posloupnosti od začátku procesu až po jeho konec. Naopak časovou posloupnost v sobě nezachycuje use case diagram ani IDEF0.

Hlavním cílem výše popsaného modelování procesů bylo zaznamenat komplexní procesy při řešení prostorových analýz tak, aby byly zaznamenány všechny prvky, všechny procesy a všechny používané zdroje. Tyto procesy byly zaznamenány tak, aby je člověk, který by se





danou problematikou chtěl dále zabývat, mohl bez velkého přemýšlení a rozhodování provést.

V budoucnu je plánováno vytvoření dalších diagramů a vytvoření seznamu požadavků na kvalitu vstupních dat tak, aby bylo možné využít vytvořené modely pro automatizaci provádění prostorových analýz. Příkladem výstupu umožňujícího plnou automatizaci realizace prostorové analýzy je model vytvořený v ModelBuilderu programu ArcGIS Desktop.

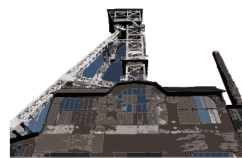
#### Použité zdroje:

- American Society for Quality [online]. [cit. 2010-07-18]. URL: <[http://www.asq.org/img/laq/pvow\\_overview\\_figure33.gif](http://www.asq.org/img/laq/pvow_overview_figure33.gif)>
- ArcGIS Desktop Help 9.2. Network locations [online]. [cit. 2010-08-12]. URL: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Network\\_locations](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Network_locations)>.
- BOGDANOV, I., TIPONUT, V., MIRSU, R. (2009): New achievements in assisted movement of visually impaired in outdoor environments, WSEAS Transactions on Circuits and Systems, 8, s. 757-768.
- BOOCH, G., RUMBAUGH, J., JACOBSON, I. (1999): The Unified Modeling Language User Guide. Reading, Addison Wesley, 482 s.
- ČERNOVSKÁ, I. (2010): Řešené příklady procesního modelování pro předmět KISVS. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Pardubice, 47 s.
- DAVIS, R. (2008): ARIS Design Platform: Advanced Process Modelling and Administration. London, Springer-Verlag, 408 s.
- DUMAS, M., VAN DER AALST, W., HOFSTEDE, A. T. (2005): Process-aware information systems: bridging people and software through process technology. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, 409 s.
- FRYMAN, A. M. (2002): Quality and process improvement. Albany, NY: Delman, 360 s.
- GAUNET, F. (2006): Verbal guidance rules for a localized wayfinding aid intended for blind-pedestrians in urban areas, Univ. Access Inf. Soc., 4, s. 338-353.
- HARMON, P. (2007): Business process change: a guide for business managers and BPM and six sigma professionals. Burlington, Morgan Kaufmann, 549 s.
- HAVEY, M. (2005): Essential business process modeling. O'Reilly Media, Inc., 311 s.
- HLASNÝ, R. (2010): Modelování procesů prostorových analýz pro detekci problémových míst na cyklostezkách ve městě Pardubice, Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Pardubice, 65 s.
- IDEF0: Function Modeling [online]. [cit. 2010-08-10]. URL: <<http://www.idef.com/IDEF0.htm>>.
- KHLIF, W., ZAABOUB, N., BEN-ABDALLAH, H. (2010): Coupling Metrics for Business Process Modeling. WSEAS TRANSACTIONS on COMPUTERS, 9, s. 31-41.
- KIRCHMER, M. (2008): Management of Process Excellence: What is it and Why do you Need It?, High Performance Through Process Excellence. Berlin, Heidelberg: Springer, s. 1-20.
- LONGLEY, P., A. (2001): Geographic information systems and science. Chichester: John Wiley & Sons, 454 s.
- MARCA, D., A., MCGOWAN, C. L. (2006): IDEF0 and SADT: A Modeler's Guide. Auburndale, OpenProcess, Inc.
- MILI, H., LESHOB, A., LEFEBVRE, E., LÉVESQUE, G., EL-BOUSSAIDI, G. (2009): Towards a Methodology for Representing and Classifying Business Processes, Lecture Notes in Business Information Processing, E-Technologies: Innovation in an Open World, 26, s. 196-211.
- ŘEPA, V. (2007): Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování. Prague, Grada, 288 s.
- STILLER, C., ROSS, F., STEIN M., AND ROST R. (2006): TASclient: An accessible Application for Pedestrian Navigation, in Proc. of the 5th WSEAS Int. Conf. on E-ACTIVITIES, Venice, Italy, s. 266-270.
- VÖLKEL, T., WEBER, G. (2007): A New Approach for Pedestrian Navigation for Mobility Impaired Users Based on Multimodal Annotation of Geographical Data, Lecture Notes in Computer Science: Universal Access in HCI, Part II, HCII 2007, 4555, s. 575-584.
- WESKE, M. (2007): Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Berlin, Heidelberg: Springer, 368 s.

*Tento článek vznikl za podpory Grantové agentury České republiky, číslo grantu 205/09/P120 s názvem Využití geoinformačních technologií pro detekci míst ve městě s vysokou rizikovostí pro tělesně postižené a grantu číslo*



XXII SJEZD  
ČESKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI  
OSTRAVA 2010



402/09/0219 s názvem "Usability of software tools for support of decision-making during solving spatially oriented problems".

---

**Adresa autorů:**

Mgr. Pavel Sedlák, Ph.D., doc. Ing. Jitka Komárková, Ph.D, Ing. Martin Jedlička, Ing. Radek Hlásný, Bc. Ivana Černovská  
Ústav systémového inženýrství a informatiky  
Fakulta ekonomicko-správní  
Univerzita Pardubice  
Studentská 84  
532 10 Pardubice  
pavel.sedlak@upce.cz