

MODELOVÁNÍ INDIKÁTORŮ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Jiří Křupka

Ústav systémového inženýrství a informatiky, FES, Univerzita Pardubice

Abstrakt: *V článku jsou uvedeny a analyzovány výsledky modelování indikátorů vybrané části životního prostředí. Jde o modely hodnocení kvality ovzduší, kde je proces hodnocení kvality chápán jako problém vícekriteriálního rozhodování. Navrhnuté modely jsou realizovány ve výpočetně-simulačním prostředí MATLAB, ver. 7.0.*

Abstract: *In this paper the results of modelling of environmental indicators are presented. Models focus on evaluation of air pollution and this process of evaluation is understood as multiple criteria decision making. The models are created in MATLAB, ver. 7.0.*

Klíčová slova: *Životní prostředí, management životního prostředí, kvalita ovzduší, vícekriteriální rozhodování, MATLAB*

Keywords: *Environment, Environmental Management, Air Pollution, Multiple Criteria Decision Making, MATLAB*

1. Úvod

Veřejná správa sehrává důležitou úlohu v environmentálním managementu, který je založen na prosazování environmentální politiky a předpokládá vyžadování eko-efektivnosti a uplatňování principu trvale udržitelného rozvoje. Pro řízení na všech úrovních veřejné správy to znamená postupný přechod k uplatňování tržně orientovaných nástrojů environmentální politiky namísto centrálního řízení a administrativních nástrojů. Tyto reformní snahy [5] jsou vypracovány jako doporučení pro veřejnou správu a jsou označovány jako „New Public Environmental Management“. Rozhodování v oblasti řízení kvality životního prostředí je jeho neoddělitelnou součástí. Jde o rozhodování složité, které vyplývá především z rozsahu uvedené problematiky, z její mezioborové povahy a z existence velkého množství kritérií, podle kterých lze systém životního prostředí a jeho části posuzovat. Analýza výsledků modelování, např. při hodnocení kvality ovzduší¹, může být podkladem pro rozhodování a následné řízení orgánů veřejné správy v procesech řízení kvality životního prostředí.

Celková „dobrá správa věcí veřejných“ a vize „zdravého města, obce, regionu“ umožňuje municipalitě se přihlásit např. k aktivitám (iniciativám)² Místní Agendy 21, TIMUR (Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj) nebo LEHAP (místní akční plán zdraví a životního prostředí); jinými slovy to znamená zapojit se do aktivit udržitelného rozvoje³, jehož výsledkem jsou dlouhodobě stabilizované podmínky pro zdraví a kvalitu života cestou dosažení harmonického stavu životního a sociálního prostředí a ekonomického rozvoje, současně s důrazem na prioritní význam rozvoje lidské osobnosti v podmínkách demokracie [8]. Prosazování této „rozumné“ politiky (jinými slovy, jak daná municipalita

¹ Základní pojmy jsou formulovány např. v těchto materiálech: Z.17/1992 Sb. O životním prostředí; Z.86/2002 Sb. O ochraně ovzduší; Z.100/2001 Sb. O posuzování vlivů na životní prostředí a N.350/2002 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.

² Zdroj: <http://www.ma21.cz>; <http://www.timur.cz>.

³ Udržitelný rozvoj je založen na integraci a rovnováze cílů ekonomických, sociálních a ekologických. Je cíleným procesem změn v chování lidské společnosti. Stručně řečeno, představuje takový rozvoj, který uspokojuje potřeby současné generace bez ohrožování možností budoucích generací uspokojovat své vlastní potřeby.

naplňuje hodnotící kriteria/indikátory⁴⁾ může v budoucnosti hrát významnou roli např. při získávání dotačních zdrojů z Evropské unie nebo českých ministerstev pro danou municipalitu.

Koncem minulého století došlo v České republice [3] k zásadnímu snížení emisí oxidu siřičitého SO₂ a prašného aerosolu, ale překračují se limitní hodnoty i prostorové rozšíření přízemního ozónu O₃ a prašného spadu s velikostí částic pod 10μm PM₁₀. Na území Pardubického kraje⁵ lze za poslední dva roky konstatovat, že došlo ke stagnaci SO₂ a k mírnému poklesu PM₁₀. U další sledované škodliviny oxidů dusíku NO_x se projevil trvalý vzestup, jako důsledek narůstající intenzity automobilové dopravy. Vzestup NO_x je doprovázen zvyšujícími se koncentracemi uhlovodíků a přízemního ozónu v letních měsících.

Při hodnocení kvality ovzduší je v současnosti sledován převážně vztah zjištěných imisních hodnot k příslušným imisním limitům, např. tabulka Limitních hodnot pro ochranu zdraví⁶. Příslušná opatření se přijímají až tehdy, je-li limit překročen. Pokud tyto limity překročeny nejsou, neznamená to však, že je kvalita ovzduší ideální. Hodnocení jsou prováděna pro každou znečišťující látku zvlášť a prakticky nepřipouštějí negativní dopady situace, kdy se většina hodnot limitu blíží, ale nepřekračuje ho. Tento problém komplikuje i to, že u většiny látek nejsou dostatečně popsány možné synergické efekty. Jde o takové efekty, kdy současné působení více látek může mít horší dopad, než je prostý součet jednotlivých dopadů, působí-li tyto látky samostatně. V [12,13] se zdůrazňuje důležitost komplexního systémového přístupu, který respektuje interakce mezi vnitřními prvky a vnějšími podněty včetně nepřímých vlivů. Vhodně sestavený vícekriteriální model hodnocení kvality ovzduší může poskytovat současně komplexní informace o stavu znečištění monitorovaných oblastí i informace o jeho vývoji v čase.

2. Systém řízení kvality ovzduší

Na řízení kvality ovzduší můžeme nahlížet jako na systém, jehož model je znázorněn na obr.1. Rozlišovací úroveň systému je chápána z pohledu územní samosprávy. Tento systém je tvořen řízeným systémem antropogenního znečišťování ovzduší (podrobněji v [3]) a orgány veřejné správy jako systémem řídicím. Zpětnou vazbu systému je hodnocení kvality ovzduší. Vstupem jsou zdroje znečištění a výstupem systému je znečištění životního prostředí. Okolí systému tvoří další složky životního prostředí, meteorologické procesy, veřejnost a právní normy.

Složitost problematiky hodnocení životního prostředí přináší problémy, které mohou vést k nepřesným závěrům a celý rozhodovací proces mohou znehodnotit [1,3,6]. Hlavní úskalí, která vznikají při hodnocení imisí, lze rozdělit analogicky k hodnocení vlivů emisí, které uvádí [6], do několika tématických okruhů: volba výpočetního modelu a jeho vlastní nedostatky; volba a dostupnost vstupních dat pro výpočet, stanovení požadového znečištění ovzduší; interpretace výsledků výpočtu.

Jádrem systému jsou receptory (snímače, senzory, stacionární a mobilní měřící stanice) a modely kriteriálního/vícekriteriálního hodnocení, kde v prvním prvku systému jde zejména o úlohy:

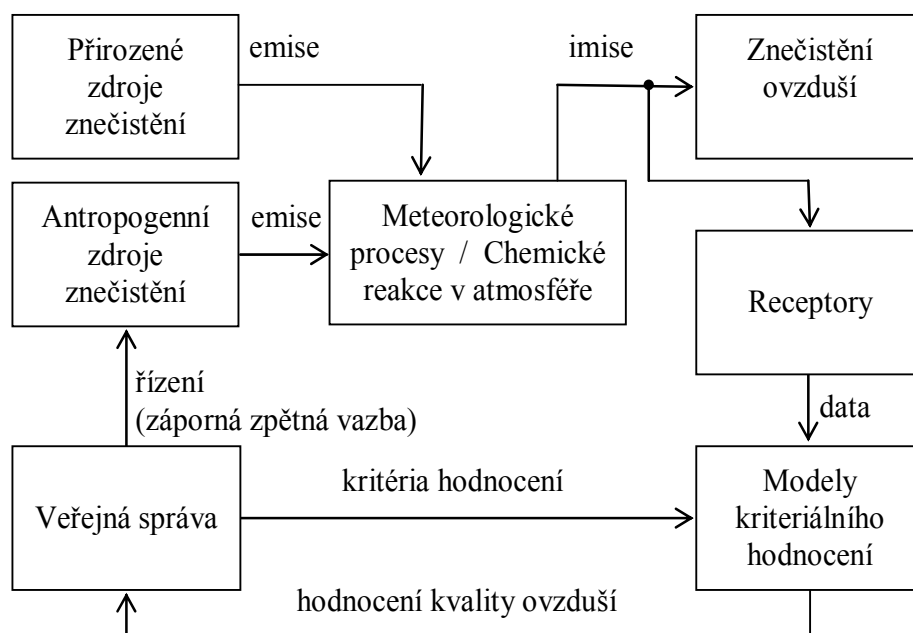
- mapování imisí [1], které využívá jednoduché interpolační metody, metody kvadratických beta-splínů, metody asimilace dat, suboptimální filtry apod.;

⁴ Zdroj: <http://indx.agenda21.cz/fulltext.php>.

⁵ Zdroj: www.chmi.cz ; http://www.chmi.cz/uoco/isko/tab_roc/tab_roc.html ; <http://www.chmi.cz/uoco/data/emise/gnavemise.html>.

⁶ Zdroj: <http://www.chmi.cz/uoco/limit/imlim.html>.

- analýzy a zpracování dat reprezentujících [1] imise získané pozemním měřením, kde je možné použít dvourozměrnou interpolaci dat, shlukovou analýzu, neuronové sítě, metody doplňující chybějící informace (metodu nejbližšího souseda, metodu Kriging, metodu splinů, metodu rough množin [9] apod.).



Obr.1 Systém řízení kvality ovzduší pomocí kritériálního/vícekritériálního hodnocení

Metody, které jsou nebo byly používány v České republice k hodnocení kvality ovzduší, můžeme rozdělit na pravidelná kritériální/jednokritériální hodnocení, souhrnná vyjádření jednokritériálních hodnocení a jednorázové vícekritériální hodnocení.

Při první skupině hodnocení se sledují hodnoty více znečišťujících látek současně, ale jsou vyhodnocovány izolovaně. Hodnocení je většinou prováděno porovnáním s hodnotou nejvyšší přípustné úrovně znečištění ovzduší (imisním limitem) posuzované znečišťující látky. Jsou to zejména monitorovací systémy, jejichž smyslem je vydávání signálů upozornění, varování a regulace podle stupně znečištění ovzduší stanovených příslušnou legislativou. Na jejich základě jsou doporučována příslušná ochranná opatření.

Souhrnná vyjádření jednokritériálních hodnocení v sobě zahrnuje: Index znečištění ovzduší⁷, Index kvality ovzduší (IKO) a Územní index kvality ovzduší⁸. Postup IKO užívaný Státním zdravotním ústavem pro souhrnné hodnocení znečištění ovzduší je koncipován [16] jako otevřený systém lineárních nespojitých závislostí, jehož hodnotící škála je závislá na počtu a druhu zahrnutých látek. Tento model může zahrnovat i výpočet synergie SO₂ a PM₁₀. Naměřené hodnoty jsou porovnáním s imisními limity převáděny do bezrozměrného čísla charakterizujícího stav ovzduší. Na základě výsledné hodnoty lze kvalitu ovzduší vyjádřit pomocí šesti kategorií číslem třídy, slovním vyjádřením nebo barevným znázorněním.

⁷ Index znečištění ovzduší byl součástí Směrnice č. HE 58/81, o zásadních hygienických požadavcích, o nejvyšších přípustných koncentracích nejzávažnějších škodlivin v ovzduší a o hodnocení stupně jeho znečištění, kterou vydalo Ministerstvo zdravotnictví v roce 1981. Sloužil pro hodnocení stupně znečištění ovzduší ze souboru hodnot koncentrací v hodnocené lokalitě. V [3] se uvádí, že se v praxi nevžil, v odborné literatuře byl často kritizován a dnes se prakticky nepoužívá.

⁸ Tento index byl vytvořen v Českém hydrometeorologickém ústavu. Hodnotí [3] souhrnně hlavní znečišťující látky při respektování platných imisních limitů a využívá mapové algebry.

Jednorázové vícekritériální hodnocení kvality ovzduší je součástí širšího procesu hodnocení životního prostředí. Typickým a nejužívanějším postupem tohoto typu je posuzování vlivů na životní prostředí EIA, jehož smyslem je získat objektivní odborný podklad pro vydání rozhodnutí (posuzování záměrů a koncepcí). Jeho cílem však není změna současného stavu, ale spíše snaha zabránit jeho zhoršení. Tyto postupy se věnují životnímu prostředí jako celku a nepoužívají se k detailnějšímu pohledu na kvalitu ovzduší.

Na místní úrovni veřejné správy se mohou sledovat tyto indikátory⁹:

- kvalita místního ovzduší (Quality of The Air), jde o počet případů překročení mezních hodnot vybraných látek znečišťujících ovzduší;
- počet dnů znečištěného ovzduší (Number of Days of Air Pollution), zahrnuje počet dnů, kdy znečištění překročilo limity (NO₂, SO₂, O₃, CO, PM₁₀);
- indikátory kvality ovzduší (Air Quality Indicators), vyjadřující jednak počet dnů překročení limitů PM₁₀ a O₃ a potom roční průměrnou koncentraci NO₂;
- kvalita ovzduší - expozice obyvatel PM₁₀ a O₃ (Air Quality - Population Weighted Exposure to PM₁₀ and O₃).

Mimo uvedených metod je možné použít pro hodnocení kvality ovzduší metodu, která vychází z Totálního ukazatele kvality prostředí (TUKP) [12] a metodu Analytického hierarchického procesu (AHP) [4,11].

3. Modelování hodnocení kvality ovzduší

Pro tvorbu modelů byla použita data poskytnuta Zdravotním ústavem se sídlem v Pardubicích. Jde o monitorování kvality ovzduší měřícím vozem Horiba [18] a data jsou v období jednoho roku (srpna 2004 až července 2005) měřena v 7 lokalitách. Lokality zároveň vystupují jako alternativy v rozhodovacím procesu a kritéria jsou měřené látky tak, jak uvádí tab.1.

Tab.1 Definice rozhodovacího problému

Alternativa		Kritérium			
ozn.	název	ozn.	vzorec	jednotka	název
A1	PARAMO	K1	SO ₂	[μg.m ⁻³]	oxid siřičitý
A2	Palacha x Pichlova	K2	O ₃	[μg.m ⁻³]	troposférický ozón
A3	Náměstí Republiky	K3	NO	[μg.m ⁻³]	oxid dusnatý
A4	Polabiny II	K4	NO ₂	[μg.m ⁻³]	oxid dusičitý
A5	Lázně Bohdaneč	K5	NO _x	[μg.m ⁻³]	suma oxidů dusíku
A6	Rosice	K6	CO	[μg.m ⁻³]	oxid uhelnatý
A7	Rybitví	K7	PM ₁₀	[μg.m ⁻³]	suspendované částice PM ₁₀

Hodnotou kritéria je roční aritmetický průměr hodinové koncentrace měřených látek, tab.2. Ze souboru měřených látek je vyrazen benzen, toluen a xyleny (tyto látky jsou měřeny jen ve čtyřech lokalitách). Všechna kritéria jsou maximalistická, tzn. „čím vyšší koncentrace, tím horší kvalita“. Pro potřebu rozhodování je potřebné stanovit váhy jednotlivých kritérií. Ke stanovení vah pro látky znečišťující ovzduší však v současné době žádná obecná metodika neexistuje. Na vysoké odborné úrovni se provádí hodnocení imisní situace konkrétního území např. při zpracování dokumentace EIA, ale jeho výsledky jsou obtížně převoditelné v prostoru i čase. Objevují se i některá zjednodušující hodnocení, kdy je zveřejňován pouze výsledek hodnocení prováděných pro „nejrůznější“ účely, ale zdroje informací a zdůvodnění stanovení konkrétních vah v nich chybí. Expertní hodnocení v tak složitých systémech, jakým oblast

⁹ Zdroj: <http://indx.agenda21.cz/fulltext.php>.

životního prostředí nepochybně je, jsou často nesourodá, neboť se nemohou vyhnout jisté míře subjektivit. Proto se s výhodou užívá kolektivní hodnocení, které může odchylky eliminovat [13]. Odůvodněnými odchylkami je však nutné se také zabývat a nepotlačovat je v zájmu zjednodušení rozhodovacího procesu, jak se uvádí např. v [13].

Tab.2 Matice reálných dat rozhodovacího problému

Alternativa		Kritérium						
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
A1	PARAMO	7,8	16,8	57,3	35,9	125,1	0,6	31,0
A2	Palacha x Pichlova	6,8	26,2	48,4	38,0	113,6	1,1	32,8
A3	Náměstí Republiky	8,8	17,0	112,3	52,7	226,9	1,2	25,7
A4	Polabiny II	5,8	39,1	5,7	14,9	25,1	0,4	23,0
A5	Lázně Bohdaneč	4,7	34,6	17,2	22,5	50,6	0,5	44,7
A6	Rosice	5,7	38,4	6,8	13,7	25,7	0,4	24,1
A7	Rybitví	6,5	42,3	10,2	17,7	35,2	0,4	21,1

Při stanovení vah se vycházelo mimo jiné z imisních limitů, stupnic hodnocení látek při znečištění ovzduší [3,13,14,15] a obecných metod zabývajících se vícekritériálním rozhodováním [4,11]. V tab.3 je uvedeno pořadí a hodnocení kritérií. Jde o nepřímou závislost ve prospěch kvality životního prostředí podle zásady „čím vyšší hodnocení, tím horší kvalita“. Nejvyšší hodnocení „9“ znamená, že kritérium má výrazně negativní vliv na kvalitu životního prostředí. S nižším hodnocením význam vlivu klesá. Při výpočtu vah jednotlivých kritérií se vycházelo z metody IKO (Váha_{IKO} kritéria), metody TUKP (Váha_{TUKP} kritéria) a metody AHP (Váha_{AHP} kritéria). Váha_{IKO} kritéria je stanovena [10] poměrem naměřených hodnot k imisnímu limitu podle:

$$w_j = (h_j / p_j) / \left(\sum_{j=1}^n h_j / p_j \right), \quad (1)$$

kde w_j je normovaná váha j -tého kritéria, h_j je aritmetický průměr všech naměřených hodnot koncentrace j -té látky (kritéria), p_j je hodnota nejvyšší přípustné koncentrace (imisního limitu) j -tého kritéria a n je celkový počet kritérií. Pro CO není stanoven roční limit, proto je v tomto hodnocení použito hodnoty odvozené z ostatních limitů. Váha_{TUKP} kritéria vychází z algoritmu metody TUKP [10,12,13] a Váha_{AHP} kritéria používá metodu AHP [4,10,11].

Tab.3 Definice vah kritérií rozhodovacího problému

Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Pořadí kritéria	5.	2.	6.	7.	1.	4.	3.
Hodnocení kritéria	4	8	2	1	9	5	7
Váha _{IKO} kritéria	0,027	0,124	0,150	0,113	0,349	0,090	0,147
Váha _{TUKP} kritéria	0,107	0,214	0,071	0,036	0,250	0,143	0,179
Váha _{AHP} kritéria	0,076	0,246	0,045	0,036	0,280	0,113	0,205

Algoritmy hodnocení jednotlivých alternativ jsou realizovány v MATLAB-u, používají data z tab.2 a tab.3. Výsledné ohodnocení alternativ/lokalit jsou v tab.4.

Tab.4 Vyhodnocení alternativ podle vícekriteriálních metod

Metoda IKO		Metoda TUKP		Metoda AHP	
alternativa	hodnocení	alternativa	hodnocení	alternativa	hodnocení
A3	0,2850	A3	0,1802	A3	0,2676
A2	0,1806	A5	0,1666	A5	0,1693
A1	0,1750	A2	0,1643	A2	0,1522
A5	0,1169	A1	0,1530	A7	0,1103
A7	0,0879	A7	0,1174	A1	0,1099
A6	0,0776	A6	0,1098	A4	0,0988
A4	0,0770	A4	0,1087	A6	0,0920

Výsledné pořadí je hierarchicky uspořádáno podle pravidla „čím vyšší hodnocení, tím horší kvalita prostředí“. U všech použitých metod dosáhla shodně nejvyšší váhy alternativa A3 (náměstí Republiky). Rovněž závěr vyhodnocené řady preferencí, tj. alternativy A6 (Polabiny II) a A4 (Rosice), prokazuje shodu u všech tří metod. Nejpravděpodobnějším důvodem znečištění této oblasti je vysoká hustota automobilové dopravy – v těsné blízkosti je rušná křižovatka.

Problematika hodnocení kvality ovzduší v Pardubicích byla dále řešena v [2,17] s důrazem na grafický systém na podporu rozhodování [17] a analýzu dalších metod vícekriteriálního rozhodování [2]. I v těchto případech byl na realizaci algoritmů použit MATLAB.

4. Závěr

Souhrnné vyhodnocení posuzovaných alternativ bylo provedeno aplikací tří metod vícekriteriálního hodnocení. Za přednosti těchto metod lze považovat jejich adaptabilitu pro nejrůznější typy hodnocení tak složitého systému životní prostředí. Nevýhodou vícekriteriálních analýz [12] je poměrně obtížná sdělitelnost výsledků uživateli, v tomto případě veřejnosti a orgánům veřejné správy, a zároveň malá možnost kontroly. Při korektním postupu s velkým množstvím expertů, vylučujícím manipulaci se stanovením relevantních kritérií a jejich vah, však může napomoci objektivizaci výsledků zejména u málo se lišících alternativ a eliminaci subjektivního hodnocení.

Jako další problémy, kterým by bylo účelné věnovat pozornost, lze uvést vypracování systémové metodiky, která pomocí zpětné vazby zabezpečí kontrolu výsledků realizovaných rozhodnutí.

V současné době v Pardubicích zůstává největším problémem v oblasti ochrany ovzduší intenzita dopravy a řešení dopravních situací ve městě [7]. Dalším zdrojem znečišťování ovzduší je spalování méně kvalitních paliv v lokálních topeništích a malých zdrojích znečišťování ovzduší, a proto by některé výsledky této práce mohly vést k zamyšlení nad řešením těchto problémů.

5. Poděkování

Príspevek byl vypracován za podpory institucionálního projektu PRIORITY-2006-4-1/7 (č. PR 461007) Univerzity Pardubice.

Literatura:

- [1] BLAŽEK, Z. Zpráva za řešení etap úkolu Zhodnocení a optimalizace stávající staniční sítě a verifikace návrhu sítě ověřovacím měřením. ČHMÚ: Praha, 2000 [online]. 6.2.2002, [cit. 2006-06-28]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/uoco/prj/vav_740_2_00/du01-2e1-3.pdf>

- [2] ČERNOHLÁVKOVÁ, P. *Vícekritériálního rozhodování v modelu životního prostředí*. (Křupka, J. (ed.)). Pardubice Univerzita, FES : Pardubice, 2006
- [3] HŮNOVÁ, I., JANOUŠKOVÁ, S. *Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší*. 1. vyd. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2004. ISBN 80-246-0796-4
- [4] KŘUPKA, J. *Porovnání metod multikritériálního rozhodování*. In *Public Administration 2004. Sborník příspěvků z vědecké konference*. 1. vyd. Pardubice Univerzita, : Pardubice, 2004. s. 191-195. ISBN 80-7194-684-2
- [5] LACINA, K., OBRŠÁLOVÁ, I., JEŽDÍK, V., SOUČEK, E. *Nové přístupy k environmentálnímu managementu ve veřejné správě (Metodicko analytická studie)*. Vědecké spisy FES. Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní : Pardubice, 2003. ISBN 80-7194631-1
- [6] MAŇÁK, J., OBRŠÁL, Z., ŠÁRA, M. *Příloha C.: Vyhodnocování rozsahu (velikosti) a významnosti vlivů záměrů na ovzduší a klima [online]*. c1998, [cit. 2005-11-14]. EIA 1998, roč. 3, č. 4. Dostupné z: <<http://www.ceu.cz/EIA/CASOPIS/1998/4/e-0405.htm>> ISSN 1211- 7269
- [7] *Město Pardubice. Akční plány [online]*. c2004, [cit. 2005-11-07]. Dostupné z: http://www.mesto-pardubice.cz/spravamesta/dulezite_informace/stratplan/sp_akcni/akcni_zivotni/
- [8] OBRŠÁLOVÁ, I. *Environmental Management System and Standartization Regional EMS and Integrated System*. In: Kun-Buczko, M., Bolinska, M. (Eds.) *Adult Education on Quality Management and other Cross-Sectional Aspects of Public Administration*. Bialystoc School of Public Administration : Bialystoc, 2003, s.35-39, s.166-169. ISBN 83-88463-25-X
- [9] PAWLAK, Z. *Rough Sets: Theoretical Aspects of Reasoning About Data*. Kluwer Academic Publisher : Dordrecht, 1991
- [10] PÍRKO, J.: *Porovnání metod vícekritériálního hodnocení životního prostředí*. (Křupka, J. (ed.)). Univerzita Pardubice, FES : Pardubice, 2006
- [11] RAMÍK, J. *Vícekritériální rozhodování - analyticko hierarchický proces (AHP)*. 1. vyd. Opava: Slezská univerzita, 1999. ISBN 80-7248-047-2
- [12] ŘÍHA, J. *Hodnocení vlivu investic na životní prostředí : vícekritériální analýza a EIA*. 1. vyd. Academia : Praha, 1995. ISBN 80-200-0242-1
- [13] ŘÍHA, J. *Multikritériální rozhodovací analýza. Posouzení scénářů aktualizace státní energetické koncepce [online]*. 23. října 2003, [cit. 2005-10-10] Dostupné z: <[http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPLSF4246UY/\\$FILE/Analýza.doc](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPLSF4246UY/$FILE/Analýza.doc)>
- [14] SVOBODOVÁ, J. *Metodika posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí [online]*. 11. května 2004, [cit. 2005-10-10] Dostupné z: <[http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPLSF4246UY/\\$FILE/metodika%20verze_final_11_5_2004.doc](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPLSF4246UY/$FILE/metodika%20verze_final_11_5_2004.doc)>
- [15] SZÚ. 2001. *Výsledky subsystému 1: Zdravotní důsledky a rizika znečištěného ovzduší [online]*. c2001, [cit. 2006-02-04]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/chzp/rep00/kc01_04.htm>
- [16] SZÚ. 2005. *Index kvality ovzduší [online]*. 26. května 2005, [cit. 2005-11-14]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/chzp/ovzdusi/dokumenty/documents/index_kvality_ovzdusi.pdf>
- [17] ŠINDELÁŘ, M. *Porovnání vícekritériálních metod pro vybraný příklad životního prostředí*. (Křupka, J. (ed.)). Univerzita Pardubice, FES : Pardubice, 2006
- [18] ZÚ. *Měření ovzduší vozem Horiba v letech 1999 - 2005 [online]*. c2006, aktualizováno 16. února 2006, [cit. 2005-04-11]. Dostupné z: <<http://www.zupu.cz/index.php?pid=84>>

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D., Ústav systémového inženýrství a informatiky
Fakulta ekonomicko-správní, Univerzita Pardubice, Studentská 95, 532 10 Pardubice
e-mail: Jiri.Krupka@upce.cz, tel.: 466036144, fax.: 466036010