

Darja KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ¹

**VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ PŘI STANOVENÍ VYUŽITELNOSTI BUDOV
Z HLEDISTA STAVEBNĚ ENERGETICKÉ KONCEPCE NA ÚZEMÍCH SE ZVÝŠENOU
PRŮMYSLVOU ČINNOSTÍ**

**MULTICRITERION DECISION AND USAGE OF BUILDINGS OF INDUSTRY AREA WITH
REGARD TO BUILDING-ENERGY CONCEPTION**

Abstrakt

Nedílnou součástí regenerace každého industriálního sídla je péče o budovy, které se na těchto postižených územích nacházejí. V rámci rozvoje kraje a města jsou tyto budovy určeny k rekonstrukcím a sanacím, konverzi. Součástí všech zásahů u těchto budov je mj. stanovení nové stavebně energetické koncepce, s ohledem na platnou tepelně technickou a energetickou legislativu. Pro hodnocení budov, z hlediska jejich nové stavebně energetické koncepce, lze využít hodnotící nástroj, který využívá vícekritériální analýzy.

Abstract

Integral part of regeneration industry area is care of buildings. Within the frame of development of region and city is necessity services, repair and maintenance of this buildings. The paper is oriented up to problems heat engineering and energy of buildings on industry area. Part of paper is oriented on assessment of this buildings with using multicriterion analysis.

1 ÚVOD

Nedílnou součástí regenerace každého území postiženého zvýšenou průmyslovou činností je péče o budovy, které se na těchto postižených územích nacházejí. V rámci rozvoje kraje a města jsou tyto budovy určeny k rekonstrukcím a sanacím, konverzi. Území postižená zvýšenou průmyslovou činností představují v celé České republice významný problém nejen z hlediska řešení škod vlastního území, ale i budov, které se na těchto územích nacházejí.

1.1 Metodika hodnocení budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností

Velkou pozornost je potřeba věnovat metodice, která se při využitelnosti budov industriálních sídel uplatňuje a zavádí. Problematika regenerace území postiženého zvýšenou průmyslovou činností se dotýká řady oblastí, jako je např. problematika regenerace území, problematika sociální a společenské a v neposlední řadě oblast technická. Posuzujeme nejen industriální území jako plochu (známo též pod názvem „brownfield“), ale i řadu budov, které se na těchto územích nacházejí. Při hodnocení budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností je potřeba posuzovat budovy z hlediska jejich dalšího možného uplatnění ze dvou základních hledisek, a to: z hlediska stavebně technického a z hlediska stavebně energetické koncepce [1].

Budovy, které se na území se zvýšenou průmyslovou činností nacházejí lze rozdělit do tří skupin. Přehled rozdělení budov uvádí Tab.1.

¹ Doc. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D., Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 306, e-mail: darja.kubeckova.skulinova@vsb.cz.

Tab.1: Budovy industriálního sídla a jejich základní rozdělení.

Budova a její hodnota		
1. skupina budov	2. skupina budov	3. skupina budov
Budovy památkově chráněné (např. z důvodu technologie, která zde v minulosti probíhala nebo strojního vybavení, apod.)	Budovy, které nespadají do kategorie památkově chráněných objektů; jsou realizované převážně v druhé polovině minulého století, jsou zachovalé a mají nového investora a tím i svoji novou funkci.	Budovy, které nespadají do kategorie památkově chráněných objektů; jsou realizované zejména na přelomu minulého století nebo v druhé polovině minulého století, jsou značně zchátralé a nemají nového investora a tím zcela postrádají svoji novou funkci.
Budovy slouží zpravidla k prohlídkám, jsou součástí muzeí, např. Muzeum Lanek.	Budovy, které sloužily zpravidla pro správní a administrativní účely, bytové domy, panelová bytová výstavba.	Zpravidla se jedná o budovy, které jsou určeny k demolicím nebo jejich sanace by byla neekonomická.
Hodnota zejména kulturní, společenská, ekonomická.	Hodnota ekonomická; Budova po sanaci a rekonstrukci nadále přináší užitek i zisk.	Hodnota prakticky nulová; budova bez společenského, kulturního a ekonomického přínosu.

2 VÍCEKRITERIÁLNÍ ANALÝZA

Jednou z možných variant posuzování budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností je uplatnění úloh vícekritériálního rozhodování. Teorie vícekritériálního rozhodování je založena na matematickém modelování. Podstatou úloh vícekritériálního rozhodování je konečné, optimální rozhodnutí, čímž rozumíme vybrání jedné varianty ze seznamu v dané situaci potencionálně realizovatelných variant. Vícekritériální rozhodování vzniká všude tam, kde rozhodovatel hodnotí důsledky své volby dle několika kritérií, a to: kvantitativních (zpravidla se vyjadřují v přirozených stupnicích, hovoříme také o číselných kritériích) nebo kvalitativních (zpravidla se zavádí vhodná stupnice např. klasifikační nebo stupnice velmi vysoký-vysoký-průměrný-nízký-velmi nízký). Současně je definován směr lepšího hodnocení, tj. zda je lepší maximální nebo minimální hodnota. Případem formulované úlohy může být i požadavek na seřazení rozhodovacích variant podle pořadí [2].

Základní motivy pro použití exaktních přístupů v procesu rozhodování spočívají zejména v oblastech, kdy je potřeba snížit rizika nesprávných rozhodnutí a umožnit experimentování v oblasti ekonomické, technicko ekonomické i sociální. Rozhodování stanovujeme podle jednoho kritéria nebo podle více kritérií, tj. monokritériální řešení x multikritériální řešení.

Problematické vícekritériálního rozhodování se věnuje řada odborných a vědeckých publikací. V zahraničí je vícekritériální rozhodování známé pod názvem Multi-criterion Decision Analysis.

Vícekritériální analýzy a vícekritériálního rozhodování bylo využito v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS na FAST VŠB-TUO Katedře pozemního stavitelství při řešení výzkumného úkolu „Hodnocení budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností z hlediska jejich stavebně energetické koncepce (viz www.cideas.cz, řešení úkolu 1.2.3 Management a údržba budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností a řešení úkolu 1.2.3.2 Vícekritériální rozhodování při stanovení využitelnosti budov na těchto plochách).

Hodnocení se vztahovalo k 5-ti vybraným budovám (nazýváno též zástupci budov na území se zvýšenou průmyslovou činností; v daném případě území Ostravy). Hodnocené budovy byly postaveny v různém konstrukčním systému a různém materiálovém řešení. Převážně se jednalo o budovy, které byly postaveny v druhé polovině minulého století a můžeme je charakterizovat jako

prefabrikované konstrukce montované v konstrukčním systému stěnovém a skeletovém; a konstrukce v konstrukčním systému stěnovém, zděné. Přehled hodnocených budov č.1 až 5 je uveden v Tab.2.

Tab.2: Hodnocené budovy.

Budova	Původní využití budovy / konstrukční systém	Lokalita	Nové využití budovy
1.	Správně administrativní budova; konstrukční systém montovaný skeletový.	Ostrava - Přívoz	Administrativa a bydlení
2.	Základní škola; konstrukční systém montovaný skeletový.	Ostrava - Poruba	Budova vysokého školství
3.	Bytový dům; konstrukční systém montovaný stěnový (panelový).	Ostrava - Poruba	Bytový dům
4.	Bytový dům; konstrukční systém stěnový zděný (památkově chráněná budova).	Ostrava - Hrabůvka	Bytový dům
5.	Administrativní budova; konstrukční systém stěnový zděný.	Ostrava - Přívoz	Bytový dům

Budovy č.1 až 5 (viz Tab.2) byly nejprve hodnoceny z hlediska aktuálního stavebně technického stavu (tzn. na základě stavebně technického průzkumu a posouzení, vč. potřebné diagnostiky je potřeba definovat, zda je budova vhodná pro další sanace a konverze) a dále byly budovy hodnoceny z hlediska jejich stávající stavebně energetické koncepce a z hlediska nové stavebně energetické koncepce, která zahrnuje dvě možné varianty zlepšení, v souladu se současně platnou tepelně technickou a energetickou legislativou. Výstupem tohoto hodnocení je získání základního přehledu o budově z hlediska jejího možného dalšího využití a přehledu o předpokládaných investičních nákladech vynaložených nejen na zlepšení stavebně technického stavu, ale zejména stavebně energetického stavu, kdy budova získá průkaz energetické náročnosti budovy (ENB) stávajícího stavu a ENB pro dvě uvažovaná variantní řešení pro zlepšení stavebně energetické koncepce budovy, přičemž v předkládaných variantních řešeních se uvažuje přípustná klasifikační třída A až C po provedené sanaci (pozn.: klasifikační třídy jsou stanoveny A až G, viz [3], [7] ; od 1.1.2009 je průkaz ENB součástí projektové dokumentace části D – Dokladová část, dle Vyhlášky č. 499/2006 Sb.). Potencionální investor získá přehled o předpokládaných investičních nákladech na sanaci, vč. návratnosti vložených investic. Příklad výstupu hodnocení budov je uveden na Obr.1. U hodnocené budovy na území se zvýšenou průmyslovou činností jsou současně definovány možné vlivy industriálního území, na kterém se budova nachází, jako je například poddolované území, výskyt metanu, zvýšená hladina podzemní vody, kontaminace půdy, apod.

2.1 Stavebně energetická koncepce budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností a jejich hodnocení s využitím vícekritériální analýzy

Zavedení a hodnocení stavebně energetické koncepce budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností není náhodné. Vychází ze současné legislativy a cílů společnosti, mezi které patří u budov nových i budov rekonstruovaných a sanovaných přijímat taková stavebně technická a stavebně energetická opatření, která vedou k úsporám energie. Zohlednění nové stavebně energetické koncepce budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností vede k úsporám energie, což je v souladu s cíli energetické koncepce nejen České republiky, ale i všech zemí Evropské unie. Současně jsou plněny požadavky vyjádřené ve Směrnici o energetické náročnosti budovy (EPBD Energy Performance Building Directive). Tato směrnice sama o sobě žádná společná kritéria nestanovuje, nýbrž ukládá povinnost členským zemím energetickou náročnost budov hodnotit [3], [5]. Promyšlená stavebně energetická koncepce přispívá k tomu, že vlastní modernizace a sanace budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností vede k dosažení kvalitního energetického standardu.

Původní adresa	<p>výstavby, původním účelem budovy, současné využití a stávajícího vlastníka.</p>
	
Název Objektu	Administrativní centrum dolu Odra
Lokalita	ul. Křižanova 3, p. 1097 702 00, Ostrava – Přívoz
Správce / Vlastník	Soukromý investor
Rok výstavby	r. 1972
Doba používání	do r. 1997
Původní účel	administrativní centrum

<p>Část B: charakterizuje území, možné vlivy území, konstrukční řešení budovy, vady a poruchy.</p>	<p>území poddoložené území záplavová oblast chátrající průmyslová oblast montovaný železobetonový skelet konstrukční území MS - (KO) obvodový plášť z lehkých betónových panelů v kombinaci se svislými keramickými panely, jednoplašťová střecha, otvory vyplněné tvrdě zjednotě kovová a balkónové dveře a jednoduché kovové dveře prosklené jedním sklem</p>
<p>Vady a poruchy</p>	<p>nedostatečné tepelné technické vlastnosti ochlazovaných konstrukcí, nefunkční rozvody</p>

Okrajové podmínky výpočtu			
Venkovní prostředí	Vnitřní prostředí		
Teplotní oblast	II.	Teplota ϑ_{in} (kancelář, jídelna, zasedací síň, pokoj)	20°C
Teplota ϑ_{ex}	-15°C	Teplota ϑ_{in} (chodby, vstup, schodiště)	15°C
Vlhkost φ	84 %	Vlhkost φ	50 %
Průměrná teplota	9,2°C	Bezpečnostní teplota	5 %

		(stavající stav a dvě variantní řešení)				délka [m]	návrh [rok]
Konstrukce	[mm]						
střešní nad 6.NP a 7.NP	461,7	+ 110 mm EPS + 180 mm EPS	0,24 0,16	$U_s =$ $U_A =$	0,8 73,9	554,1 686,1	25
střešní nad 3.NP	148,5	stávající + 110 mm EPS + 190 mm EPS	0,76 0,24 0,16	$U_s =$ $U_A =$	112,9 35,6 23,8	178,2 233,1	23
plášť z boletkových panelů	730,0	Kingspan 50 + 120 mm MW	1,07	U_s U_A	781,1		
plášť z keramických panelů	934,2	Ytong +150 EPS stávající + 80 EPS	0,16 1,64 0,38	$U_s =$ $U_A =$ $U_A = 0,24$	146,0 116,8 1592,1	3 066,0 3 671,5	35
prosklené výplně otvorů	939,8	+ 140 EPS stávající plastové s dvojitým stávající	0,38 2,30 1,40 1,10 1,20	$U_s = 1,70$ $U_A = 1,20$	356,5 1 513,1 2 067,6 1 188,9	1 011,7 1 267,7 2 349,5	12
podlahy podsklep.	610,1	+ 50 mm MW + 80 mm MW	0,60 0,40	$U_s = 0,85$ $U_A = 0,60$	250,1 201,7	640,6 732,1	30

Energetika budovy			
	původní stav	varianta 1 (požad.)	varianta 2 (dopor.)
objem budovy V		12 401,1 m³	
ochlazená plocha konstrukcí A		3824,3 m²	
H _z	6705,9 W.K⁻¹	2411,8	1838,5
U _{tot}	1,75 W.m².K⁻¹	0,63 W.m².K⁻¹	0,48 W.m².K⁻¹
max.U _{tot}		0,79 W.m².K⁻¹	
klasifikační třída	F	C	C
srovn. hodnocení	velmi nehosopodám	vyhovující	Vyhovující
Váha [K ₁]		1 330 400	9 662 400
Náhrady [rybk]		22 let	25 let

Opis práce						Jednotka	Množství	Cena za jednotku	Hodnota v Kč
oprava	náklady	vratnost							
oprava otopné plochy	ano	650,00 Kč	11						
doplňení rozvodu	novou izolací	ano	50,00 Kč	6					
vyregulování srazky, armatury	(*) doplnění	ano	70,00 Kč	4				36%	
termoregulační systémy	ano	230,00 Kč	7						
teplostní regulace	tabulaz, řídicí systém	ano (IRC)	1.300,00 Kč	10					
instalace (TV)	do zařízení (okna)	ano	650,00 Kč	13				50%	
instalace (kuchyň)	do zařízení (okna)	ano	150,00 Kč	7				20%	
základny		2.500,00 Kč	nenávratně					0.10%	

Obr. 1: Příklad katalogového listu hodnocené budovy na území se zvýšenou průmyslovou činností z hlediska stávající a nové stavebně energetické koncepce (obrázek uvádí hodnocenou budovu s označením č. 1 dle Tab. 2, [3]).

(Katalogový list se skládá z několika základních částí A až F, přičemž část A až C je popisného charakteru, a část E až F je část výpočtová.)

2.1.1 Hodnotící model

Na každém území se zvýšenou průmyslovou činností se nachází určitý n -počet budov. Pro hodnocení n -počtu budov na sledovaném území byl sestaven hodnotící model (viz Obr.2) [4], který je založen na principech vícekriteriálního hodnocení a vícekriteriálního rozhodování.

Sestavený hodnotící model je uživatelsky přístupný zejména pro státní správu, vlastníky budov i nové potencionální investory. Výstupy z hodnotícího modelu poskytnou přehled o celkových investičních nákladech, celkových úsporách a návratnosti, efektivnosti (efektivnost je dána podílem celkových úspor k nákladům), výsledné pořadí hodnocených budov.

Předpokladem hodnocení jsou zpracované katalogové listy budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností (viz Obr.1). Vlastní hodnocení probíhá při podpoře MS Excel. Práce s hodnotícím modelem předpokládá týmovou práci, kdy alespoň jeden hodnotitel koordinuje práci s modelem, v souladu s platnou legislativou z oblasti stavebně konstrukční a oblasti stavebně energetické. Schéma hodnotícího modelu je uvedeno na Obr.2 a zahrnuje tři základní úrovně.

1. úroveň:

- Definování takových stavebně konstrukčních a materiálových opatření, která vedou ke snížení tepelných ztrát budovy a k energetickým úsporám. Tato opatření se vztahují u každé budovy k hodnocení konstrukce: střecha, obvodový plášť, výplně otvorů, podlaha nad 1.PP.
- Hodnocení energetiky budovy uvažuje původní stav budovy a varianty přijatých opatření, která vedou ke zlepšení stavebně energetické koncepce budovy, přičemž výsledkem je klasifikační třída definovaná v souladu s platnou legislativou. Součástí výsledků je dále definování nákladů [Kč] a návratnosti [roky].
- Definování opatření, která vedou ke snížení energetické náročnosti budovy (zejména opatření z oblasti technického zařízení budov). Tato opatření se vztahují k možným úpravám jako je např. doplnění rozvodů tepelnou izolací, vyregulování otopné soustavy, osazení termoregulačních ventilů, instalaci regulačního uzlu na patě domu. Výsledkem je přehled o nákladech na zlepšení [Kč], návratnosti [roky], a úspoře [%].

2. úroveň:

- Sestavení hodnotící modelu a zadání vstupních dat, zadávání váhy, klasifikace, práce s modelem. Hodnotící model vychází ze základů vícekritériálního hodnocení, které je součástí analytického hierarchického procesu (Analytic Hierarchy Process).

Práce s hodnotícím modelem zahrnuje:

- a) teoretické základy a principy vícekritériálního hodnocení variant,
- b) definování kritérií (n – počet kritérií), popis kritérií, charakteristika,
- c) práce s modelem – transformace dat,
- d) definování váhy kritérií; Saatyho postup, Saatyho matice, určení váhy kritérií z matice párových porovnání. Při vytváření párových srovnání $S = (a_{ij})$, $i, j = 1, 2, 3, \dots, k$ se často používá stupnice 1, 2, 3, ..., 9 a reciproké hodnoty. Prvky matice s_{ij} jsou prezentovány jako odhady podílu vah i -tého a j -tého kritéria [6].

$$s_{ij} = \frac{v_i}{v_j} \quad i, j = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

Tuto matici nazýváme Saatyho matice. Pro prvky matice platí:

$$\begin{aligned} s_{ii} &= 1 \quad i = 1, 2, \dots, k \\ s_{ji} &= \frac{1}{s_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, k \end{aligned} \quad (2)$$

Pro hodnocení existuje i odpovídající verbální stupnice:

- 1 Rovnocenná kritéria i a j
- 3 Slabě preferované kritérium i před j
- 5 Silně preferované kritérium i před j
- 7 Velmi silně preferované kritérium i před j
- 9 Absolutně preferované kritérium i před j

Hodnoty 2, 4, 6, 8 vyjadřují mezistupně verbální stupnice. Platí, že prvky matice A jako odhady podílu vah nejsou většinou plně konzistentní, tzn. že neplatí $s_{hj} = s_{hi} s_{ij}$ pro všechna $h, i, j = 1, 2, \dots, k$. Sestavíme-li matici $V = (v_{ij})$, jejíž prvky by byly skutečné podíly vah:

$$v_{ij} = \frac{v_i}{v_j} \quad i, j = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

e) potom by pro tyto prvky platilo $v_{hj} = v_{hi} v_{ij}$ pro všechna $h, i, j = 1, 2, \dots, k$, [6].

Dle Saatyho se pro odhad vah zavádí vektor, který odpovídá největšímu vlastnímu číslu matice A . Saatyho metody patří mezi nejčastěji používané metody u vícekritériálního hodnocení a jsou používány i v postupu analytického hierarchického procesu (Analytic Hierarchy Process, AHP [6]).

3. úroveň:

- Vstupy zjišťujeme ze zpracovaných katalogových listů (příklad je uveden na Obr.1), vytvořených dle metodiky hodnocení budov industriálních ploch (viz www.cideas.cz, Technický list TL 1.2.3 a Technický list TL 1.2.3.2, vč. výstupů z dílčích výzkumných zpráv zpracovaných v letech 2007 až 2008). Tabulkově seřazena data z katalogových listů definujeme jako maticovou tabulku, tj. maticovou tabulku základních vstupních údajů dle výsledků uvedených v katalogových listech.
- Maticová tabulka vstupních údajů je rozdělena na dvě základní části, a to na oblast stavebně energetické koncepce a oblast technického zařízení budov (Viz Tab.3).
- Klasifikační stupnice vícekritériálního hodnocení je stanovena na 1 až 10.
- Při určování váhy a při aplikaci vícekritériálního hodnocení v souborů ukazatelů kritérií nemají všechny prvky množiny stejný relativní význam ve vztahu ke konkrétnímu řešenému problému. Relativní, vzájemně poměrný význam „důležitost“ se označuje jako váha kritéria w_j (parameter weights). Tato váha poskytuje informaci o relativní důležitosti jednotlivých ukazatelů kritérií v rámci dané množiny P_1, \dots, P_n , [4].

Tab.3: Maticová tabulka vstupních údajů (data z katalogových listů), [3],[4].

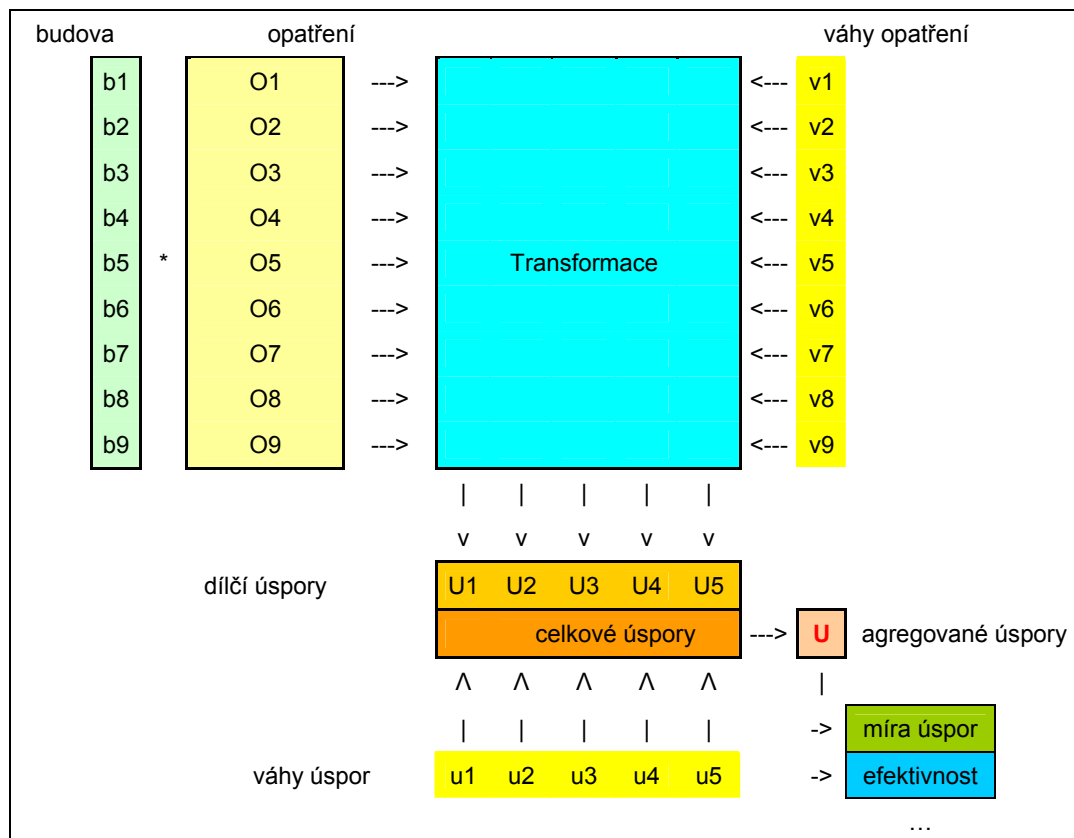
B	B1			B2			B3			B4			B5					SEK		
	T06B	r	%	MS-OB	r	%	MSKO	r	%	Jub.	r	%	Kok.	r	%	Na	Np	Ue	Npr	Ž
O1	30,000	4	35	70,000	4	38	50,000	6	36				35,000	5	33	7	8	8	10	10
O2	25,000	2	35	35,000	3	38										10	8	10	8	5
O3	30,000	3	35	45,000	4	38	70,000	4	36				25,000	2	33	9	8	9	6	4
O4	60,000	4	35	180,000	7	38	230,000	7	36				45,000	4	33	8	8	7	9	7
O5				1,100,000	9	38	1,300,000	10	36				170,000	11	33	6	7	3	8	4
O6							650,000	11	36				150,000	11	33	4	6	4	10	8
O7							650,000	13	50	220,000	13	50	250,000	13	50	5	10	5	8	10
O8							150,000	7	20							3	3	6	8	10
O9							2,500,000									1	1	1	9	8
																K	=	Ú		

Definování možných opatření:

O1	Doplnění rozvodů tepelnou izolací	U1	Návratnost [roky]
O2	Instalace regulačního uzlu na patě domu	U2	Náklady na pořízení [Kč]
O3	Vyregulování soustavy	U3	Úspora energie [%]
O4	Termoregulační ventily	U4	Náklady na provoz [Kč]
O5	Teplotní snímače, kabeláž	U5	Životnost [roky]
O6	Úprava otopné plochy		
O7	Instalace solárního zařízení (ohřev TV)		
O8	Instalace solárního zařízení (teperatury objektu)		
O9	Instalace fotovoltaického zařízení		

B1 až B_n Hodnocené budovy, SEK Stavebně energetická koncepce

Po zadání vstupních dat (viz Tab.3) chápeme hodnotící model jako nástroj, který přispívá k objektivnímu rozhodování. V sestaveném modelu jsou váhy úspor a váhy opatření nastaveny jako stejné. Váhy relativní významnosti některých opatření mohou být nastaveny v rámci daných opatření větší než váhy jiných opatření a totéž platí pro váhy úspor (z čehož vyplývá, že tyto váhy je možné snadno změnit). Ke správnému nastavení využíváme párového porovnání (lze také využít softwarové podpory „Expert Choice“).



Obr.2: Sestavení modelu, transformace dat (Kubečková Skulinová, D., Ramík, J, [4].).

Porovnání v hodnotícím modelu může být nastaveno dvěma způsoby:

1. absolutní porovnání, kdy alternativy jsou porovnávány zavedeným standardem, který byl vytvořen zpravidla na základě zkušenosti či vzorových hodnot. Kritériem, podle kterého se absolutně hodnotí, se nazývá kardinální kritériem. Jedná se tedy o absolutní hodnocení prvků z k -té úrovně hierarchické úrovně L_k vzhledem k danému prvku z nadřazené úrovně vzhledem z nadřazené úrovně L_{k-1} , [4].
2. relativní porovnání, kdy alternativy jsou srovnávány párově. Výsledkem je relativní ohodnocení ve tvaru vah w_{ki} pro každý prvek i z k -té hierarchické úrovně L_k vzhledem k danému prvku z nadřazené úrovně L_{k-1} . Při párovém porovnání jsou prvky i a j z L_k porovnávány s ohledem na vlastnost, která je jim společná. Výsledkem je odhad poměru w_{ki} / w_{kj} , (v) pomocí základní stupnice. Postupným porovnáváním dostaneme matici párových porovnání a z ní maximální vlastní číslo, následně i vlastní vektor, jehož normalizací získáme požadované váhy w_{ki} .

Tab. 4: Data hodnotícího modelu-absolutní model.

Opatření	Váhy	U1	U2	U3	U4	U5
	Opatření	Návratnost	Úsp.nákl.na pořiz.	Úspora energie	Úsp.nákl. na provoz	Životnost
O1	1	7	8	8	10	10
O2	1	10	8	10	8	5
O3	1	9	8	9	6	4
O4	1	8	8	7	9	7
O5	1	6	7	3	8	4
O6	1	4	6	4	10	8
O7	1	5	10	5	8	10
O8	1	3	3	6	8	10
O9	1	1	1	1	9	8
Sumy	9	53	59	53	76	66
Váhy úspor		1	1	1	1	1

Jsou zadávány váhy opatření a váhy úspor na stupnici 1 až 10.

Tab.5: Hodnocené budovy B1 až B5 (dle Tab.2).

Budovy (tis.Kč)					
	B1	B2	B3	B4	B5
	T06B	MO-OB	MS-KO	Jubilejní	Koksární
1	30	70	50	0	35
2	25	35	0	0	0
3	30	45	70	0	25
4	60	180	230	0	45
5	0	1100	1300	0	170
6	0	0	650	0	150
7	0	0	650	220	250
8	0	0	150	0	0
9	0	0	2500	0	0
Σ	145	1430	5600	220	675
Objem budovy	2574	353366	12411	2056	1330
Ochlazovaná plocha	966,2	14981	381	735,5	1159

Na základě Tab.5 definujeme matici hodnocených budov (budovy / tis. Kč)

✓ Absolutní model úspor

Tab.6: Model úspor se zadáním váhy.

W = matice úspor						
Opatření	V = váhy					
	Opatření	Návratnost	Úspory na pořízení	Úspora energie	Úspory na provoz	Životnost
O1	0,11111	7	8	8	10	10
O2	0,11111	10	8	10	8	5
O3	0,11111	9	8	9	6	4
O4	0,11111	8	8	7	9	7
O5	0,11111	6	7	3	8	4
O6	0,11111	4	6	4	10	8
O7	0,11111	5	10	5	8	10
O8	0,11111	3	3	6	8	10
O9	0,11111	1	1	1	9	8
u = váhy úspor		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

V modelu úspor (viz Tab.6) je váha v matici úspor nastavena na hodnotu 0,1.

Při využití hodnotícího modelu získáme výsledek, tj. přehled, jak nejlépe budovy sanovat a rekonstruovat tak, aby efektivnost v celkových energetických úsporách byla co největší, při nejkratší návratnosti vložených investičních prostředků, přičemž je v maximální možné míře zohledněno hledisko nové stavebně energetické koncepce (viz Tab.7 až Tab.9).

Tab.7: Míra úspor vzhledem k objemu budovy a pořadí efektivnosti.

Míra úspor vzhledem k objemu budovy					
Budova	T06B	MS-OB	MS-KO	Jubilejní	Koksární
Celk.úspory	127	975	3334	186	516
Rel.hodn.	0,050	0,028	0,269	0,090	0,388
Pořadí	4	5	2	3	1
Náklady	145	1430	5600	220	675
Celk.úspory= $\text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i$					
Rel.hodn. = $\text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i / \text{Objem} B_i$					
Efektivnost	0,879	0,682	0,595	0,844	0,764
Pořadí	1	4	5	2	3
Efektivnost = Celk.úspory/Náklady					

✓ Relativní model

Tab.8: Relativní hodnota míry úspor.

Míra úspor = $10000 \cdot \text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i$					
Budova	T06B	MS-OB	MS-KO	Jubilejní	Koksární
Hodnota	146,3	111,4	93,3	136,7	123,7
Pořadí	1	4	5	2	3
Hodnota = $10000 \cdot \text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i$					

Tab.9: Celkový přehled výstupů.

Budova	T06B	MS-OB	MS-KO	Jubilejní	Koksární
Celk.úspory	127	975	3334	186	516
Rel. Hodn.	0,050	0,028	0,269	0,090	0,338
Pořadí	4	5	2	3	1
Náklady	145	1430	5600	220	675
Celkové úspory = $\text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i$					
Rel.hodnota = $\text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i / \text{objem } B_i$					
Efektivnost	0,879	0,682	0,595	0,844	0,764
Pořadí	1	4	5	2	3
Efektivnost = celk.úspory / náklady					
Míra úspor = $10000 \cdot \text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i$					
Hodnota	146,3	114,4	93,3	136,7	123,7
Pořadí	1	4	5	2	3
Hodnota = $10000 \cdot \text{diag}(v) \cdot W \cdot u \cdot B_i$					

3 ZÁVĚR

Metodou vícekritériálního hodnocení byla posuzována řada projektů; pro příklad lze uvést posuzování protipovodňových a revitalizačních opatření na malých vodních tocích [Říha, „Applikace rizikové analýzy při posuzování protipovodňových opatření“, 2001], hodnocení vlivů investic na životní prostředí [Říha, „Hodnocení vlivu investic na životní prostředí-vícekritériální analýza a EIA“, 1995], apod. Vícekritériální hodnocení a rozhodování lze uplatnit při hodnocení sanačních projektů budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností.

Z uvedené aplikace vícekritériální analýzy a výstupů z hodnotícího modelu při hodnocení budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností je zřejmé, že předkládaný postup poskytuje ucelený přehled o daném území, jeho složitosti; současně přispívá k objektivizaci rozhodnutí, jak dále nakládat a postupovat s budovy, které se na území nacházejí.

PODĚKOVÁNÍ

Tento výsledek byl získán za finančního přispění MŠMT ČR, projekt IM6840770001, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

LITERATURA

- [1] KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ, D., KUBENKOVÁ, D.: *Snižování energetické náročnosti budov, udržitelná výstavba*, Vyadala Polska Akademia Nauk, oddział w Katowicach, Komisija Inżynierii Budowlanej, Roczniki Inżynierii Budowlanej, Zeszyt 6, Katowice-Opole, ISSN 1505-8425, str.117-125, 2006
- [2] KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ, D.: *Management a údržba panelového bytového fondu, posuzování investičních projektů vícekritériální analýzou*, Sborník vědeckých prací FAST VŠB-TUO, 12/2005, ISBN 80-248-0997-4
- [3] KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ, D., KUBENKOVÁ, K., GALDA, Z.: *Technické listy z let 2005-2008*, www.cideas.cz, řešení úkolu 1.2.3 *Management a údržba budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností*, ISBN 80-01-03631-6
- [4] KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ, D., RAMÍK, J.: *Hodnotící model pro hodnocení budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností z hlediska stavebně energetické koncepce*, Technický list 1.2.3.2, www.cideas.cz, 2008-2009
- [5] KUBEČKOVÁ, D.: *Bytová výstavba v Ostravě v druhé polovině minulého století, vady a poruchy*, FAST VŠB-TUO, 02/2008 ISBN 978-80-248-1718-7, Ostrava
- [6] Fiala, P., Jablonský, J., Maňas, M.: *Vícekritériální rozhodování*, VŠE Praha, 1997
- [7] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky, 2002-2007

Oponentní posudek vypracoval:

Prof. Ing. Petr hájek, CSc., ČVUT Praha, Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6