

ANALÝZA MOŽNÝCH CHYB A JEJICH DŮSLEDKŮ

POMOCÍ METODY FMEA

Jana Nováčková¹

Abstrakt

Analýza možných chyb a jejich důsledků (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis) patří k obecným metodám preventivního zabezpečování jakosti. Analyzuje možnosti chyb a jejich důsledky v časném stadiu vývoje a výroby, aby umožnila včasné zvýšení jakosti. Její využití je však nezávislé na oboru uplatnění. Je univerzálně použitelná pro jakékoli produkty, procesy a systémy. Vždy je základem formulář nebo diagram, který je nápomocný při jednotlivých krocích, zajišťuje přehlednost a efektivitu při řešení daných situací. Tuto metodu je možné aplikovat také na analýzu stavu budovy, odhad nákladů na opravu a stanovení účinnosti plánované rekonstrukce.

1 ÚVOD

Analýza možných chyb a jejich důsledků (FMEA) patří k metodám preventivního zabezpečování jakosti. Analyzuje možnosti chyb a jejich důsledky v ranném stadiu vývoje a výroby, aby umožnila včasné zvýšení jakosti a spolehlivosti produktu i procesu.

Tato metoda byla vyvinuta v 60. letech NASA za účelem snížení potenciálního rizika poruch pomocí systematické analýzy projektovaného systému a jeho preventivními úpravami. Původně byla určena k využívání při projektování výrobků (FMEA-konstrukce) a výrobních a montážních postupů (FMEA-technologie). Její využití je však nezávislé na oboru uplatnění. Je univerzálně použitelná pro jakékoli produkty, procesy a systémy.

Úkolem FMEA je rozpoznat všechny podstatné chyby za předpokladu nejnižších nákladů. Je však nezbytné, aby byla do projektu začleněna již od počátku řešení daného projektu. Současně musí být podpořena týmem pracovníků, kteří zastupují různé vědomostní obory a jsou vedeni koordinátorem, který zajišťuje přípravné práce, dokumentuje výsledky týmu a eviduje a následně zavádí příslušná zlepšení. Vždy se postupuje induktivně, tedy od jednotlivých prvků k celku.

Metoda je aplikována v několika krocích:

- shromažďování základních údajů – identifikace, rozložení na dílčí prvky a popis jejich funkce ve vztahu k celku,
- analýza chyb – potenciální chyby, následky chyb a potenciální příčiny chyb,
- hodnocení chyb – pravděpodobnost výskytu (P), význam a odhalení chyby (V), pravděpodobnost odhalení chyby(O),
- hodnocení prostřednictvím prioritně rizikostního čísla ($PRČ=P*V*O$),
- optimalizace konceptu – havarijní opatření nebo zlepšující přístupy,
- zhodnocení výsledku – podklad pro hledání dalších chyb a zavedení zlepšení.

¹ Ing. Jana Nováčková, VUT v Brně, FAST, ÚSI, Údolní 244/53, 602 00 Brno, jananova@email.cz

Prioritně rizikostní číslo *PRČ* se vypočítá pro všechny příčiny chyb násobením právě platných hodnotících bodů. pro výskyt *P*, význam *V* a odhalení *O*. *PRČ* je mírou pro stanovní rizika. Proto je nutné brát v úvahu všechny příčiny chyb s vysokým *PRČ* a vypracovat řadu vhodných optimalizačních opatření.

Nezávisle na *PRČ* by měla být posuzována také jednotlivá ocenění chyb. Při vysokých hodnotách *P* se chyba vyskytuje velmi často a je nutné ji přednostně odstranit. Vysoké hodnoty *V* mohou způsobit značné reklamace zákazníků, proto musí dojít ke koncepční změně. Koncepčně slabá místa naopak signalizují vysoké hodnoty *O*. Prostřednictvím zavedených opatření jsou zlepšeny chybné stavy. Toto zlepšení se opět vyšetřuje na své možnosti chyb stanovením *P*, *V*, *O* a *PRČ*.

Tato metoda je v současné době aplikována v různých odvětvích (strojírenství, ekonomika a management, stavebnictví, atd.). Napomáhá ke zvyšování bezpečnosti funkce a spolehlivosti výrobku, snížení záručních a pozáručních nákladů, zajištění lepší termínové kázně, hospodárnosti, atd.

Vždy je základem formulář, který je nápomocný při jednotlivých krocích, zajišťuje přehlednost a efektivitu při řešení daných situací.

FMEA formulář				Základní údaje				
				identifikace systému: zúčastněné obory: zpracováno: dne:				
atribut/způsob výroby	potenciální chyba	potenciální následek chyby	potenciální příčiny chyby	současný stav preventivní a kontrolní opatření	doporučená havarijní opatření	závazný termín	zlepšený stav vhodná opatření	
				$PRČ=P*V*O$			$PRČ=P*V*O$	
analýza chyb				současný stav	zlepšený stav			
				hodnocení chyb				
				hodnocené údaje	optimalizace konceptu			
					navrhované aktivity	zhodnocení výsledku		
				PRČ			PRČ	

Aplikací metody FMEA na analýzu stavu budovy a odhad nákladů na opravu se zabývá v rámci grantu č. 103/02/1252/A-GA ČR skupina řešitelů pod vedením Doc. Ing. Lubomíra Mikše, CSc. Dílčí výsledky řešení byly prezentovány v publikaci [2].

Pravděpodobnost vzniku poruchy lze dle autorů nejlépe hodnotit zkušeností nebo zpracovaným souborem dat ze stavebních průzkumů vyšetřovaných staveb. Hodnocení pravděpodobnosti výskytu je potom volena dle stupnice od 1 do 10, kdy menší hodnota znamená nižší pravděpodobnost vzniku poruchy.

Pravděpodobnost výskytu vady - <i>P</i>	Kriterium (četnost výskytů)	Bodové hodnocení
velmi nízká	< 1/100	1
nízká	1/100	2
	1/75	3
střední	1/50	4
	1/30	5
	1/20	6
vysoká	1/15	7
	1/10	8
velmi vysoká	1/5	9
	1/2	10

Pro důsledky poruchy je také stanovena stupnice 1 až 10, kde nejvyšší hodnota znamená možnost zřícení budovy nebo její části, apod.

Význam vady - <i>V</i>	Kriterium	Bodové hodnocení
zanedbatelná vada	vada nemá na chování subjektu pozorovatelný vliv	1
nevýznamná vada	malé omezení funkčnosti	2
		3
středně těžká vada	částečné omezení funkčnosti	4
		5
		6
těžká vada	objekt neplní základní funkce, nejsou však porušeny bezpečnostní požadavky a zákonné předpisy	7
		8
kritická vada	ohrožení bezpečnosti uživatelů nebo porušení zákonných předpisů	9
		10

Riziko bude u staveb hodnoceno s přihlédnutím k možnosti odhalení vady nebo poruchy, která je důsledkem této vady. Zde samozřejmě platí, že při včasné identifikaci vady jsou důsledky eliminovány. Možnost odhalení poruchy je zde opět hodnoceno stupnicí 1 až 10.

Pravděpodobnost odhalení vady - <i>O</i>	Kriterium	Bodové hodnocení
vysoká	nad 99,99%. funkční vada, bude téměř jistě odhalena	1
		2
střední	nad 99,7%, vada se zjevnými příznaky	3
		4
		5
malá	alespoň 98%, příznak vady je lehce rozpoznatelný	6
		7
		8
velmi malá	alespoň 90%, příznak vady není lehce rozpoznatelný	9
zanedbatelná	vadu nelze odhalit, při výstavbě ani při kontrole se neprojeví	10

2 VÝCHOZÍ PODMÍNKY PRO PROVEDENÍ ANALÝZY

Při analýze rizika stavby je nutné vycházet z hodnocení technického stavu jednotlivých funkčních dílů stavby. Pravděpodobnost vzniku poruchy a důsledky tohoto stavu budou odlišné u různých druhů či typů staveb. Řešitelé grantu užívali modifikovanou metodu FMEA na soubor pod názvem „Starší městské budovy“, který je definován jako soubor městských budov bytové a občanské výstavby, které byly postavené na přelomu 19. a 20. století v letech 1890 až 1930. Funkčně byly vybrány budovy určené k bydlení nebo školství. Konstrukčně se jednalo o tři až pětipodlažní budovy, plně podsklepené, které byly zděné z plných cihel tloušťky stěn 450 až 750 mm.

3 METODICKÝ POSTUP

Prvním krokem je hodnocení obecného rizika daného souboru staveb. Ve vztahu k obecnému riziku staveb se následně zjišťuje riziko konkrétní budovy na základě jejího technického a stavebně historického průzkumu. Dále je pak stanoven hrubý odhad nákladů na snížení ukazatele rizika posuzované stavby.

Stanovení obecného rizika vychází z obecných poznatků o běžném stavu budov vymezeného souboru. Velikost rizika je vyjádřena ukazatelem rizika. Jeho číselná hodnota umožňuje sledovat účinnost rekonstrukce a porovnání stavu jednotlivých objektů. Ukazatel obecného rizika je obecnou charakteristikou průměrného stavu technické zanedbanosti a zahrnuje bezpečnostní, ekonomická i provozní rizika.

Při analýze rizik konkrétní budovy je nutné postupovat v několika krocích:

- vyšetření plošných a prostorových ukazatelů – jsou stanoveny užité a ostatní plochy, obestavěný prostor budovy a jejich součty. Ty pak slouží dále pro odhad ceny rekonstrukce a stanovení efektivnosti provedených prací.
- vyšetření budovy jako celku – přezkoumání projektové dokumentace původní stavby, přestaveb a rekonstrukcí. Je nutné prověřit také změny užívání a s tím spojené změny dispozice, nosných prvků nebo technického zabezpečení. Tento krok je rozhodující pro celý přístup k rekonstrukci.
- analýza funkčních dílů – posuzuje se rozsah a stupeň neshodnosti jednotlivých parametrů a hodnotí se stupnicí 1 až 10. Vyjadřujeme, zda se porucha nachází v celém rozsahu díla (hodnota 10), v některých jeho částech (hodnoty 9 – 1) nebo se zde nevyskytuje vůbec (hodnota 0). Stupeň neshody vyjadřuje vývojové stadium poruchy. Hodnota 1 je přiřazena počátečnímu stadium, např. vlasovým trhlinkám. Hodnota 10 vyjadřuje např. trhlinka způsobující destrukci prvku. Ukazatel rizika R_p vyjadřuje naléhavost rekonstrukce jednotlivých funkčních dílů a je podkladem k určení rozsahu rekonstrukce.

Na základě analýzy funkčních dílů je odhadnut rozsah nutné rekonstrukce jednotlivých dílů. Soustavou cenových ukazatelů je přiřazeným algoritmem odhadnuta cena předpokládané rekonstrukce (popřípadě na základě projektové dokumentace).

Účinnost rekonstrukce je následně vyhodnocena z ekonomické analýzy. Vstupními údaji je odhad nákladů rekonstrukce, snížení ukazatele rizika vlivem rekonstrukce a případně zvýšení standardu modernizací. Výstupem je číselná hodnota indexu účinnosti rekonstrukce, který udává poměr mezi dosaženým snížením ukazatele rizika a zvýšením standardu k vynaloženým nákladům. Tento index účinnosti je bezrozměrné číslo, pomocí něhož je možné porovnat realizované a plánované rekonstrukce. Vypovídací hodnotu však získá až po

zpracování analýz určitého souboru rekonstrukcí, které jsou jeho kalibrací. Řešitelé grantu dosáhli dosud zpracovaným objemem dat indexu účinnosti rekonstrukce v rozmezí 8 až 20.

4 PŘÍKLAD ANALÝZY STAVU BUDOVY A ODHADU NÁKLADŮ NA OPRAVU S VYUŽITÍM METODY FMEA

Vzhledem k tomu, že nemám k dispozici dostatečně velký soubor nemovitostí ani prostor k jejich zpracování, uvedu jako příklad přímo zpracovanou analýzu, která je představena v podkladě [2]. Týká se obytného domu, který byl postaven v roce 1909. Obestavěný prostor činí 8 090 m³. Reprodukční cena byla odhadnuta na 33,98 mil. Kč. Budova je v mírně lepším než obecném celkovém stavu. Některé díly vykazují výrazně vyšší riziko než průměrné, a je proto nutné provést jejich rekonstrukci.

Jak již bylo nastíněno výše, nejprve je nutné zpracovat základní charakteristiku stavby, která vymezuje její velikostní parametry.

Základní charakteristika stavby				
Podlaží	plocha podlaží (m²)	zastavěná plocha (m²)	konstrukční výška (m)	obestavěný prostor (m³)
suterén	152,80	198,40	2,70	535,60
přízemí	194,80	333,60	3,22	1074,20
1.NP	260,70	333,60	3,83	1277,70
2.NP	260,70	338,60	3,88	1313,70
3.NP	260,70	338,60	3,84	1300,20
4.NP	260,70	338,60	3,73	1263,00
Podkroví	258,20	331,00		1325,10
Celkem	1648,60	2212,40		8089,50

Tab. 1 Základní charakteristiky stavby

Následující tabulka č. 2 je analýzou funkčních dílů. V prvních sloupcích je uveden ukazatel obecného rizika, který se týká průměrného stavu vyšetřovaného souboru staveb popsaného výše. Jsou zde jednotlivé funkční díly, parametry a možné důsledky vad.

V následujících sloupcích je vyčíslen ukazatel rizika konkrétního objektu. Ve sloupci č.5 *v ýznam* se hodnotí význam vady z hlediska bezpečnosti, trvanlivosti a funkční schopnosti budovy. Nezávažnější vada má stanovenou hodnotu 10. Sloupec č. 6 *v ýskyt* uvádí četnost výskytu vady ve zkoumaném souboru. Ve sloupci č. 7 *odhalení* je hodnocena snadnost zjištění vady při běžném provozu a údržbě. Stupnice je pouze pětistupňová, nejsnáze zjiřitelné vady mají přiřazenou hodnotu 1. Sloupec č. 8 *riziko Rv* je součinem předchozích tří sloupců a jde o výpočtovou hodnotu bez věcně definovaného významu, která vstupuje do dalších výpočtů. Sloupec č. 9 *vyšetřit* je pomocným sloupcem, který umožňuje některé funkční díly nebo parametry z analýzy vyčlenit, pokud se např. v daném objektu nevyskytují (např. balkóny, terasy). *Ukazatel obecného rizika Ro* ve sloupci č. 10 charakterizuje míru rizika objektu daného souboru, jehož všechny parametry jsou z 50% vadné a míra jejich neshody s požadovaným stavem je taktéž 50%. Jedná se tedy o pomyslný průměrný stav, který umožňuje poměření s konkrétním stavem analyzované budovy.

Sloupce označené hodnocení po průzkumu vychází ze zjištění výsledků stavebně technického průzkumu. Ve sloupci č. 12 *rozsah* se uvádí poměrná část funkčního dílu vykazující vadu. Ve sloupci č. 13 *stupeň neshodnosti* je uvedena velikost odchylky od požadovaného stavu. *Ukazatel rizika R_p* ve sloupci č. 14 je součinem předchozích sloupců a poskytuje informace o stavu jednotlivých funkčních dílů i budovy jako celku při orientačním srovnání s ukazatelem obecného rizika.

V posledních sloupcích jsou údaje o předpokládané rekonstrukci včetně výpočtu ukazatele rizika po rekonstrukci a snížení ukazatele rizika. Ve sloupci č. 17 *rozsah* a č. 18 *stupeň neshodnosti* se hodnotí stav parametrů po rekonstrukci. Výsledkem je hodnota *ukazatele rizika R_r* ve sloupci č. 19. Poslední řádek tabulky udává procento snížení ukazatele rizika v důsledku předpokládané rekonstrukce.

Z důvodu nedostatku prostoru jsou v tabulce uvedeny pouze čtyři funkční díly stavby. Pro konkrétní výpočet je nutné vyjmenovat všechny části konstrukce.

*XVI. konference absolventů studia technického zručství s mezinárodní účastí
26. - 27. 1. 2007 v Brně*

Analýza funkčních dílů																			
č. FD	funkční díl	analyz. parametr	důsledek vady parametru	výpočtové riziko				výšetřit	ukazatel obecného rizika Ro	hodnocení průzkumu				předpoklad rekonstrukce					
				význam	výskyt	odhalení	riziko Rv			riziko Rv	rozsah	stupeň neshodnosti	ukazatel rizika Rp	rekonstrukce	riziko Rv	rozsah	stupeň neshodnosti	ukazatel rizika Rr	snížení rizika -AR
1	2	3	4	5	6	7	$8=5$ $*6*7$	9	10	$11=8$	12	13	$14=11*$ $12*13$	15	$16=11$	17	1 8	19	$20=19$ -14
01	základy vč. hydroizolací a suterénních konstrukcí	únosnost	trhliny, zřícení budovy	10	5	3	150	1	3750	150	2	3	675	výměna svodu, zaplnění trhlin	150	1	1	75	-600
		sedání	opadávání omítek	4	5	2	40	1	1000	40	8	8	2560	výměna svodu, zaplnění trhlin	40	1	2	80	-2480
			výkvěty	3	6	1	18	1	450	18	4	5	360	výměna svodu, zaplnění trhlin	18	2	2	72	-288
			ztížené využití prostor	4	6	2	48	1	1200	48	4	5	960	výměna svodu, zaplnění trhlin	48	2	1	96	-864
02	svislé konstrukce nosné	únosnost	deformace	10	3	2	60	1	1200	60	1	1	60		60	1	1	60	0
		tepelný odpor	plísňě, ekonomika	6	6	2	72	1	1500	72	5	3	1080		72	1	1	72	-1008
		difúzní odpor	plísňě, biolog. koroze	4	1	3	12	1	1800	12	0	0	0		12	0	1	0	0

*XVI. konference absolventů studia technického znanectví s mezinárodní účastí
26. - 27. 1. 2007 v Brně*

		vzducho- vá neprů- zvučnost	pohoda prostředí	5	3	2	30	1	300	30	10	1	300		30	10	1	300	0
03	svislé konstrukce nenosné vč. obvodových plášťů	únosnost	trhliny, deformace	3	5	2	30	1	750	30	2	2	120		30	2	2	120	0
		tepelný odpor	plísňě, ekonomika	6	6	2	72	1	750	72	10	3	2160		72	10	3	2160	0
		difúzní odpor	plísňě, biolog.koroze	4	1	3	12	1	1800	12	0	0	0		12	0	0	0	0
		vzducho- vá neprů- zvučnost	pohoda prostředí	6	4	2	48	1	300	48	10	1	480		48	10	1	480	0
04	stropní konstrukce	průhyb, únosnost	trhliny, deformace	8	6	2	96	1	2400	96	5	5	2400		96	5	5	2400	0
		kmitání	bezpečnost, pohoda prostředí	6	4	2	48	1	1200	48	5	3	720		48	5	3	720	0
		tepelný odpor	ekonomika	5	2	3	30	1	750	30	2	8	480	doplnění tepelné izolace	30	1	8	240	-240
		difúzní odpor	plísňě, biolog. koroze	4	1	3	12	1	300	12	0	0	0		12	0	0	0	0
		vzducho- vá neprů- zvučnost	pohoda prostředí	6	4	2	48	1	1200	48	10	2	960		48	10	2	960	0
		kročejeová neprůz- vučnost		5	3	1	15	1	375	15	10	2	300		15	10	2	300	0
...

*XVI. konference absolventů studia technického zručnosti s mezinárodní účastí
26. - 27. 1. 2007 v Brně*

... další funkční díly stavby ...																			
...		
50	celek	prostor. stabilita	riziko havárie																
		požární bezpečnost	riziko požáru																
		ochrana zdraví a prostředí	poškození zdraví																
		uživatelská bezpečnost	riziko úrazu, poškození zdraví																
		ochrana proti hluku	poškození zdraví																
		energetická úspornost	zvýšené náklady																
		opravitelnost a udržitelnost	zvýšené náklady																
								2722		58450	2722			53864		2722		27198	26766
procentuální snížení rizika																			
49,70%																			

Tab. 2 Analýza funkčních dílů

Tabulka č. 3 navazuje na předchozí tabulky a je v podstatě rychlým odhadem nákladů na rekonstrukci. Ve sloupci č. 3 *Pco* je uveden obecný podíl funkčního dílu na celé budově. Hodnoty jsou stanoveny pro zkoumaný soubor starších městských budov na podkladě ukazatelů RTS. Současně bylo přihlédnuto k hodnotám uvedeným ve vyhlášce MF o oceňování nemovitostí. Ve sloupci č. 5 *Pcs* je možné tento cenový podíl korigovat ve vztahu ke konkrétní vyšetřované budově s ohledem na konkrétní způsob provedení jednotlivých funkčních dílů budovy. Ve sloupci č. 6 *PcsI* jsou hodnoty ze sloupce *Pcs* vyrovnány tak, aby jejich součet činil hodnotu 1,00. Ve sloupci č. 7 *Δs* je uvedeno zvýšení standardu u těch funkčních dílů, kde jsou při rekonstrukci zlepšeny parametry oproti původnímu nepoškozenému stavu. Znamená to zvýšení standardu např. zřízením výtahu nebo zateplením fasády.

Nákladový index ve sloupci č. 8 *NI* je indexem udávajícím poměr mezi náklady na rekonstrukci funkčního dílu a náklady na jeho zřízení v novostavbě. Rekonstruovaný díl je vždy dražší. započítávají se do něj náklady na demontáž a likvidaci původních materiálů. Ve sloupci č. 9 *NC* jsou uvedeny náklady na obnovu celého funkčního dílu v procentech ceny novostavby. Sloupec č. 10 *Pr* uvádí podíl rekonstruovaného funkčního dílu z celku (např. při opravě podlah v rozsahu 30% je zde uvedena hodnota 0,3).

Ve sloupci č. 11 *ND* pak jsou náklady na obnovu funkčního dílu v předpokládaném rozsahu v procentech z ceny novostavby. Ve sloupci č. 12 *CR* jsou vyčísleny náklady na rekonstrukci v Kč. Součet hodnot tohoto sloupce je také předpokládanou cenou plánované rekonstrukce. V dalších dvou sloupcích je uveden rozsah rekonstrukce jako vyjádření poměru rekonstruované části stavby k celku a je odvozen z nákladů.

*XVI. konference absolventů studia technického zvalectví s mezinárodní účastí
26. - 27. 1. 2007 v Brně*

Odhad nákladů na rekonstrukci a změnu standardu													
celkové stáří budovy		93 let											
cena rekonstrukce		3 341 224 Kč											
jednotková cena budovy		4200 Kč/m ³											
obestavěný prostor		8090 m ³											
cena novostavby		33 978 000 Kč											
1	2	obecný podíl na ceně	výskyt stav. dílů	konkrétní podíl na ceně budovy před rek.	podíl na ceně budovy před rek.	zvýšení standardu	nákladový index	náklady na obnovu celého stav. dílu v % ceny	rekonstr. % jednotl. dílů	náklady na obnovu stav. dílu v % ceny novostavby	předběžná cena rekonstrukce	rozsah rekonstrukce	rozsah rekonstrukce
		Pco	4	Pcs	Pcs1	Δs	NI	NC	Pr	ND	CR	Rs	Rs1
					6=5/0,842	7	8	9=6*8	10	11=9*10	12=11*33 975 900	13=6*10	14=13/0,079
01	základy, hydroizolace, suterénní konstrukce	0,090	ne HI	0,075	0,089		2,0	0,178	0,02	0,004	121 054	0,002	0,023
02	svislé konstrukce nosné	0,100		0,100	0,119		1,5	0,178		0,000	0	0,000	0,000
03	svislé konstrukce nenosné	0,090		0,070	0,083		1,3	0,108		0,000	0	0,000	0,000
04	stropní konstrukce	0,100		0,100	0,119		1,5	0,178	0,02	0,004	121 062	0,002	0,030
...
... další funkční díly stavby ...													
...
...
...
		1,000		0,842	1,000	1,110							

Tab. 3 Odhad nákladů na rekonstrukci a změnu standardu

Tabulka č. 4 je hodnocením účinnosti opravy nebo rekonstrukce. V prvním řádku je uveden odhad nákladů na rekonstrukci, který byl převzat ze závěru tabulky č. 3. Obestavěný prostor byl určen v tabulce č. 1. Rozsah rekonstrukce je uveden v tabulce č. 3. Porovnávací cenu lze definovat jako výši nákladů na jednotku obestavěného prostoru, který byl rekonstruován. Zde je tento náklad cca o 20% vyšší než cena za pořízení jednotky obestavěného prostoru při novostavbě. Následující dvě hodnoty snížení ukazatele rizika a zvýšení standardu byly převzaty z tabulky č. 2 a 3. Účinnost rekonstrukce vyjadřuje poměr dvou předchozích hodnot k porovnávací ceně nemovitosti. Její matematický rozměr však nemá věcný rozměr, jak je popsáno výše.

Hodnocení účinnosti rekonstrukce			
odhad nákladů na rekonstrukce	On		3 341 017,30 Kč
obestavěný prostor	Op		8089,50 m ³
rozsah rekonstrukce	Rs	On/(Op*Rs)	0,079
porovnávací cena	Cp		5248,30 Kč/m ³
snížení ukazatele rizika	ΔR		49,69%
zvýšení standardu	Δs		1,1
účinnost rekonstrukce	Úr	$\Delta R * \Delta s / Cp * 1000$	10,51

Tab. 4 Hodnocení účinnosti rekonstrukce

5 ZÁVĚR

Rozsah analýzy vad a poruch staveb a konstrukcí a jejich důsledků zahrnuje velmi široké spektrum. Dle mého názoru jsou tyto dílčí výsledky zmiňovaného grantu velmi užitečné nejen pro odbornou veřejnost, ale už znalce, stavitele, technický či stavební dozor, atd., ale jistě budou využívány vlastníky domů, správci nemovitostí a investory. Je však nutné tuto metodu dále zpracovat a co možná nejvíce zobecnit, za podmínky dodržení reálnosti použití a vypovídatelných schopností.

LITERATURA

- [1] BLECHA P., VAVŘÍK I. *Jakost II - Řízení a zabezpečování jakosti: kapitola FMEA (online)*. Brno: VUT, 2005. URL: <http://www.uvssr.fme.vutbr.cz/opory/jakost/gfd.pdf>.
- [2] LADRA J., MIKŠ L. *Stavební, autorský a technický dozor investora*. Svazek 2. Verlag Dashöfer, 05/2003.
- [3] URL: <http://www.fmeainfocentre.com/>