



Hodnocení přínosů energetických auditů

SRC International CS s.r.o.

OBSAH

1. ÚVOD	2
2. ANALÝZA ENERGETICKÝCH AUDITŮ	3
2.1 KATEGORIZACE ENERGETICKÝCH AUDITŮ PODLE OBORŮ A TECHNOLOGIÍ	3
2.2 ANALÝZA ENERGETICKÝCH AUDITŮ A VYTIPOVÁNÍ UKAZATELŮ PRO CHARAKTERIZOVÁNÍ JEJICH CENY .	4
2.2.1 <i>Analýza auditů za rok 2000</i>	4
3. ZÁVĚRY	13
4. DOPORUČENÍ	14

1. ÚVOD

Předmětem produktu je návrh ukazatelů a metodiky výpočtu pro hodnocení přínosů energetických auditů.

Cílem zpracování produktu je návrh soustavy vhodných měrných ukazatelů, které vyjadřují vztah mezi prostředky vloženými do zpracování energetického auditu, rozsahem předmětu auditu a přínosy z navržených opatření. Smyslem ukazatelů je poskytnout měřítko pro posouzení přiměřenosti ceny auditu vzhledem k druhu a rozsahu auditovaného objektu a dále pro ohodnocení technologické úrovně navrhovaných opatření.

Výstupem produktu je návrh seznamu závazně sledovaných údajů o energetických auditech, návrh seznamu hodnotících ukazatelů a metodiky jejich výpočtu a návrh doporučených či mezních hodnot těchto ukazatelů.

2. ANALÝZA ENERGETICKÝCH AUDITŮ

Energetické audity pokrývají rozsáhlý soubor oborů a technologií. Nelze proto stanovit měrné ukazatele energetických auditů obecně platné pro všechny předměty auditu. I v rámci jednoho auditu se obvykle posuzuje větší množství různých technologií. Jako první krok je proto nutné provést kategorizaci technologií. Měrné ukazatele se pak budou vztahovat vždy ke konkrétní kategorii technologií.

Z hlediska charakteru měrných ukazatelů dále rozlišujeme ukazatele sloužící pro posouzení cenové náročnosti auditů vzhledem k rozsahu a pracnosti auditu a ukazatele pro ohodnocení technické úrovně navrhovaných opatření.

2.1 Kategorizace energetických auditů podle oborů a technologií

Základní členění energetických auditů v roce 2000 bylo dáno strukturou platného státního programu v daném roce (čísla v závorce udávají počet podpořených auditů/průkazů v dané kategorii):

- I Program státní podpory technických opatření na snižování spotřeby paliv a energie v obytných budovách, rodinných domech a jejich zařízeních na dodávku tepla a TUV
 - I.a Obytné domy (50)
 - I.b Rodinné domy řadové i jednotlivé (1)
- II Program státní podpory technických opatření na snižování spotřeby paliv a energie v budovách pro potřeby školství a jejich zařízeních pro dodávku tepla a energie (127)
- III Program státní podpory technických opatření na snižování spotřeby paliv a energie v zdravotnických zařízeních a jejich zařízeních pro dodávku tepla a energie (45)
- IV Program státní podpory technických opatření na snižování spotřeby paliv a energie v budovách občanské vybavenosti a veřejných institucí a jejich energeticky úsporného provozování (44)
- V Program státní podpory technických opatření na podporu vyššího využití obnovitelných a netradičních zdrojů energie a kogenerace (1)
- VI Program státní podpory pro optimalizaci zásobování sídlištních celků energií (22)
- VII Program státní podpory pro úspory energie v průmyslu, podpory aplikace moderních technologií a materiálů pro energeticky úsporná opatření a podpory energeticky úsporných opatření a alternativních zdrojů v dopravě a zemědělství
 - VII.a Úspory energie v průmyslu (40)
 - VII.b Aplikace moderních technologií a materiálů pro energeticky úsporná opatření (0)
 - VII.c Energeticky úsporná opatření a alternativní zdroje v dopravě (0)
 - VII.d Energeticky úsporná opatření a alternativní zdroje v zemědělství (0)

Ze přehledu podpořených akcí za rok 2000 plyne, že předmětem energetických auditů v programech I - IV jsou především obytné, administrativní, školské, nemocniční a jiné budovy, u občanské vybavenosti většinou jiné objekty (např. sportovní haly, bazény).

V programu V byl podpořen pouze 1 energetický audit (možnost využití bioplynu ze skládky komunálního odpadu), takže za tento program nelze dělat zobecňující úvahy.

V rámci programu VI se jednalo o posuzování zdrojů tepla a tepelných sítí.

Energetické audity v programu VII se týkaly pouze průmyslu a z hlediska obsahu je lze považovat za nejkompexnější - prakticky vždy se jedná o směs budov, zdrojů a rozvodů energie (tepla, elektřiny, stlačeného vzduchu apod.), vodního hospodářství a dále pak technologií specifických pro obor činnosti daného podniku.

Technologie hodnocené v rámci energetických auditů lze rozdělit do dvou skupin:

- **obecné**, které se opakovaně vyskytují v energetických auditech z různých oborů
 - budovy
 - obalové konstrukce
 - vytápění, TUV a větrání
 - osvětlení
 - domácí a kancelářské spotřebiče
 - zdroje a rozvody tepla a teplé užitkové vody
 - zdroje a rozvody elektřiny
 - zdroje a rozvody stlačeného vzduchu
 - plynové hospodářství
 - zdroje a rozvody chladu
 - vodní hospodářství
- **specifické**, které se ve sledovaném souboru neopakují natolik často, aby závěry o nich bylo možné zobecňovat. Sem patří většina technologických spotřeb (např. chemické, hutní, potravinářské a jiné technologie).

2.2 Analýza energetických auditů a vytipování ukazatelů pro charakterizování jejich ceny

Cenu energetického auditu lze v zásadě považovat za dvousložkovou s fixní a proměnnou složkou. Fixní složka ceny energetického auditu odráží veškeré činnosti, které auditor vždy musí provést, aby naplnil povinnou osnovu auditu (např. prostudovat dokumentaci, navštívit daný objekt, sepsat zprávu apod.). Tato složka vyjadřuje minimální cenu zpracování byť i sebejednoduššího energetického auditu. Proměnná složka pak vyjadřuje pracnost zpracování auditu. Tato složka je závislá na rozsahu předmětu auditu, jeho složitosti, dostupnosti projektové a technické dokumentace, stáří a stavu zařízení a dalších vlivech.

Mezi základními požadavky na ukazatele pro charakterizování rozsahu a pracnosti energetických auditů můžeme jmenovat:

- dostupnost - ukazatele musí vycházet ze snadno dostupných údajů, které žadatelé sami mohou uvádět v žádosti o podporu (počty budov a zařízení, instalované výkony, spotřeby energie)
- jednoduchost - vzhledem k orientačnímu charakteru ukazatelů musí být jejich smysl zcela zřejmý a výpočet jednoduchý
- relativní důležitost - ukazatele se musí vztahovat pouze k těm částem, které rozhodujícím způsobem ovlivňují pracnost auditu.

2.2.1 Analýza auditů za rok 2000

2.2.1.1 Programy I - IV (budovy)

Za budovy jsou v databázi přihlášek auditů registrovány následující technické údaje:

- celkový obestavěný prostor a celková zastavěná plocha,
- vytápěný obestavěný prostor a vytápěná zastavěná plocha,
- spotřeby jednotlivých druhů energie a celková spotřeba,
- údaje o druhu vytápění,
- údaje o přítomnosti některých technologií (TČ, kolektory...),
- údaje o dostupnosti stavební a topenářské dokumentace.

Analýzou vstupních dat jsme určili, že významnou korelaci s cenou auditu mají pouze obestavěné prostory, zastavěné plochy a spotřeba energie. Z uvedených ukazatelů o energetických auditech budov jsme nakonec zvolili jako nezávisle proměnné veličiny roční spotřebu energie a celkový obestavěný prostor. Spotřeba energie je obrazem rozsahu energetických technologií uvnitř budovy a obestavěný prostor je měřítkem fyzického rozsahu objektu. Tab. 1 udává přehled auditů a v jednotlivých programech.

Tab. 1 Přehled auditů za programy I - IV

Program	Počet auditů	Roční spotřeba energie [GJ]	Obestavěný objem [m ³]	Cena auditů [Kč]
I	51	179 098	1 022 095	5 414 020
II	127	515 830	3 399 215	11 378 162
III	45	1 844 931	5 088 961	12 169 000
IV	44	182 777	1 487 669	8 600 616
Celkem	267	2 722 636	10 997 940	37 561 798

Protože údaje v databázi podpořených auditů nejsou zcela kompletní, byly vybrány pouze ty audity, u kterých byla nenulová hodnota současně u roční spotřeby energie, celkového obestavěného prostoru a ceny auditu. Souhrn takto vybraných auditů udává Tab. 2.

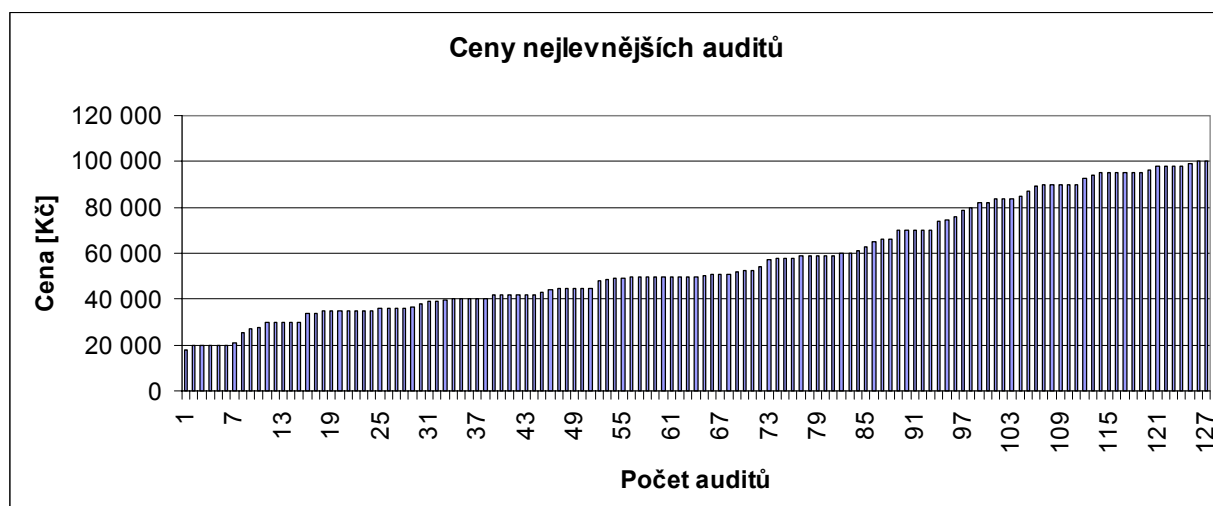
Tab. 2 Přehled auditů za programy I - IV s vyplněnými zvolenými ukazateli

Program	Počet auditů	Roční spotřeba energie [GJ]	Obestavěný objem [m ³]	Cena auditů [Kč]
I	48	179 098	926 379	5 218 070
II	90	433 373	3 056 214	8 200 550
III	24	1 522 933	3 465 620	8 784 000
IV	34	160 869	1 383 784	6 536 260
Celkem	196	2 296 273	8 831 997	28 738 880

Vzhledem k tomu, že rozložení uvolených ukazatelů je i přes rozdílné typy budov v jednotlivých programech zhruba stejné, provedli jsme analýzu pro všechny čtyři programy současně. To zároveň zvětšuje statistický vzorek.

Nejjednodušším úkolem je odhadnutí fixní složky ceny auditu - částky, kterou je potřeba vynaložit i na velmi jednoduchý audit. Tato částka zahrnuje základní režii zpracování auditu (návštěvu a prohlídku objektu, opatření dat, sepsání zprávy apod.). Pro tento účel jsme vybrali audity s cenou do 100 tis. Kč a seřadili je podle velikosti do grafu na Obr. 1.

Obr. 1 Výběr auditů s cenou do 100 tis. Kč



Z grafu je zřejmé, že minimální cena energetického auditu se pohybuje okolo 20 tis. Kč.

Pro odvození závislosti ceny auditu na roční spotřebě energie a obestavěném prostoru jsme se pokusili použít dvojrozměrnou lineární regresi, jejíž výsledky jsou uvedeny v následující Tab. 3.

Tab. 3 Dvojrozměrná regresní analýza závislosti ceny auditu na obestavěném prostoru a spotřebě energie

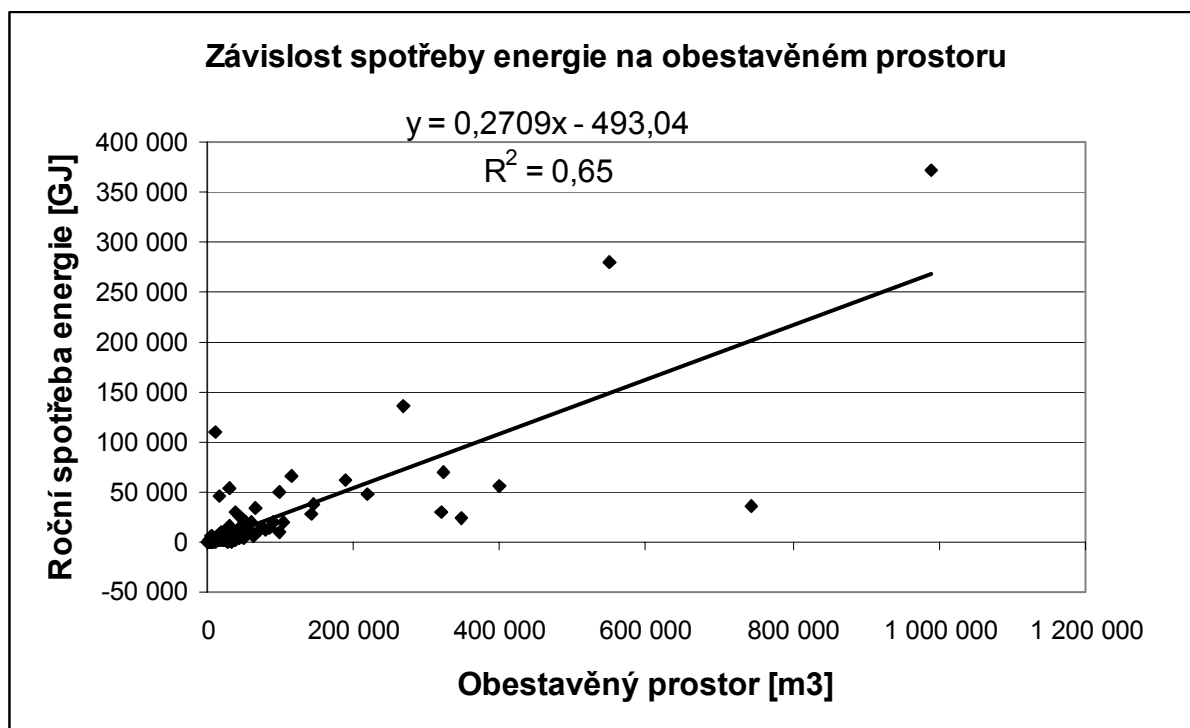
Ukazatel	Energie	Objem	Konstanta
Koeficient regrese	1,10351	1,09878	84 582
Chyba koeficientu	0,47613	0,15997	11 126
R ² , chyba odhadu	0,538	143 447	
F-statistika, stupně volnosti	111,77	192	
t-statistika	2,32	6,87	
kritická hodnota t-statistiky	2,27	2,27	
kritická hodnota F-statistiky	3,04		

Z tabulky je zřejmé, že použití takové regrese není příliš přesvědčivé:

- Hodnota $R^2 = 0,538$ sice naznačuje značnou závislost uvedených veličin, ale přesvědčivá hodnota to není.
- Hodnota F-statistiky = 111,77 je mnohem vyšší než kritická hodnota 3,04, což svědčí ve prospěch použité regresní funkce.
- Hodnota t-statistiky je významně vyšší než kritická hodnota pouze pro obestavěný objem, z čehož plyne, že veličina energie je ve vztahu zřejmě nadbytečná.

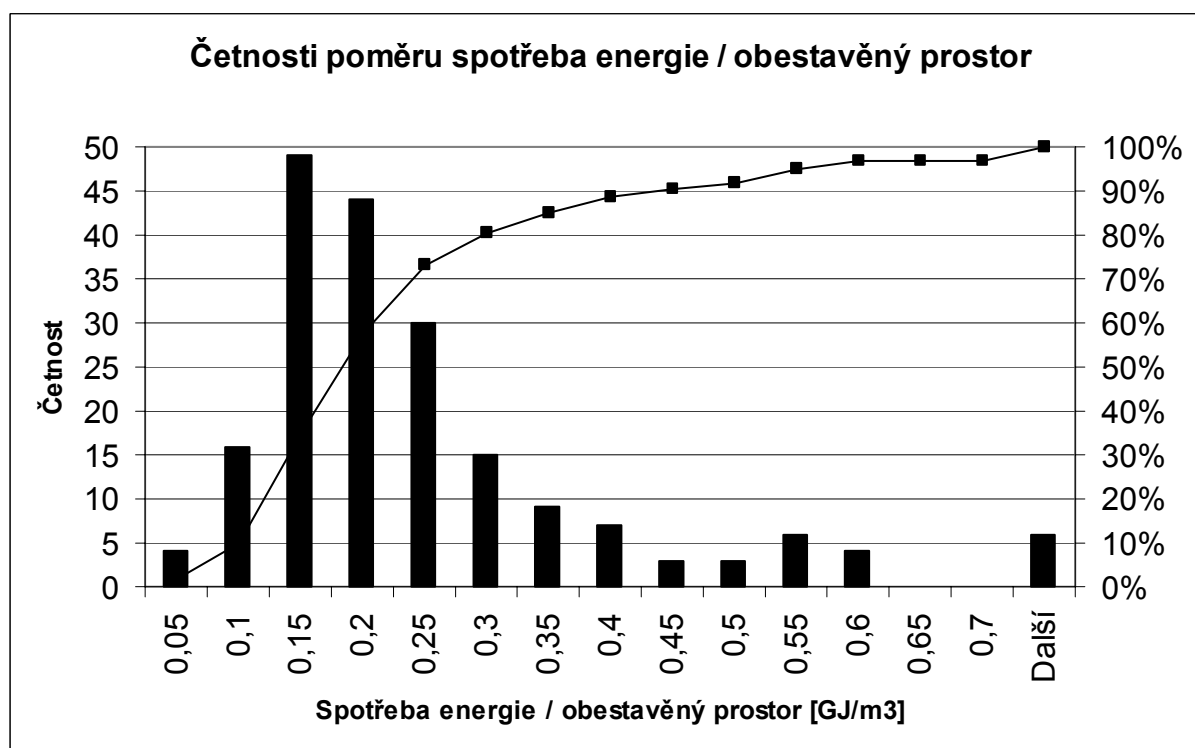
Uvedená nadbytečnost plyne ze zřejmé korelační závislosti mezi spotřebou energie a obestavěným prostorem, jak to dokumentuje Obr. 2.

Obr. 2 Korelace mezi obestavěným prostorem a spotřebou energie



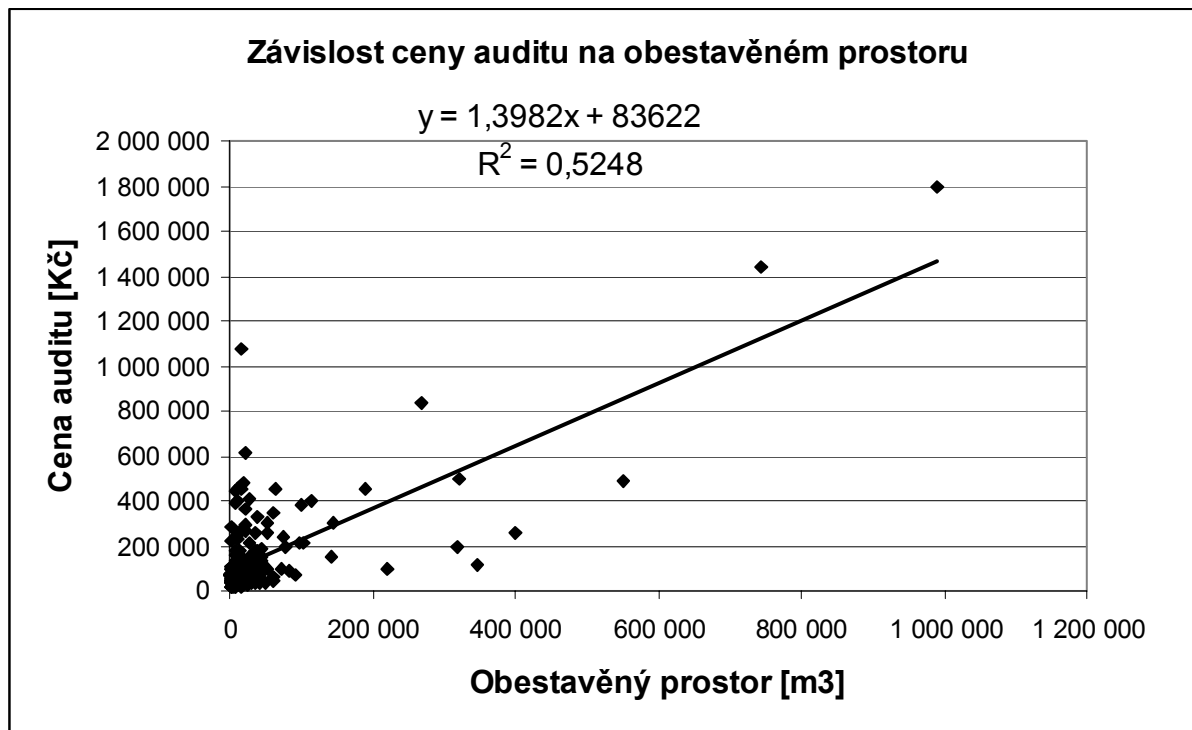
Na základě uvedeného obrázku a hodnoty $R^2 = 0,65$ můžeme s celkem klidným svědomím jednu z obou nezávisle proměnných ze vztahu vyloučit. Obr. 3 ukazuje rozdělení četnosti podílu mezi roční spotřebou energie a obestavěným prostorem.

Obr. 3 Rozdělení četnosti poměru roční spotřeba energie / celkový obestavěný prostor

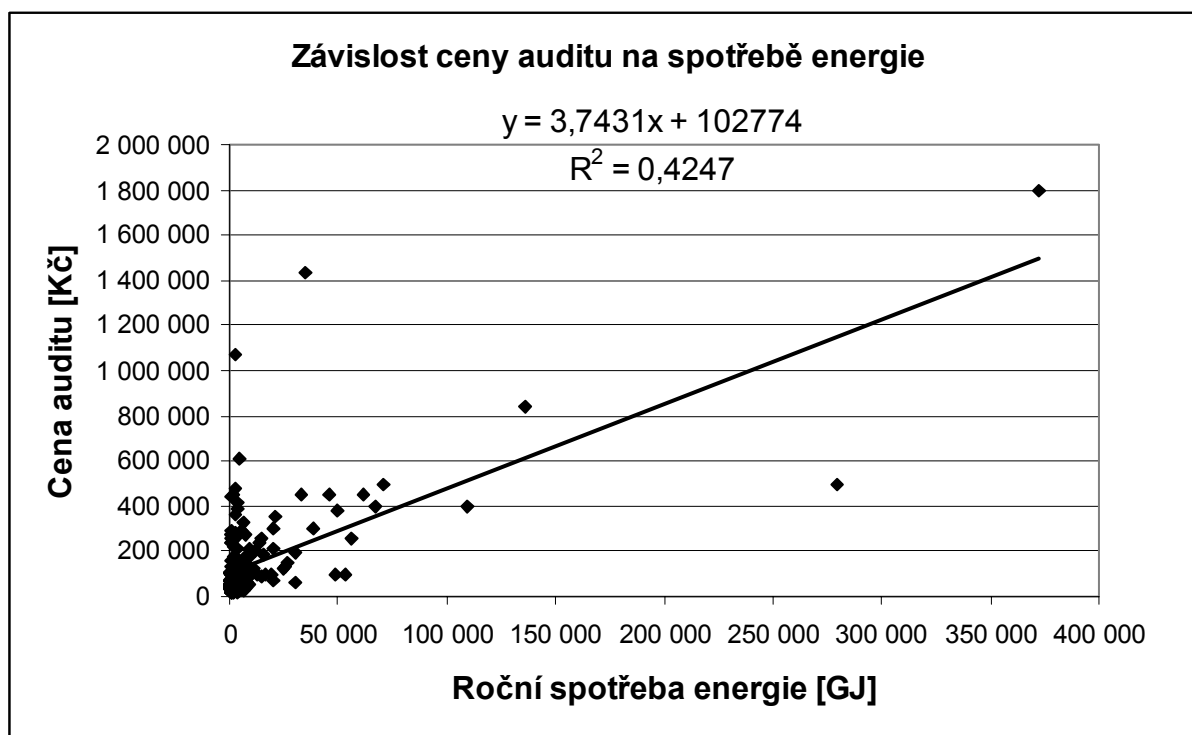


Z grafu je patrné, že cca 90 % auditovaných budov má poměr mezi spotřebou energie a obestavěným prostorem v rozmezí 0,1 - 0,6. Budovy s tímto podílem mimo uvedený rozsah je lépe ze statistického vzorku vyloučit, protože jsou netypické (např. velké nevytápěné budovy jako sklady na jedné straně a na druhé straně třeba některé nemocniční budovy s velkou koncentrací spotřeby energie).

Obr. 4 Závislost ceny auditu na obestavěném prostoru - úplný statistický vzorek



Obr. 5 Závislost ceny auditu na spotřebě energie - úplný statistický vzorek

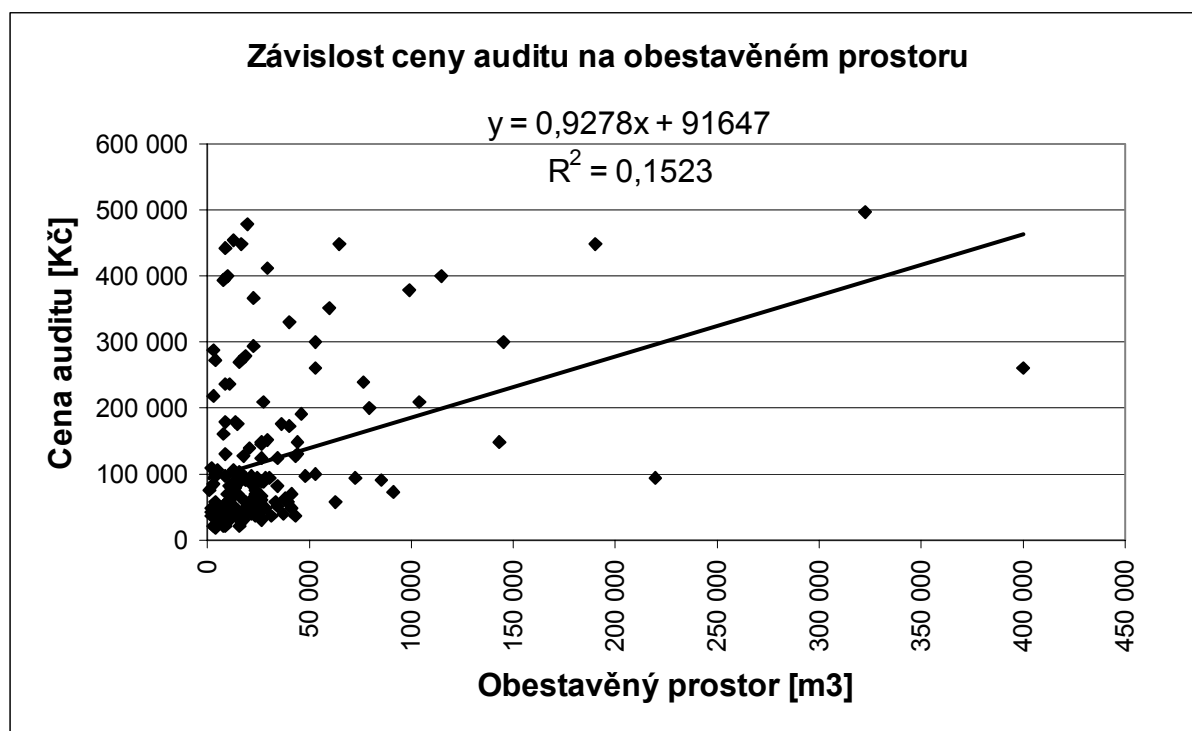


Obr. 4 ukazuje závislost ceny auditu na obestavěném prostoru a Obr. 5 na spotřebě energie, oba obrázky stále ještě pro úplný statistický vzorek. Z obou obrázků je patrné, že několik málo extrémně velkých hodnot udává charakter regresního vztahu. Proto je pro další analýzu vhodné vyloučit i tyto extrémní hodnoty. Další dva obrázky ukazují tytéž závislosti, ale při výběru auditů podle těchto podmínek:

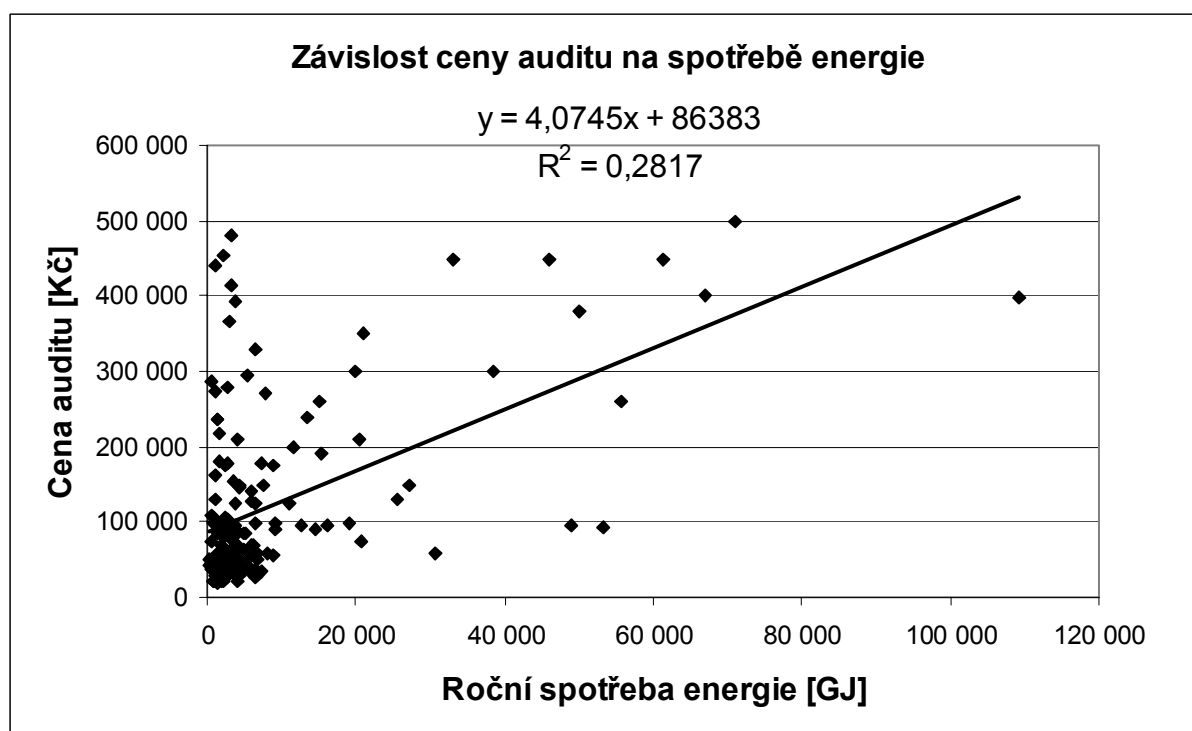
- podíl roční spotřeba energie k celkovému obestavěnému prostoru v rozmezí 0,01;
- celkový obestavěný objem do 400 tis. m³;
- roční spotřeba energie do 200 tis. GJ;
- cena auditu do 500 tis. Kč.

Celkový počet vybraných auditů je 171 ze 196, tj. 87,2 %.

Obr. 6 Závislost ceny auditu na obestavěném prostoru - zúžený statistický vzorek



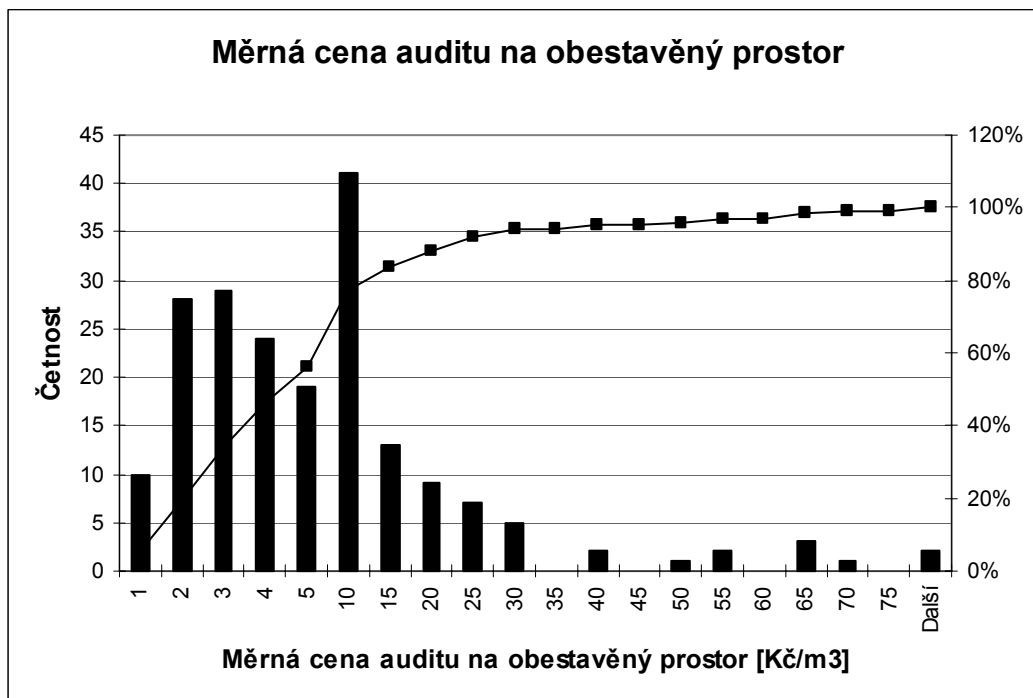
Obr. 7 Závislost ceny auditu na spotřebě energie - zúžený statistický vzorek



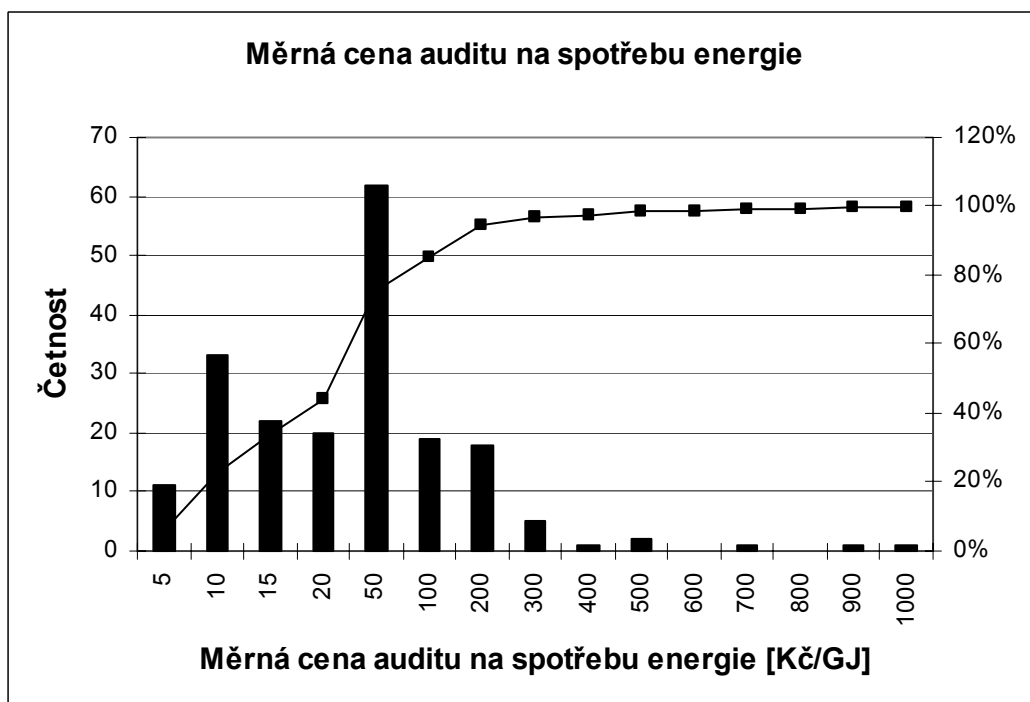
Z předcházejících dvou obrázků je patrné, že regresní závislost mezi cenou auditu a obestavěným prostorem respektive spotřebou energie je velmi chatrná a že přímý odhad ceny auditu z uvedených veličin bude těžko možný. Jako jisté východisko lze stanovit určité meze spolehlivosti měrné ceny

auditu na obestavěný prostor a na spotřebu energie, ve kterých lze cenu auditu akceptovat, a pokud uvedené ukazatele budou silně vybočovat z uvedených mezí, pak je to signálem pro bližší prověření ceny auditu. K tomuto účelu slouží následující dva obrázky s četnostmi rozložení měrné ceny auditu na celkový obestavěný prostor a roční spotřebu energie.

Obr. 8 Četnost rozložení měrné ceny auditu na obestavěný prostor



Obr. 9 Četnost rozložení měrné ceny auditu na spotřebu energie



Z obou histogramů je zřejmé, že měrné ceny auditu jak na obestavěný prostor, tak i na spotřebu energie mají rozsah několika řádů, přičemž cca 95 % hodnot leží v rozmezí asi 1,5 řádu. Za meze spolehlivosti lze považovat hodnoty 30 Kč na metr celkového obestavěného prostoru a 300 Kč na GJ roční spotřeby energie. Pokud je alespoň jedna z těchto hodnot překročena, je to signálem k prověření ceny auditu (rozhodně ovšem ne k jejímu striktnímu odmítnutí bez bližšího zdůvodnění).

2.2.1.2 Program V (obnovitelné zdroje)

V tomto programu byl proveden v roce 2000 pouze jediný energetický audit, takže žádnou rozumnou analýzu ceny auditů nebylo možné provést.

2.2.1.3 Program VI (optimalizace zásobování sídlištních celků energií)

Za audity na zásobování sídlištních celků energií jsou v databázi přihlášek auditů registrovány následující technické údaje:

- instalovaný výkon zdroje,
- spotřeby paliv,
- druh a kapacita sítě,
- způsob zásobování teplou užitkovou vodou,
- dodávka tepla obyvatelstvu a ostatním spotřebitelům.

V databázi bylo obsaženo celkem 23 podpořených projektů.

U energetických auditů v této oblasti musíme konstatovat, že databáze neobsahuje dostatek údajů pro seriózní analýzu rozsahu a náročnosti zpracování auditu pro posouzení jeho cenové přiměřenosti.

2.2.1.4 Program VII (úspory energie v průmyslu, dopravě a zemědělství)

Za energetické audity v oblasti průmyslu, dopravy a zemědělství jsou v databázi přihlášek auditů registrovány následující technické údaje:

- popis a parametry zařízení,
- spotřeby paliv,
- roční produkce.

Podpořených auditů bylo v databázi celkem 41, všechny z průmyslového sektoru.

U energetických auditů v této oblasti musíme konstatovat, že databáze neobsahuje dostatek údajů pro seriózní analýzu rozsahu a náročnosti zpracování auditu pro posouzení jeho cenové přiměřenosti.

3. ZÁVĚRY

Dostatek údajů potřebných pro provedení analýzy závislosti ceny auditu na velikosti a složitosti předmětu auditu je v databázi ČEA k dispozici pouze pro budovy - programy I - IV.

Z výsledků pro tyto programy výpočtu vyplývá, že ceny auditů vykazují veliký rozptyl a že těžko lze navrhnout nějakou regresní funkci, na jejímž základě by bylo možné s dostatečnou přesností odhadnout cenu auditu. Proto byly navrženy dva ukazatele - *měrná cena auditu na celkový obestavěný prostor a měrná cena auditu na roční spotřebu energie* - a k nim určité meze (*30 Kč/m³ a 300 Kč/GJ*), v nichž lze cenu auditu akceptovat. Výrazné překročení těchto mezí by mělo být signálem k prošetření přiměřenosti ceny auditu. Vzhledem k možnosti výskytu budov s velmi nestandardním způsobem využití ovšem nelze apriori odmítnout cenu jen z důvodu překročení těchto limitů.

4. DOPORUČENÍ

Pro posuzování ceny auditů v programech VI a VII není v databázi žádostí o dotaci na zpracování energetických auditů dostatek použitelných údajů.

V programu VI by bylo vhodné doplnit alespoň počty a výkony velkých zdrojů a délky sítí.

V programu VII je vzhledem k variabilitě technologií dosti obtížné navrhnout seznam konkrétních údajů. Přinejmenším by byl užitečný seznam hlavních technologií a jejich výkonů, počet a velikost budov a délky energetických sítí.

Aby byl při výpočtech orientačních hodnot ukazatelů dostatečně velký statistický vzorek, bylo by vhodné výpočty provést za audity za více uplynulých let současně a v budoucnu výpočty pravidelně aktualizovat s novými údaji.