

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

Ekonomická fakulta

Katedra aplikované matematiky a informatiky

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: Účetnictví a finanční řízení podniku

# Modely hodnocení efektivnosti a jejich aplikace

Vedoucí diplomové práce  
Ing. Jana Friebeľová, Ph.D.

Autorka  
Bc. Klára Marková

2009



JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Ekonomická fakulta  
Katedra aplikované matematiky a informatiky  
Akademický rok: 2007/2008

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Klára MARKOVÁ**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Účetnictví a finanční řízení podniku**  
  
Název tématu: **Modely hodnocení efektivity a jejich aplikace**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem této diplomové práce je popsat modely analýzy obalu dat pro hodnocení efektivity, najít a zhodnotit možnosti jejich uplatnění a teoretické poznatky aplikovat, za použití vhodného software, na konkrétním příkladu z praxe.

Metodický postup:

1. Efektivnost a možnosti jejího hodnocení.
2. Základní pojmy a principy metody analýzy datových obalů (DEA).
3. Základní modely DEA za předpokladu
  - konstantních výnosů z rozsahu
  - variabilních výnosů z rozsahu.
4. Modifikované DEA modely.
5. Software pro hodnocení efektivity metodou DEA.
6. Aplikace modelů pro hodnocení efektivity ve vybraném odvětví.
7. Zhodnocení možnosti využití metody DEA v praxi.

Rozsah grafických prací: 2- 3 strany  
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Brožová, H., Houška, M., Šubrt, T. Modely pro vícekritériální rozhodování. Praha : ČZU, 2003.

Emrouznejad, A., Podinovski, V. Data envelopment analysis and performance management. Aston Business school, UK, 2004.

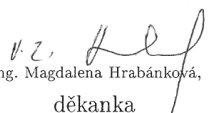
Fiala, P. Modelování a analýza produkčních systémů. Professional Publishing, 2002.

<http://deazone.com>

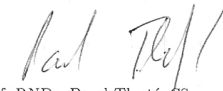
Jablonský, J., Dlouhý, M. Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek. Praha : Professional Publishing, 2004.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Friebešlová, Ph.D.  
Katedra aplikované matematiky a informatiky

Datum zadání diplomové práce: 9. ledna 2008  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2009

  
prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.  
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA  
Studentská 13 (1)  
370 05 České Budějovice

  
prof. RNDr. Pavel Tlustý, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 28. února 2008

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Modely hodnocení efektivnosti a jejich aplikace“ vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Třebíně dne 21.4.2009

Bc. Klára Marková



## **Poděkování**

Děkuji Ing. Janě Frieblové, Ph.D. za odborné vedení, konzultace a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat zástupcům hasičského záchranného sboru za spolupráci a poskytnuté informace.





# Obsah

Úvod	11
<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b>	<b>13</b>
<b>1. EFEKTIVNOST A MOŽNOSTI JEJÍHO HODNOCENÍ</b>	<b>14</b>
1.1. EFEKTIVNOST	14
1.2. MĚŘENÍ RELATIVNÍ EFEKTIVITY	14
1.3. METODA ANALÝZY DATOVÝCH OBALŮ	15
<b>2. ZÁKLADNÍ POPIS DEA</b>	<b>17</b>
2.1. ZÁKLADNÍ POJMY A PRINCIPY DEA	17
2.2. VÝSLEDKY, VÝHODY A NEVÝHODY METODY DEA	19
<b>3. ZÁKLADNÍ MODEL Y DEA</b>	<b>21</b>
3.1. CRR MODEL	21
3.2. BCC MODEL	28
3.3. SBM MODEL (ADITIVNÍ MODEL)	31
<b>4. ALTERNATIVNÍ MODEL Y DEA</b>	<b>32</b>
4.1. DEA MODEL Y S NEKONTROLOVATELNÝMI VSTUPY A VÝSTUPY	32
4.2. DEA MODEL Y S NEŽÁDOUCÍMI VÝSTUPY	32
4.3. DEA MODEL Y S OMEZENÝMI VAHAMI VSTUPŮ A VÝSTUPŮ	32
4.4. MODEL Y SUPER EFEKTIVNOSTI	33
4.5. SBM MODEL – TONE (2002)	33
<b>5. MODIFIKOVANÉ DEA MODEL Y</b>	<b>34</b>
5.1. DISKRÉTNÍ MODEL Y	34
5.2. MALMQUISTŮV INDEX	34
5.3. MALMQUISTŮV INDEX ROZŠÍŘENÝ O KVALITU	35
<b>6. SOFTWARE PRO HODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI METODOU DEA</b>	<b>36</b>
6.1. SANNA – POČÍTAČOVÉ ZPRACOVÁNÍ ÚLOH VÍCEKRITERIÁLNÍHO HODNOCENÍ VARIANT	36
6.2. POČÍTAČOVÉ ZPRACOVÁNÍ ÚLOH LINEÁRNÍHO PROGRAMOVÁNÍ	36
6.3. SYSTÉMY NA PODPORU MODELOVÁNÍ	37
6.4. FRONTIER ANALYST (BANXIA SOFTWARE)	38
<b>7. APLIKACE MODELŮ PRO HODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI VE VYBRANÉM ODVĚTVÍ</b>	<b>39</b>

---

<b>METODIKA PRÁCE</b>	<b>41</b>
<b>METODIKA PRAKTICKÉ ČÁSTI DIPLOMOVÉ PRÁCE</b>	<b>42</b>
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b>	<b>44</b>
<b>1. CHARAKTERISTIKA PRODUKČNÍCH JEDNOTEK</b>	<b>45</b>
1.1. PŘEDURČENOST POŽÁRNÍCH STANIC V PLOŠNÉM POKRYTÍ ÚZEMÍ	45
1.2. TYPY POŽÁRNÍCH STANIC	46
1.3. VÝSTUPY POŽÁRNÍCH STANIC	47
1.4. VSTUPY POŽÁRNÍCH STANIC	61
<b>2. ANALÝZA EFEKTIVNOSTI JEDNOTEK METODOU DEA</b>	<b>70</b>
2.1. VSTUPNÍ ÚDAJE PRO DEA ANALÝZU	70
2.2. EFEKTIVNOST PRODUKČNÍCH JEDNOTEK – CCR VSTUPOVĚ ORIENTO VANÝ MODEL	73
2.3. EFEKTIVNOST PRODUKČNÍCH JEDNOTEK – BCC VSTUPOVĚ ORIENTO VANÝ MODEL	75
<b>3. NÁVRH PROVEDITELNÉHO OPTIMALIZUJÍCÍHO ŘEŠENÍ</b>	<b>78</b>
3.1. PLOCHA VNITŘNÍCH PROSTORŮ	78
3.2. POČET PRACOVNÍKŮ	79
3.3. STAV VYBAVENÍ POŽÁRNÍ TECHNIKOU	82
3.4. DOSAŽITELNÁ EFEKTIVNOST POŽÁRNÍCH STANIC	84
<b>4. ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU METODY DEA</b>	<b>88</b>
<b>ZÁVĚR</b>	<b>90</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>93</b>
<b>PŘEHLED INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b>	<b>94</b>
MONOGRAFIE	94
ELEKTRONICKÉ ZDROJE	94
PRÁVNÍ PŘEDPISY	94
VLASTNÍ ZDROJE	95
<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>104</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ</b>	<b>103</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>105</b>

## Úvod

Diplomová práce na téma „Modely hodnocení efektivity a jejich aplikace“ se zabývá matematickými modely hodnocení efektivity vzájemně porovnatelných produkčních jednotek a zaměřuje se na možnost využití modelů analýzy obalu dat (DEA – Data Envelopment Analysis) pro tyto účely.

Cílem diplomové práce je za prvé popsat modely analýzy obalu dat pro hodnocení efektivity a uvést možnosti jejich uplatnění a za druhé aplikovat získané teoretické poznatky, za použití vhodného software, na konkrétním příkladu z praxe. Aby mohl být stanovený cíl dodržen je diplomová práce rozdělena na dvě části – literární přehled a praktickou část.

Literární přehled popisuje, na jakých základních principech je metoda DEA založena, jaká vstupní data jsou potřebná pro provedení výpočtu efektivity a jaké výsledky nám je metoda DEA schopna poskytnout. Dále se tato teoretická část věnuje jak podrobné charakteristice základních modelů DEA, tak i stručnému přehledu odvozených alternativních a modifikovaných DEA modelů. Následuje přehled softwarových aplikací umožňujících provést hodnocení efektivity metodou DEA. Literární přehled je zakončen uvedením charakteristických oblastí, kde jsou v praxi modely DEA pro hodnocení efektivity využívány.

Praktická část diplomové práce vznikla ve spolupráci s hasičským záchranným sborem konkrétního kraje České republiky a aplikuje vhodný model DEA na porovnání efektivity požárních stanic. Výsledkem této praktické aplikace metody DEA by mělo být

1. posouzení vhodnosti použití modelů analýzy obalu dat v daném případě,
2. využití získaných výstupních údajů aplikovaného modelu DEA pro zhodnocení efektivity jednotlivých požárních stanic sledovaného hasičského záchranného sboru a návrh na případné zlepšení aktuální situace.

Jako přínos diplomové práce zpracovávající téma „Modely hodnocení efektivity a jejich aplikace“ lze považovat na jedné straně praktické vyzkoušení fungování

matematického modelu na reálných ekonomických datech, posouzení vhodnosti použití modelů analýzy obalu dat v určitém oboru, naznačení limitů použití této metody výpočtu v dané oblasti a zhodnocení výhodnosti využívání modelů DEA ve sledovaném oboru.

Na druhé straně lze označit za přínosný užitek pro konkrétní organizaci (hasičský záchranný sbor) v podobě návrhů možného postupu zlepšení efektivity sledovaných jednotek (požárních stanic), jak byla stanovena výpočtem na základě vybraného modelu analýzy obalu dat.

# Literární přehled

# 1. Efektivnost a možnosti jejího hodnocení

## 1.1. Efektivnost

Efektivnost (účinnost – schopnost dělat věci správně) je ukazatelem výkonnosti produkčního systému. Týká se transformačního procesu a popisuje vztahy mezi vstupy a výstupy. Efektivnost znamená produkci požadovaného množství výstupů v požadované kvalitě při minimálním množství vstupů. [1]

Friedman D. (1990) uvádí následující mikroekonomickou definici efektivnosti:

*Situace je efektivní (v nějakém konkrétním ohledu), pokud ji nelze zlepšit. Pokud, jinými slovy, neexistuje žádná možná situace, která by byla lepší.* [5]

V současnosti roste zájem měřit a porovnávat efektivnost organizačních jednotek. Zvláště tam, kde lze tyto jednotky považovat za relativně homogenní. [6] Jejich srovnatelnost plyne z používání stejných vstupů k produkovaní stejných výstupů, avšak v jejich výkonech jsou jisté rozdíly.

**Obvyklá (běžná) míra efektivnosti**, tj. poměr:

$$\text{efektivita} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}},$$

je při porovnávání efektivnosti organizačních jednotek často neadekvátní v důsledku existence více rozmanitých vstupů a výstupů, vztahujících se k rozdílným zdrojům, činnostem a faktorům životního prostředí. Tzv. relativní míra efektivity umožňuje vyjádřit efektivnost včleňující do poměru vícenásobné vstupy a výstupy. [6]

## 1.2. Měření relativní efektivity

**Běžná míra relativní efektivity** je poměr:

$$\text{efektivita} = \frac{\text{vážená suma výstupů}}{\text{vážená suma vstupů}},$$

po uvedení obvyklého zápisu:

$$\text{efektivita jednotky } k = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots},$$

kde  $k = 1, 2, \dots, p$ ,

$u_l$  = váha výstupu 1,

$y_{lj}$  = úroveň výstupu 1 jednotky k,

$v_l$  = váha vstupu 1,

$x_{lj}$  = úroveň vstupu 1 jednotky k.

Výsledná hodnota efektivity je vymezena v intervalu  $\langle 0,1 \rangle$ . [6]

Měření relativní efektivity organizačních jednotek tam, kde existují vícenásobné nesouměřitelné vstupy a výstupy, se soustředí na vytvoření hypotetické efektivní jednotky jako váženého průměru efektivních jednotek tak, aby sloužila jako srovnávací vzor pro neefektivní jednotku. [6]

Výchozím předpokladem tohoto měření efektivity je aplikace společného systému vah napříč všemi jednotkami. Tím okamžitě vyvstává problém, jak lze takový dohodnutý společný systém vah získat. Stanovení společného systému vah může být spojeno se dvěma druhy obtíží. Může být složité určit hodnotu vstupů a výstupů. Případně mohou jednotlivé jednotky hodnotit jednotlivé vstupy a výstupy odlišně (liší se tedy relativní hodnoty jejich vstupů a výstupů) a požadovat proto rozdílné váhy. Takové měření efektivity, spojené s předpokladem, že je požadován jediný jednotný systém vah, je proto nevyhovující. [6]

### 1.3. Metoda analýzy datových obalů

Protože bylo hledání společného systému vah pro určení relativní efektivity organizačních jednotek shledáno obtížným a nevyhovujícím, byla připuštěna možnost, aby jednotky hodnotily vstupy a výstupy odlišně, a tudíž přijaly rozdílné váhy. To znamená, že bylo každé jednotce umožněno přijmout systém vah, který ji ukazuje v tom nejpříznivějším světle ve srovnání s ostatními jednotkami. [6]

Za těchto okolností může být **relativní efektivita cílové jednotky**  $k_0$  získána jako řešení následujícího problému: maximalizovat efektivitu jednotky  $k_0$ , za podmínky, že efektivita všech jednotek je menší nebo rovna 1. Proměnné tohoto problému jsou váhy a řešení dává váhy nejvíce příznivé pro jednotku  $k_0$  a tím udává její míru efektivity. [6]

Algebraický model vypadá následovně:

$$\max e_{k_0} = \frac{\sum_j u_j y_{jk_0}}{\sum_i v_i x_{ik_0}},$$

za podmínek

$$\frac{\sum_j u_j y_{jk}}{\sum_i v_i x_{ik}} \leq 1 \text{ pro každou jednotku } k,$$

$$u_j, v_i \geq \varepsilon. \quad [6]$$

Písmena  $u$  a  $v$  jsou proměnné (váhy vstupů a výstupů) a jsou vymezeny jako větší nebo rovny nějaké malé kladné veličině ( $\varepsilon$ ), aby se předešlo tomu, že jakýkoli vstup či výstup bude při určování efektivity úplně ignorován. [6]

Řešení výše uvedeného modelu dává hodnotu  $e_{k_0}$ , efektivitu jednotky  $k_0^1$ , a váhy vedoucí k této efektivitě. Je-li hodnota  $e_{k_0}$  rovna 1, potom je jednotka  $k_0$  efektivní ve vztahu k ostatním. Je-li hodnota  $e_{k_0}$  menší než 1, potom jsou některé jiné jednotky efektivnější než jednotka  $k_0$ , ačkoli váhy byly vybrány tak, aby maximalizovaly efektivitu jednotky  $k_0$ . [6]

Tato pružnost ve volbě vah je jak slabou, tak silnou stránkou tohoto přístupu. Slabinou je proto, že rozumná volba vah jednotkou, nesouvisející s hodnotou jakéhokoli vstupu či výstupu, může jednotce umožnit jevit se efektivní, i když to má více co dělat s volbou vah než jakoukoli vnitřní efektivitou. Silná stránka spočívá v tom, že pokud se jednotka ukáže být neefektivní, přestože do měření její efektivity byly zabudovány pro ni nejprůzračnější váhy, pak je toto tvrzení silné. [6]

Tento přístup by proto měl být vhodný tam, kde jsou jednotky náležitě schopny ohodnotit vstupy či výstupy odlišně, nebo kde existuje vysoká nejistota (neurčitost) nebo nesoulad v hodnotách některých vstupů či výstupů. [6]

---

<sup>1</sup> Relativní efektivita  $e_k$  se označuje jako **relativní technická efektivita** nebo **koefficient technické efektivity** ( $\Phi_k$ ) jednotky  $k$ .



## 2. Základní popis DEA

### 2.1. Základní pojmy a principy DEA

**Modely analýzy obalu dat** (DEA – Data Envelopment Analysis) jsou specializované modelové nástroje pro hodnocení efektivnosti, výkonnosti a produktivity homogenních produkčních jednotek. [2]

**Homogenní produkční jednotky** je označení pro soubor jednotek, které se zabývají produkcí identických nebo ekvivalentních efektů nazývaných **výstupy**. Pro vytváření efektů spotřebovává produkční jednotka **vstupy**. [2]

Výstupy jsou ve většině případů uvažovány jako žádoucí, tedy pozitivní efekty, jejichž vyšší hodnota vede, za jinak nezměněných podmínek, k vyšší výkonnosti dané jednotky. Naopak vstupy jsou svojí povahou minimalizační – nižší hodnota těchto vstupů, za jinak nezměněných podmínek, vede k vyšší výkonnosti sledované jednotky. Pro hodnocení celkové efektivnosti dané jednotky je potřeba vzít do úvahy větší počet vstupů, ale i výstupů. [2]

DEA je optimalizační metoda řazená mezi metody vícekriteriálního rozhodování. Cílem této metody je rozdělit zkoumané produkční jednotky na efektivní a neefektivní podle velikosti spotřebovávaných zdrojů (vstupů) a množství vyráběné produkce či jiného typu výstupů. [3]

DEA modely vycházejí z toho, že pro daný problém existuje tzv. **množina přípustných možností** tvořená všemi možnými (přípustnými) kombinacemi vstupů a výstupů. Je určena tzv. **efektivní hranicí**. Produkční jednotky, jejichž kombinace vstupů a výstupů leží na efektivní hranici, jsou efektivními jednotkami, protože se nepředpokládá, že by mohla reálně existovat jednotka, která dosáhne stejných výstupů s nižšími vstupy, případně vyšších výstupů s nižšími vstupy. [2]

DEA porovnává jednotky vzhledem k nejlepším jednotkám. Jde o metodu odhadu produkční funkce založenou na teorii lineárního programování. [3]

Protože jednotky spotřebovávají soubor vstupů k produkci souboru výstupů, používá se relativní míra efektivity daná vztahem:

$$\text{efektivita} = \frac{\text{vážená suma výstupů}}{\text{vážená suma vstupů}},$$

Přičemž metoda DEA zobecňuje výpočet relativní míry efektivity v tom smyslu, že připouští různé váhy vstupů a výstupů pro každou hodnocenou jednotku s tím, že tyto váhy jsou určovány tak, aby maximalizovaly efektivitu jednotlivých jednotek.

A protože tyto váhy nejsou odvozené od ceny ale spíše od technologie jednotlivých jednotek, používá se termín **relativní technická efektivita** či **koeficient technické efektivity**. Pro míru technické efektivity jednotek pak dostaneme vztah

$$\Phi_k = \frac{\sum_{j=1}^n u_{jk} y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}}, k = 1, \dots, p,$$

kde  $u_{jk}$  a  $v_{jk}$  jsou individuální váhy jednotlivých vstupů a výstupů pro jednotlivé jednotky. Na základě míry efektivity  $\Phi_k$  jsou pak jednotky rozděleny na jednotky efektivní a jednotky neefektivní. [3]

Relativní technická efektivita je tedy v DEA definována jako poměr celkové vážené produkce a celkové vážené spotřeby vstupů a naopak. Vzhledem k mechanismu volby vah vstupů a výstupů je v souboru zkoumaných jednotek vždy alespoň jedna jednotka efektivní. Navíc lze požadovat, aby relativní technická efektivita efektivní jednotky byla rovna 1. [3]

Předpoklad **konstantních výnosů z rozsahu**<sup>2</sup> určuje: je-li jednotka s kombinací vstupů a výstupů  $(x,y)$  prvkem množiny přípustných možností (je-li jednotkou efektivní), potom je prvkem této množiny (je jednotkou efektivní) i jednotka s kombinací vstupů a výstupů  $(\alpha x, \alpha y)$ , kde  $\alpha > 0$ . [2] Efektivní hranici v případě konstantních výnosů z rozsahu tvoří přímka.

<sup>2</sup> Výnosy z rozsahu popisují vztah mezi proporcionální změnou výrobních faktorů, tj. při zachování stálého poměru mezi faktory, a změnou produkce. Zvýšíme-li množství všech faktorů  $\lambda$ -krát a výroba se zvýší  $\lambda^r$ -krát, mohou nastat tyto tři případy:

- $\lambda = \lambda^r$ , tj.  $r=1$  vyjadřuje konstantní výnosy z rozsahu,
- $\lambda < \lambda^r$ , tj.  $r>1$  vyjadřuje rostoucí výnosy z rozsahu,
- $\lambda > \lambda^r$ , tj.  $r<1$  vyjadřuje klesající výnosy z rozsahu.

Za příčinu rostoucích výnosů z rozsahu se obvykle uvádí získání výhod z masové průmyslové výroby. Za příčinu klesajících výnosů z rozsahu se uvádí problém řízení velkých organizací, které se tak stávají méně pružné. [2]

Předpoklad **variabilních výnosů z rozsahu** vede k modifikaci efektivní hranice v důsledku toho, že zde neplatí požadavek, že pro zachování efektivnosti musí být  $\alpha$ -násobek vstupů doplněn stejným násobkem výstupů. Předpoklad variabilních výnosů z rozsahu vede k tomu, že jednotka bude efektivní, i když poměrný nárůst výstupů bude nižší, případně vyšší, než odpovídající nárůst vstupů. V tomto případě tedy míra efektivnosti hodnocených jednotek bude vyšší (přesněji nebude nižší) než při uvažování konstantních výnosů z rozsahu. [2] Efektivní hranici v případě variabilních výnosů z rozsahu tvoří konvexní obal množiny produkčních možností (obal dat).

Dále metoda DEA zavádí pro hodnocení efektivity jednotek hypotetickou – virtuální jednotku. **Virtuální jednotka** je hypotetická efektivní jednotka, která vyjadřuje efektivní spotřebu vstupů a produkci výstupů pro neefektivní jednotku. Je váženým součtem některých efektivních jednotek v systému, které se nazývají **peer jednotky** pro danou neefektivní jednotku. Skutečná jednotka je neefektivní, pokud produkuje méně výstupů nebo spotřebovává více vstupů než její virtuální jednotka. [3]

**Modely orientované na výstupy** se snaží najít virtuální jednotku maximalizací výstupů při zachování úrovně vstupů. Naopak **modely vstupově orientované** se snaží najít virtuální jednotku minimalizací vstupů při zachování dané úrovně výstupů. Modely, které využívají kombinaci obou předcházejících možností, jsou nazývány **aditivní nebo odchylkové modely**. [2]

## 2.2. Výsledky, výhody a nevýhody metody DEA

Metoda DEA určuje na základě individuálně stanovených vah vstupů a výstupů efektivitu každé sledované jednotky. To znamená, že vhodný model musí být sestaven a vyřešen pro každou jednotku. Základními výsledky výpočtu pak jsou:

- koeficienty technické efektivity jednotlivých jednotek – určení pro každou jednotku, zda je nebo není efektivní,
- pro každou neefektivní jednotku míra snížení vstupů nebo zvýšení výstupů vedoucí k efektivitě,
- určení peer jednotek pro každou neefektivní jednotku,
- určení koeficientů kombinace peer jednotek tvořících virtuální efektivní jednotku pro neefektivní jednotku. [3]

Koeficient technické efektivity získaný výpočtem modelu DEA je relativní, vyjadřuje efektivitu jednotky v rámci zkoumané skupiny jednotek. Je-li roven jedné, znamená to, že v této skupině není žádná jednotka efektivnější. Pokud je hodnota koeficientu technické efektivity menší než 1, je ve skupině jednotek alespoň jedna lepší jednotka. [3]

Volba individuálních vah závislá na hodnocené jednotce je výhodou i nevýhodou metody DEA. Jednotka se totiž může zdát efektivní, i když ve skutečnosti efektivní není, jde totiž o efektivitu ve zkoumané skupině, efektivitu praktickou, nikoliv teoretickou. Naopak neefektivní jednotka nemůže poukazovat na to, že by s jinými vahami byla efektivní, neboť váhy byly stanoveny podle ní. [3]

Uvedený přístup navíc způsobí, že efektivních se jeví větší množství jednotek. Tento problém vzroste ještě více, pokud jednotky spotřebovávají malé množství některého typu vstupů a naopak produkuje velké množství některého z výstupů. Váhy těchto relativně výhodných vstupů a výstupů pak budou vysoké, ostatní váhy nízké a jednotka bude efektivní. Proto je vhodné požadovat, aby žádná váha nebyla nulová a často také, aby žádná váha nepřekročila vhodně stanovenou maximální hodnotu. Při vhodně stanovených horních mezích může dojít i k tomu, že váhy vstupů a výstupů budou pro jednotlivé jednotky podobné nebo dokonce stejné. V takovém případě došlo vlastně ke konsensu mezi jednotkami o velikosti hledaných vah. [3]

Velkou výhodou metody DEA je možnost začlenění faktorů okolního prostředí a sociálních faktorů buď jako vstupů nebo jako výstupů. Typickými aplikacemi jsou proto hodnocení a porovnávání efektivity systémů, jako jsou školy, nemocnice, zemědělské podniky, banky, výzkumné organizace, doprava a různé oblasti veřejných služeb, tedy především systémy s velmi různorodými a špatně agregovatelnými vstupy a výstupy. [3]

DEA se stala přitažlivou pro svoji schopnost zpracovat současně vícenásobné vstupy a výstupy bez požadavku agregace, specifikovat produkční vztahy neparametricky bez omezování určitou funkční normou, analyzovat potenciální nákladové úspory a produkční zisky plynoucí ze změn vstupů a výstupů. [3]

### 3. Základní modely DEA

#### 3.1. CRR model

CRR<sup>3</sup> model byl navržen jako první DEA model v roce 1978. Maximalizuje míru efektivnosti hodnocené jednotky  $e_k$ , která je vyjádřena jako podíl vážených výstupů a vážených vstupů, při dodržení podmínek, že míry efektivnosti všech ostatních jednotek jsou menší nebo rovny jedné. Pro každou jednotku tak dostáváme pomocí vah pro vstupy  $v_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) virtuální vstup a pomocí vah pro výstupy  $u_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) virtuální výstup:

$$\text{virtuální vstup} = v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk},$$

$$\text{virtuální výstup} = u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_n y_{nk}. \quad [2]$$

CCR model DEA počítá váhy vstupů a výstupů optimalizačním výpočtem tak, aby byly pro hodnocenou jednotku co nejpříznivější z hlediska její efektivnosti (maximalizuje se míra efektivnosti hodnocené jednotky) při dodržení podmínek maximální jednotkové efektivnosti všech ostatních jednotek. [2]

#### CCR vstupově orientovaný model

CCR model orientovaný na vstupy je zaměřen na určení takového množství vstupů, aby se neefektivní jednotka stala efektivní. Přitom předpokládáme konstantní výnos z rozsahu, to znamená, že změna množství vstupů se přímo úměrně promítne do změny množství výstupů. [3]

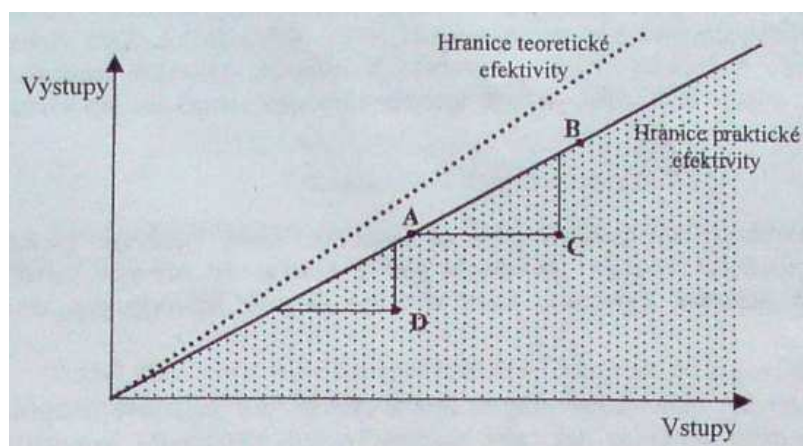
Koeficient technické efektivity  $\Phi_k$  je v tomto modelu definován jako poměr celkové vážené produkce a celkové vážené spotřeby vstupů a váhy musejí být stanoveny tak, aby hodnota tohoto koeficientu byla z intervalu  $(0,1>$ . Jednotka s koeficientem technické efektivity rovným jedné je efektivní, koeficient nižší než jedna ukazuje neefektivitu jednotky a míru potřebného snížení množství vstupů k zajištění efektivity jednotky. [3]

---

<sup>3</sup> Charnes, Cooper, Rhodes – autoři uvedeného modelu DEA.

Grafické znázornění:

**Graf 1: CCR model – hranice efektivity jednotek s jedním vstupem a jedním výstupem**

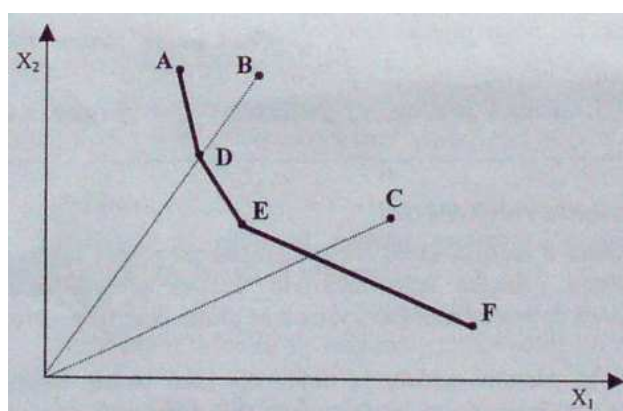


Zdroj: Brožová H., Houška M., Šubrt T., 2003

Hranice teoretické efektivity představuje známou či neznámou míru efektivity jednotek. Jednotky A a B leží na hranici prakticky dosažitelné nejvyšší efektivity, jsou efektivními jednotkami v rámci sledované skupiny jednotek. Jednotky C a D efektivní nejsou. Vodorovné průměty těchto jednotek na hranici praktické efektivity určují, jaké snížení vstupů těchto jednotek by vedlo k jejich efektivitě, svislé průměty ukazují nutné zvýšení jejich výstupů. [3]

Předpokládejme nyní, že sledované jednotky k produkci jednoho typu výstupu spotřebovávají dva typy vstupů. Pokud budeme předpokládat stejnou výši výstupu, lze i tuto situaci zobrazit graficky.

**Graf 2: CCR model – efektivita jednotek spotřebovávajících 2 typy vstupu na produkci stejné úrovně 1 typu výstupu**



Zdroj: Brožová H., Houška M., Šubrt T., 2003

Jednotky A, D, E a F leží na hranici praktické efektivity, protože spotřebovávají relativně nejméně vstupů  $X_1$  a  $X_2$ . Jednotky B a C efektivní nejsou, jejich spotřeba je vysoká. Průsečíky hranice praktické efektivity a spojnic těchto neefektivních jednotek s počátkem představují virtuální efektivní jednotky k neefektivním jednotkám. Virtuální jednotka k jednotce B je skutečná jednotka D, jednotka B musí k dosažení efektivity snížit své vstupy na úroveň jednotky D. virtuální jednotka pro jednotku C reálně neexistuje, je kombinací jednotek E a F. Jednotky E a F jsou nazývány peer jednotky pro jednotku C. [3]

Vstupově orientovaný model CCR pro každou jednotku stanoví individuální váhy vstupů a výstupů, aby jednotka maximalizovala svůj koeficient technické efektivity  $\Phi_k$ , a přitom byly splněné podmínky, že

- váhy nemohou být záporné a že
- při použití tohoto souboru vah pro všechny jednotky nesmí žádný koeficient technické efektivity být větší než jedna. [3]

Při maximalizaci koeficientu technické efektivity je možné stanovit i takové váhy, které jsou z hlediska praxe nereálné. Z toho plyne, že koeficient technické efektivity je optimistickým odhadem skutečné efektivity. [3]

Neznámými proměnnými v modelu DEA jsou tedy váhy  $v_{ik}$  přidělené vstupu  $i$  a váhy  $u_{jk}$  přidělené výstupu  $j$  jednotkou  $k$ . [3]

Protože váhy jsou určovány pro každou jednotku individuálně, je nutno pro soubor  $p$  jednotek sestavit a vyřešit  $p$  modelů, pro každou jednotku zvláštní, byť velice podobný model. Každý model má  $p+1$  omezujících podmínek a  $m+n$  proměnných. [3]

Matematický model pro jednotku H má následující formulaci:

$$\Phi_H = \frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \rightarrow MAX ,$$

za podmínek<sup>4</sup>

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \leq 1, k = 1, 2, \dots, p,$$

$$u_{jH} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_{iH} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m. \quad [3]$$

Uvedený optimalizační model není lineární, ale lineární lomený model, který však lze velmi snadno upravit do lineárního tvaru. Fixací hodnoty jmenovatele a maximalizací hodnoty čitatele dostaneme lineární optimalizační model ve tvaru:

$$\Phi_H = \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} \rightarrow MAX,$$

za podmínek

$$\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH} = 1$$

$$-\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH} + \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} \leq 0, k = 1, 2, \dots, p,$$

$$u_{jH} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_{iH} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m \quad [3]$$

Explicitním výsledkem výpočtu primárního modelu jsou váhy jednotlivých vstupů a výstupů a koeficient technické efektivity  $\Phi_H$  jednotky H. Jednotka je efektivní, pokud je optimální hodnota účelové funkce – koeficient technické efektivity – roven jedné. Pokud je její koeficient technické efektivity menší než jedna, pak určuje, jak mají být zmenšeny vstupy, aby se jednotka stala efektivní. [3]

<sup>4</sup> V tomto modelu je často požadováno přísnější omezení hodnot vah, totiž

$$u_{jH} \geq \varepsilon, j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_{iH} \geq \varepsilon, i = 1, 2, \dots, m,$$

kde  $\varepsilon$  je velmi malé kladné číslo. Tyto podmínky zajistí, že žádný ze vstupů ani výstupů nebude mít nulovou váhu, nebude zanedbán. [3]



Sestavíme-li k tomuto modelu duální, zjistíme, které jednotky tvoří množinu peer jednotek neefektivní jednotky H a zároveň získáme koeficienty  $\lambda_{kH}$  kombinace peer jednotek, která tvoří virtuální efektivní jednotku k jednotce H. [3]

Duální model k primárnímu CCR vstupově orientovanému modelu má tvar:

$$z_H \rightarrow MIN,$$

za podmínek

$$\begin{aligned} x_{iH} z_H - \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} x_{ik} &\geq 0, i = 1, \dots, m \\ \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} y_{jk} &\geq y_{jH}, j = 1, \dots, n \\ \lambda_{kH} &\geq 0, k = 1, \dots, p, \\ z_H &\text{ je libovolné.} \end{aligned} \quad [3]$$

Primární proměnné vyjadřují váhy jednotlivých vstupů a výstupů a podmínky zajišťují jejich volbu tak, aby sledovaná jednotka byla efektivní. [3]

Duální proměnné jsou koeficienty kombinace peer jednotek a je vidět, že jednotlivé duální podmínky zajišťují, aby velikost vstupů efektivní virtuální jednotky nepřekročila velikost vstupů jednotky H snížené podle koeficientu její technické efektivity (rozdíl je označen  $s_H^-$ ) a naopak, aby velikost výstupů virtuální jednotky byla nejméně stejná jako velikost výstupů jednotky H (překročení je označeno  $s_H^+$ ). Velikost vstupů a výstupů virtuální jednotky tedy spočítáme buď podle vztahů

$$\begin{aligned} x'_{iH} &= \Phi_H x_{iH} - s_{iH}^-, i = 1, \dots, m, \\ y'_{jH} &= y_{jH} + s_{jH}^+, j = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

kde  $s_{iH}^-$  a  $s_{jH}^+$  jsou doplňkové proměnné v příslušných duálních podmínkách, nebo jako kombinaci vstupů a výstupů peer jednotek, tedy

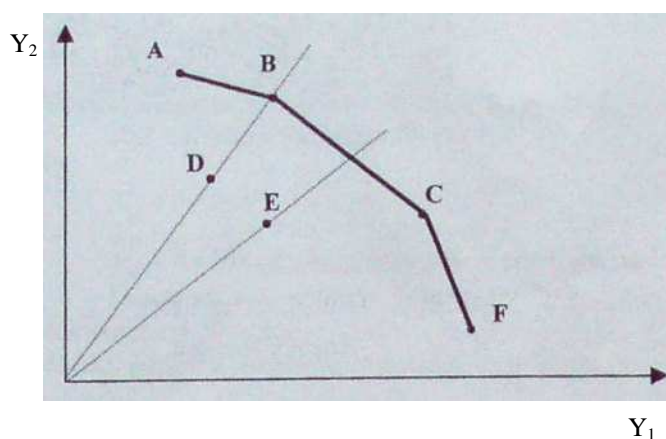
$$\begin{aligned} x'_{iH} &= \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} x_{ik}, i = 1, \dots, m \\ y'_{jH} &= \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} y_{jk}, j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad [3]$$

### CCR výstupově orientovaný model

CCR model orientovaný na výstupy vychází ze stejných předpokladů jako vstupově orientovaný model. Určuje takové množství výstupů, aby se neefektivní jednotka stala efektivní. Koeficient technické efektivity v tomto modelu je definován jako poměr celkové vážené spotřeby vstupů a celkové vážené produkce. Váhy musejí být stanoveny tak, aby hodnota tohoto koeficientu byla větší než jedna. Jednotka s koeficientem technické efektivity rovným jedné je efektivní, jednotka s koeficientem vyšším než jedna je neefektivní. Koeficient efektivity ukazuje, jak je nutno zvýšit množství výstupů, aby byla jednotka efektivní. [3]

Grafické znázornění:

**Graf 3: CCR model – efektivita jednotek spotřebovávajících k produkci 2 typů výstupů stejnou úroveň 1 typu vstupu**



Zdroj: Brožová H., Houška M., Šubrt T., 2003

Jednotky A, B, C a F leží na hranici praktické efektivity, protože produkují největší množství výstupů  $Y_1$  a  $Y_2$ . Jednotky D a E efektivní nejsou. Průsečíky hranice praktické efektivity a spojnic těchto neefektivních jednotek s počátkem představují virtuální efektivní jednotky k neefektivním jednotkám. Virtuální jednotka k jednotce D je skutečná jednotka B, jednotka D musí k dosažení efektivity zvýšit své výstupy na úroveň jednotky B. Virtuální jednotka pro jednotku E reálně neexistuje, je kombinací jednotek B a C, které jdou jejími peer jednotkami. [3]

Výstupově orientovaný model CCR pro každou jednotku stanoví individuální váhy vstupů a výstupů tak, aby jednotka minimalizovala svůj koeficient technické efektivity  $\Phi_k$ , a přitom byly splněny podmínky, že

- váhy nemohou být záporné a že
- při použití tohoto souboru vah pro všechny jednotky nesmí žádný koeficient technické efektivity být menší než jedna. [3]

I v tomto případě je nutno pro  $p$  jednotek vyřešit  $p$  modelů. Při použití stejného značení jako v případě vstupově orientovaného modelu má matematický výstupově orientovaný CCR model pro jednotku  $H$  následující formulaci:

$$\Phi_H = \frac{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}}{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}} \rightarrow MIN ,$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}}{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}} &\geq 1, k = 1, 2, \dots, p, \\ u_{jH} &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ v_{iH} &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad [3]$$

Po analogické úpravě jako v případě vstupově orientovaného modelu (jmenovatel v kriteriální funkci musí být roven 1) dostaneme lineární optimalizační model ve tvaru:

$$\Phi_H = \sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH} \rightarrow MIN ,$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} &= 1 \\ \sum_{i=1}^m v_{iH} x_{ik} - \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jk} &\geq 0, k = 1, 2, \dots, p, \\ u_{jH} &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ v_{iH} &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad [3]$$

Duální model k primárnímu CCR výstupově orientovanému modelu má tvar:

$$z_H \rightarrow MAX ,$$

za podmínek

$$\begin{aligned} z_H y_{jH} - \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} y_{jk} &\leq 0, j = 1, \dots, n \\ \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} x_{ik} &\leq x_{iH}, i = 1, \dots, m \\ \lambda_{kH} &\geq 0, k = 1, \dots, p, \\ z_H &\text{ je libovolné.} \end{aligned} \quad [3]$$

Interpretace výsledků výstupově orientovaného CCR modelu je ekvivalentní interpretací výsledků vstupově orientovaného modelu. Pro každou neefektivní jednotku bude nalezena virtuální jednotka – kombinace efektivních peer jednotek, jejíž vstupy nebudou vyšší než vstupy této neefektivní jednotky a jejíž výstupy budou stejné nebo vyšší než výstupy této neefektivní jednotky zvýšené podle koeficientu technické efektivity. [3]

V případě výstupově orientovaného modelu je vždy vypočítáno nutné zvýšení výstupů, zatímco v případě vstupově orientovaného modelu je určeno nutné snížení vstupů. A protože v modelech CCR se předpokládá konstantní výnos z rozsahu, musí se požadované snížení vstupů, rovnat převrácené (inverzní) hodnotě požadovaného zvýšení výstupů. [3]

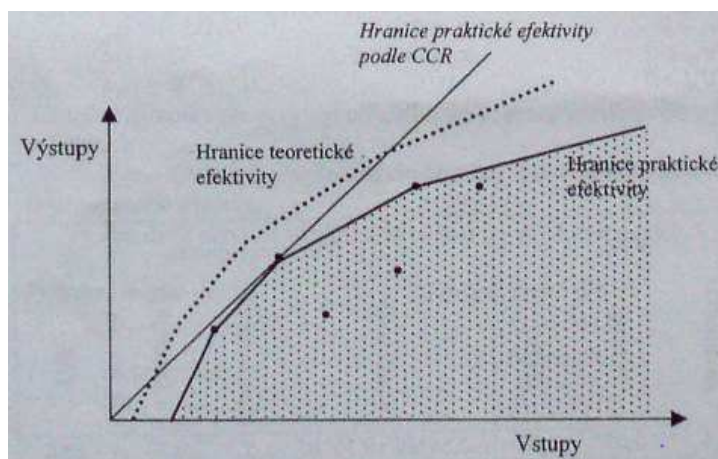
### 3.2. BCC model

BCC<sup>5</sup> model DEA vznikl roku 1984 jako modifikace předchozího modelu CCR, která uvažuje variabilní výnosy z rozsahu (klesající, rostoucí nebo i konstantní). [2]

Model BCC předpokládá proměnný po částech lineární výnos z rozsahu a dokáže hodnotit efektivitu jednotek pro obecně nekonstantní výnos z rozsahu. [3]

---

<sup>5</sup> Banker, Charnes, Cooper – autoři uvedeného modelu DEA.

**Graf 4: BCC model – hranice efektivity za předpokladu neklesajícího výnosu z rozsahu**

Zdroj: Brožová H., Houška M., Šubrt T., 2003

V případě modelů BCC je z grafické interpretace vidět, že hranice praktické efektivity je vlastně po částech lineární křivka procházející efektivními jednotkami a všechny jednotky leží v konvexní množině, kterou tato čára spolu s osou vstupů vymezuje. Matematicky je vztah mezi vstupy a výstupy vyjádřen vlastnostmi váhových koeficientů vstupů a výstupů a velikostí odchylky ( $q$ ) od konstantního výnosu z rozsahu. [3]

V modelech BCC s proměnným výnosem z rozsahu je požadováno, aby virtuální jednotka pro jednotku H byla konvexní kombinací svých peer jednotek, a tedy součet koeficientů  $\lambda_{kH}$  ( $k=1, \dots, p$ ) byl roven 1. [3]

**Vstupově orientovaný BCC model** pro jednotku H má pak tuto formulaci:

$$\Phi_H = \frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} + q_H}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \rightarrow MAX ,$$

za podmínek

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} + q_H}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \leq 1, k = 1, 2, \dots, p,$$

$$u_{jH} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_{iH} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m.$$

$q_H$  libovolné, resp. po linearizaci:

$$\Phi_H = \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} + q_H \rightarrow MAX ,$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH} &= 1 \\ - \sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH} + \sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} + q_H &\leq 0, k = 1, 2, \dots, p, \\ u_{jH} &\geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ v_{iH} &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m \\ q_H &\text{ je libovolné.} \end{aligned} \quad [3]$$

Duální model k primárnímu BCC vstupově orientovanému modelu má tvar:

$$z_H \rightarrow MIN ,$$

za podmínek

$$\begin{aligned} x_{iH} z_H - \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} x_{ik} &\geq 0, i = 1, \dots, m \\ \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} y_{jk} &\geq y_{jH}, j = 1, \dots, n \\ \sum_{k=1}^p \lambda_{kH} &= 1 \\ \lambda_{kH} &\geq 0, k = 1, \dots, p, \\ z_H &\text{ je libovolné.} \end{aligned} \quad [3]$$

Pokud budeme předpokládat neklesající výnos z rozsahu, může v primárním modelu proměnná  $q$  nabývat pouze nezáporné hodnoty a v duálním modelu bude součet koeficientů  $\lambda_{kH}$  větší než jedna, a pro BCC model s nerostoucím výnosem z rozsahu musí být proměnná  $q$  nekladná a v duálním modelu bude součet koeficientů  $\lambda_{kH}$  menší než jedna. [3]

Zcela analogicky jako v případě CCR modelů bude sestaven **BCC výstupově orientovaný model**. Také interpretace výsledků modelů pro jednotlivé jednotky je stejná, ekvivalentní interpretaci výsledků vstupově i výstupově orientovaného CCR modelu. Pro každou neefektivní jednotku je opět nalezena virtuální jednotka,

která je kombinací efektivních peer jednotek. Vzhledem k nekonstantnímu výnosu z rozsahu vykazují BCC modely více efektivních jednotek ve stejném souboru než modely CCR. [3]

### 3.3. SBM model (aditivní model)

Výše uvedené CCR a BCC modely jsou modely s radiálními proměnnými, které udávají minimální potřebnou míru redukce všech vstupů a míru navýšení všech výstupů pro dosažení efektivní hranice. Proto tyto modely musejí rozlišovat mezi orientací na vstupy a výstupy. Aditivní (SBM – slak based measure) model měří efektivnost přímo pomocí hodnot doplňkových proměnných  $s_{ik}^-$  a  $s_{jk}^+$  a při jeho formulaci není třeba rozlišovat mezi orientací na vstupy a výstupy. [2]

## 4. Alternativní modely DEA

Alternativní modely DEA se zaměřují především na rozšíření použitelnosti a zlepšení vypovídací schopnosti základních modelů v některých zvláštních případech.

### 4.1. DEA modely s nekontrolovatelnými vstupy a výstupy

Nekontrolovatelné charakteristiky jsou takové, které není rozhodovatel schopen nějakým způsobem ovlivnit nebo řídit. U nekontrolovatelných charakteristik nemá smysl počítat cílové hodnoty, protože jich reálně nelze dosáhnout a do modelu musí být zahrnuty poněkud jiným způsobem. [2]

### 4.2. DEA modely s nežádoucími výstupy

V reálných situacích se u hodnocených jednotek můžeme setkat s výstupy, které nejsou žádoucí a kde naopak jejich nižší hodnota vede k vyšší míře efektivnosti, jedná se tedy o minimalizační charakteristiky. [2]

### 4.3. DEA modely s omezenými vahami vstupů a výstupů

Nejsou-li pro váhy vstupů a výstupů stanoveny dolní a horní meze, může se velmi snadno stát, že váhy hned několika charakteristik budou na úrovni stanovené minimální hodnoty váhy  $\varepsilon$ , která se obvykle volí na úrovni  $10^{-8}$ , a vlastně nebudou při hodnocení efektivity brány do úvahy. [2]

Existuje několik způsobů, jak váhy charakteristik omezit. Nejjednodušším a zřejmě nejčastěji používaným způsobem je přímé stanovení dolních a případně i horních mezí pro jednotlivé váhy:

$$\begin{aligned}d_i &\leq v_i \leq h_i, \\b_j &\leq u_j \leq c_j,\end{aligned}$$

kde  $d_i$  a  $h_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) jsou dolní meze pro  $i$ -tý vstup a podobně  $b_j$  a  $c_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) jsou dolní a horní meze pro  $j$ -tý výstup. Otázkou zůstává, jak stanovit konkrétní hodnoty pro dolní a horní meze vah. Příliš striktní stanovení by mohlo způsobit, že příslušná úloha nebude mít přípustné řešení. Jistou orientaci mohou poskytnout průměrné hodnoty vah. [2]



Vzhledem k nebezpečí nepřípustnosti řešení při přímém omezení vah vstupů a výstupů pomocí horních mezí je možné použít omezení vah nepřímým způsobem, tj. poměr vah zvolených charakteristik musí být v zadaných mezích:

$$d_{ij} \leq v_i / v_j \leq h_{ij},$$

pro vybrané dvojice indexů  $i, j$ . I zde však platí, že příliš silné omezení může vést k nepřípustnosti dané lineární optimalizační úlohy. [2]

#### 4.4. Modely super efektivity

V DEA modelech super efektivity získávají původní efektivní jednotky míru super efektivity vyšší než jedna. Tato skutečnost umožňuje klasifikaci efektivních jednotek, což může být jedna z důležitých informací, které uživatel požaduje. [2]

Modely superefektivity jsou založené na tom, že se při výpočtu míry superefektivity váha původní efektivní jednotky položí rovna nule (hodnocená jednotka se takto v podstatě vyjme ze souboru jednotek), což má za následek změnu původní efektivní hranice. Model superefektivity potom měří vzdálenost mezi vstupy a výstupy hodnocené jednotky od nové efektivní hranice. [2]

#### 4.5. SBM model – TONE (2002)

Nevýhodou základního SBM aditivního modelu DEA je skutečnost, že míra efektivity není nezávislá na změně měřítka, které je použito pro vstupy a výstupy. Tato verze SBM modelu měří efektivnost také pomocí doplňkových proměnných  $s_{ik}^-$  a  $s_{jk}^+$ , ale splňuje následující dvě důležité podmínky:

1. Míra efektivity je nezávislá na jednotkách použitých pro vyjádření vstupů a výstupů.
2. Míra efektivity je monotónně klesající funkce všech přídavných proměnných přiřazených vstupům i výstupům, tzn. každé zlepšení (zhoršení) jakéhokoliv vstupu i výstupu vede ke zvýšení (snížení) míry efektivity dané jednotky. [2]

## 5. Modifikované DEA modely

### 5.1. Diskrétní modely

Diskrétní modely vycházejí ze stejných principů jako modely analýzy obalu dat, ale svou matematickou formulací patří do třídy diskrétních úloh matematického programování. [2]

#### **Model FDH (Free Disposable Hull)**

Základní myšlenkou modelu FDH (Deprins, Simar, Tulkens – autoři, 1984) je nekonvexnost množiny produkčních možností. To znamená, že jednotka může být hodnocena pouze relativně vůči ostatním, skutečně existujícím jednotkám, nikoliv k jejich konvexním kombinacím. Výhoda modelu FDH spočívá v tom, že neomezuje žádnými předpoklady charakter výnosů z rozsahu. [2]

Hodnota účelové funkce modelu FDH měří vzdálenost jednotky od hranice produkčních možností. Podle typu orientace modelu (vstupově / výstupově) uvádí, o kolik je nutné zvýšit výstupy či naopak snížit vstupy, aby produkční jednotka byla hodnocena jako efektivní, tj. dosáhla hranice produkčních možností. Obecně je hodnocení efektivnosti produkčních jednotek u diskrétních modelů vyšší než u modelů spojitých díky možnosti, že daná produkční jednotka je v případě spojitého modelu dominována nejen produkčními jednotkami, ale i konvexními kombinacemi těchto jednotek. [2]

#### **Modely FRH (Free Replicability Hull) a ERH (Elementary Replicability Hull)**

Model FRH na rozdíl od modelu FDH umožňuje vytvářet násobné replikace jednotek a jejich kombinace. Množina produkčních možností modelu FDH je tedy podmnožinou produkčních možností modelu FRH. [2]

Model ERH dovoluje vytvářet násobné replikace jednotek, nikoli však jejich vzájemné kombinace. Představuje tudíž jakýsi přechod mezi FDH a FRH. [2]

### 5.2. Malmquistův index

Hodnocení vývoje efektivnosti v čase nutně musí vzít v úvahu možnost změn odvětvových výrobních technologií. Nové technologie nesporně patří mezi cesty

zvyšování efektivnosti, nejsou však cestou jedinou a nemohou vysvětlit rozdíly ve výkonnosti organizací se stejnou úrovní technologií. Jedním z kvantitativních nástrojů hodnocení efektivnosti, který usiluje o modelové zachycení vlivu změn technologií a jejich oddělení od ostatních zdrojů zvyšování efektivnosti firem, je Malmquistův index. [2]

Index umožňuje hodnotit vícenásobné vstupy a výstupy bez cenové informace, tj. ve fyzických jednotkách. Umožňuje při hodnocení změn efektivnosti v čase její rozklad do dvou složek – změny efektivity jednotky vůči souboru zbývajících jednotek (odvětví) a změny hranice produkčních možností vyvolanou technologiemi. [2]

### 5.3. Malmquistův index rozšířený o kvalitu

Malmquistův index zahrnující kvalitu předpokládá, že vstupy produkují výstupy a kvalitu, a je rozložen na tři složky – první složka měří změnu technickou, druhá složka změnu efektivnosti jednotky a třetí složka vyjadřuje změnu kvality. [2]

## 6. Software pro hodnocení efektivnosti metodou DEA

### 6.1. Sanna – počítačové zpracování úloh vícekriteriálního hodnocení variant

Sanna je standardní doplňková aplikace MS Excel. Základní menu této aplikace obsahuje následující položky:

- data (vstupní údaje pro analýzu ve standardních .xls souborech – počet variant a kriterií, kriteriální matice, příp. váhy kriterií),
- nedominovanost (provedení testu nedominovanosti variant),
- metody (výběr z 5 možných metod zpracování datového souboru – TOPSIS, WSA, PROMETHE, ELECTRE I, MAPPAC),
- váhy kriterií (nabídka základních metod – bodovací metoda, metoda Fullerova trojúhelníku a Saatyho metoda),
- vytvořit zprávu (tvorba vlastních výstupních sestav). [2]

Sanna může řešit úlohy vícekriteriálního hodnocení variant s maximálním počtem 100 variant a 50 kriterií, což je rozsah, který by měl být dostatečný pro většinu reálných aplikací. Výhodou systému Sanna je skutečnost, že lze opakovaně řešit jednu úlohu pomocí různých metod nebo s různými váhovými vektory. [2]

### 6.2. Počítačové zpracování úloh lineárního programování

Úlohy vícekriteriálního (lineárního) programování jsou vesměs založené na řešení jedné nebo několika lineárních optimalizačních úloh, které lze snadno řešit jakýmkoli optimalizačním řešitelem – systém LINGO (viz dále) nebo řešitel MS Excel. [2]

Pro řešení lineárních optimalizačních úloh, nutné pro aplikaci DEA modelů, je v MS Excel k dispozici optimalizační řešitel, který umožňuje řešit menší úlohy lineárního i nelineárního programování. Použití tohoto řešitele pro DEA analýzu však vyžaduje poměrně pracnou přípravu vstupních dat a vzorců ve tvaru, který je řešitelem vyžadován. Po ukončení přípravy lze aktivovat vlastní optimalizační modul (položka menu Nástroje – Řešitel), kde je nutné specifikovat kritérium optimality, oblast proměnných a omezující podmínky a kde je možné nastavit potřebné parametry výpočtu (čas zpracování, iterace, přesnost, tolerance, apod.). Po ukončení výpočtu je zobrazeno

dialogové okno, ve kterém je informace, zda bylo nebo nebylo nalezeno řešení splňující všechny omezující podmínky (optimální řešení). [2]

Dále lze zvolit výstup podrobnějších informací ve formě 3 zpráv:

- výsledkové,
- citlivostní (informace pro podrobnější analýzu, především stínové ceny a intervaly stability) a
- limitní (změny hodnoty optimalizačního kritéria při změně hodnot proměnných v zadaných mezích). [2]

Uvedený způsob zpracování není příliš efektivní, protože je třeba opakovat uvedený optimalizační výpočet pro každou jednotku daného souboru. [2]

### 6.3. Systémy na podporu modelování

Základní vlastnosti systémů na podporu modelování lze shrnout do několika následujících bodů:

- obecný zápis modelu pomocí speciálního modelovacího jazyka umožňuje oddělit vlastní model a jeho datovou základnu. To znamená, že obecný zápis modelu může být použit opakovaně pro různé datové soubory, které mohou být připraveny v různých formátech podporovaných tím kterým systémem. U standardních systémů této kategorie je samozřejmostí přímé spojení s běžnými MS Windows aplikacemi, jako jsou tabulkové kalkulátory, databáze, textové editory apod., [2]
- oddělení modelu a vstupních dat usnadňuje modifikaci datových souborů. Snadno lze měnit vstupní data, ale také strukturu celého modelu (počet proměnných a omezujících podmínek), [2]
- modelovací systémy zpravidla podporují různé optimalizační řešitele pro různé typy úloh (lineární, nelineární, celočíselné apod.). Podle typu zpracovávané úlohy se příslušný řešitel buď vybere automaticky, nebo si jej uživatel může zvolit sám. Výhodou je možnost použití více řešitelů bez nutnosti jakkoli upravovat model či vstupní data, [2]

- standardní součástí modelovacích systémů je uživatelské grafické rozhraní, které umožňuje prezentovat (nejen) výsledky modelu v uživatelsky přívětivé a srozumitelné podobě. [2]

Systémy na podporu modelování nabízejí jednak firmy, které mají své vlastní optimalizační řešitele (ILOG – OPL Studio, Dash Optimization – Visual XPRESS, Lindo – LINGO). Modelovací systémy jsou však i v nabídce firem, které nemají vlastní řešitele (AMPL – A Mathematical Programming Language, GAMS – General Algebraic Modeling System, MPL for Windows – Mathematical Programming Language, AMMS – Advanced Integrated Multidimensional Modeling System).<sup>6</sup> [2]

#### 6.4. Frontier Analyst (Banxia Software)

Frontier Analyst je zástupcem profesionálních systémů pro zkoumání efektivnosti produkčních jednotek pomocí modelů analýzy obalu dat. [2]

Struktura vstupních dat je velmi jednoduchá, pro každou jednotku je třeba zadat numerické ohodnocení jednotlivých charakteristik. Vznikne datový soubor, jehož řádky odpovídají jednotkám a sloupce charakteristikám. Datový soubor lze i importovat z běžných aplikací – databází, tabulkových kalkulátorů a textových souborů. Každá hodnocená jednotka či charakteristika může být snadno vyloučena z analýzy či zpětně aktivována. Velmi snadné jsou i úpravy datového souboru (modifikace stávajících dat, přidání nových jednotek či charakteristik). [2]

Po nadefinování vstupního datového souboru je třeba specifikovat některé základní parametry, na nichž závisí výsledek analýzy – orientace modelu (vstupní, výstupní), výnosy z rozsahu (konstantní, variabilní), atd. Po nastavení uvedených parametrů lze spustit vlastní výpočet. [2]

Frontier Analyst poskytuje uživateli po provedeném výpočtu velmi rozsáhlou nabídku výstupních informací:

- míra efektivnosti pro hodnocené jednotky,
- jak by se měly změnit charakteristiky neefektivních jednotek, aby se staly efektivními (tabulky, grafy). [2]

---

<sup>6</sup> Všechny systémy na podporu modelování uvedené v citované literatuře jsou nabízeny na trhu i v současnosti.

## 7. Aplikace modelů pro hodnocení efektivity ve vybraném odvětví

Hodnocení efektivity a výkonnosti produkčních jednotek je velmi aktuální jak na mikroekonomické, tak i na makroekonomické úrovni. [2]

Často uváděnou aplikační oblastí modelů hodnocení efektivity je hodnocení bankovních poboček v rámci banky. Jedná se o typické homogenní jednotky, které poskytují stejný nebo obdobný typ služeb v rámci uvažovaného regionu. Jinou oblastí aplikace modelových přístupů ve sledované oblasti je hodnocení efektivity a produktivity firem v rámci určitého odvětví, poboček v rámci obchodního řetězce.

Příkladem hodnocení výkonnosti veřejného sektoru na nejvyšší, národní úrovni, je zpráva Světové zdravotnické organizace „World Health Report 2000“, kde výzkumný tým hodnotil efektivnost zdravotnických systémů v jednotlivých zemích světa. Dalším příkladem hodnocení efektivity ve veřejném sektoru může být hodnocení škol, úřadů či nemocnic. [2]

Reálné aplikace, ve kterých byly použity pro analýzu efektivity principy modelů analýzy obalu dat:

### 1. hodnocení efektivity firem střední Evropy

Hodnocení efektivity a výkonnosti firem střední Evropy bylo provedeno v rámci projektu 5. rámcového programu EU. Cílem tohoto rozsáhlého projektu bylo především pokusit se identifikovat hlavní faktory, které ovlivňují rozdíl v míře výkonnosti a produktivity firem bývalého východního bloku a vyspělých západoevropských zemí. [2]

### 2. hodnocení efektivity nemocnic

Metoda DEA je velmi oblíbená pro hodnocení efektivity ve zdravotnictví díky možnosti hodnotit jednotky s více vstupy a výstupy bez informace o cenách. Hodnoceny jsou nemocnice jako celek nebo jejich oddělení, léčebny pro dlouhodobě nemocné, různá specializovaná zařízení i jednotliví lékaři. [2]

### 3. hodnocení efektivnosti bankovních poboček

Hodnocení efektivnosti bankovních poboček patří mezi jednu z typických aplikací modelů analýzy obalu dat. V literatuře jsou popsány desítky reálných studií z této oblasti. [2]

### 4. výpočet indexu lidského rozvoje

Index lidského rozvoje (HDI – Human Development Index) je ukazatel, který je každoročně publikován v rámci programu Spojených národů pro všechny členské státy. HDI se pokouší měřit kvalitu lidského života v jednotlivých zemích světa. [2]



# Metodika práce

## Metodika praktické části diplomové práce

Cílem praktické části diplomové práce na téma „Modely hodnocení efektivnosti a jejich aplikace“ je aplikovat teoretické poznatky, získané studiem literatury a dalších informačních zdrojů, u konkrétní organizace. Za tímto účelem byla navázána spolupráce s hasičským záchranným sborem konkrétního kraje České republiky a vhodná metoda analýzy obalu dat (DEA) bude využita pro porovnání efektivnosti požárních stanic.

Postup práce při aplikaci vybraného DEA modelu je následující:

1. charakteristika organizace, vybrané pro praktickou aplikaci modelů analýzy obalu dat, s uvedením vstupů a výstupů zvolených pro potřebné výpočty,
2. provedení výpočtu efektivnosti produkčních jednotek za použití vybraného DEA modelu a software, shrnutí a vyhodnocení výsledků,
3. návrh optimalizujícího řešení pro hodnocenou organizaci s ohledem jeho na reálnou proveditelnost,
4. zhodnocení použitelnosti a přínosu metody analýzy obalu dat v daném případě.

Vzhledem k charakteru hodnocené organizace byl pro výpočet efektivnosti produkčních jednotek zvolen vstupově orientovaný model a výpočet bude proveden jak za předpokladu konstantních výnosů z rozsahu (CCR model), tak i za předpokladu variabilních výnosů z rozsahu (BCC model).

### Matematická formulace CCR vstupově orientovaného modelu pro jednotku H:

$$\text{Koeficient technické efektivity } \Phi_H = \frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \rightarrow \text{MAX},$$

za podmínek

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH}}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \leq 1,$$

$$u_{jH} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_{iH} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m,$$

kde

$u_{jH}$  ... váha pro  $j$ -tý výstup jednotky H

$y_{jH}$  ... hodnota  $j$ -tého výstupu jednotky H

$v_{iH}$  ... váha pro  $i$ -tý vstup jednotky H

$x_{iH}$  ... hodnota  $i$ -tého vstupu jednotky H

$n$  ... počet výstupů

$m$  ... počet vstupů.

Matematická formulace BCC vstupově orientovaného modelu pro jednotku H:

$$\text{Koefficient technické efektivity } \Phi_H = \frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} + q_H}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \rightarrow \text{MAX},$$

za podmínek

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_{jH} y_{jH} + q_H}{\sum_{i=1}^m v_{iH} x_{iH}} \leq 1,$$

$$u_{jH} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_{iH} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m,$$

$q_H$  libovolné,

kde

$u_{jH}$  ... váha pro  $j$ -tý výstup jednotky H

$y_{jH}$  ... hodnota  $j$ -tého výstupu jednotky H

$v_{iH}$  ... váha pro  $i$ -tý vstup jednotky H

$x_{iH}$  ... hodnota  $i$ -tého vstupu jednotky H

$n$  ... počet výstupů

$m$  ... počet vstupů

$q_H$  ... velikost odchylky od konstantního výnosu z rozsahu pro jednotku H.

Pro výpočet efektivnosti produkčních jednotek konkrétní organizace bude použit software Frontier Analyst Professional, verze 3.2.2, od společnosti Banxia Software Ltd.

# Praktická část

# 1. Charakteristika produkčních jednotek

Modely analýzy obalu dat (DEA – Data Envelopment Analysis) vyhodnocují relativní efektivnost mezi větším počtem homogenních produkčních jednotek. To znamená jednotek, které produkují identické nebo ekvivalentní výstupy a pro tuto produkci spotřebovávají určité vstupy. Praktickou aplikaci modelů DEA pro účely této diplomové práce umožnila spolupráce s hasičským záchranným sborem konkrétního kraje České republiky (dále „HZS“), který provozuje dvacet požárních stanic<sup>7</sup>.

Požární stanice lze považovat za homogenní produkční jednotky – jejich výstupem jsou stejné druhy zásahů, pro které je jako vstup využíváno ekvivalentní vybavení a lidská práce. Rozdíly mezi požárními stanicemi tedy plynou z odlišností jejich oblastí působnosti<sup>8</sup>.

Území, na kterém požární stanice působí, se vyznačuje určitou rozlohou, přírodními podmínkami, počtem obyvatel a strukturou sídel, komunikací a ekonomických subjektů. Podmiňuje tím počet a druhovou skladbu zásahů. Z tohoto faktu je zřejmá zásadní vlastnost výstupů zvolených produkčních jednotek – požárních stanic, a to jejich nekontrolovatelnost. Jednotkou přímo ovlivnitelné tedy zůstávají pouze vstupy: počet pracovníků, stav vybavení, velikost využívaných prostorů, atd. Uvedená charakteristika vstupů a výstupů produkčních jednotek bude mít vliv na volbu konkrétního modelu DEA pro výpočet efektivity těchto jednotek.

## 1.1. Předurčenost požárních stanic v plošném pokrytí území

Základní princip organizace systému jednotek požární ochrany (v tomto případě požárních stanic) spočívá v tom, že každému katastrálnímu území obce je, dle stupně jeho nebezpečí, předurčeno odpovídající zajištění jednotkami požární ochrany, které garantuje:

- dobu dojezdu a územní působnost jednotek požární ochrany,

---

<sup>7</sup> Respektuji přání uchovat anonymitu. Pro hodnocení hasičský záchranný sbor nejmenovaného konkrétního kraje České republiky bude užívána zkratka HZS, požární stanice budou označeny písmeny abecedy.

<sup>8</sup> Územní působností jednotky požární ochrany se rozumí optimální vzdálenost pro dojezd určitého druhu jednotky k místu zásahu, která vymezuje území jejího standardního působení, tzv. "hasební obvod". Při stanovení územní působnosti jednotek požární ochrany se vycházelo ze statistické analýzy zásahů jednotek požární ochrany a v potaz se braly i zkušenosti z ostatních evropských států. [7]

- množství sil a prostředků jednotek požární ochrany, které se do určeného časového okamžiku dostaví na místo zásahu. [7]

Systém jednotek požární ochrany vybudovaný dle tohoto principu garantuje základní úroveň pomoci poskytovanou jednotkami požární ochrany a je označován jako plošné pokrytí území ČR jednotkami požární ochrany (dále jen „plošné pokrytí“). Praktickým naplněním plošného pokrytí je, že dislokace a velikost jednotlivých druhů jednotek požární ochrany je volena tak, aby katastrální území obcí v závislosti na stupni nebezpečí byly zabezpečeny požadovaným minimálním množstvím sil a prostředků jednotek požární ochrany. [7]

Stupeň nebezpečí území obce se stanovuje na základě ohodnocení míry rizika vzniku mimořádné události v katastrálním území dané obce v závislosti na počtu obyvatel trvale žijících v tomto katastrálním území, charakteru katastrálního území a počtu zásahů jednotek požární ochrany za rok v daném katastrálním území. Tato základní kritéria charakterizují pravděpodobnost vzniku mimořádné události v daném katastrálním území obce. Vyšší počet obyvatel, historická zástavba, rekreační oblasti, průmyslové oblasti či dopravní uzly zvyšují pravděpodobnost vzniku požárů či jiných mimořádných událostí. S ohledem na odlišnost těchto rizik je nutno i odlišně zabezpečit dané katastrální území obce. [7]

## 1.2. Typy požárních stanic

Příloha č. 3 k vyhlášce č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů uvádí typy požárních stanic:

*V rámci jednoho územního odboru hasičského záchranného sboru kraje a sídla hasičského záchranného sboru kraje se s ohledem na plošné pokrytí a pro vytvoření odpovídající základny pro činnost specializovaných služeb zřizuje vždy jedna ze stanic typu:*

*C1 – stanice umístěná v obci s počtem obyvatel do 50 tisíc, kde jednotka hasičského záchranného sboru kraje zabezpečuje výjezd dvou družstev, nebo*

*C2 – stanice umístěná v obci s počtem obyvatel od 50 tisíc do 75 tisíc, kde jednotka hasičského záchranného sboru kraje zabezpečuje výjezd dvou družstev, anebo*

*C3 – stanice umístěná v obci s počtem obyvatel nad 75 tisíc, kde jednotka hasičského záchranného sboru kraje zabezpečuje výjezd tří družstev, a*

*s ohledem na plošné pokrytí a požární nebezpečí katastrálních území obcí v kraji se zřizují stanice typu P:*

*P0 – stanice umístěná v obci s počtem obyvatel do 15 tisíc, kde jednotka hasičského záchranného sboru kraje vznikla sdružením prostředků obce a hasičského záchranného sboru kraje podle §69a zákona o požární ochraně<sup>9</sup>,*

*P1 – stanice umístěná v obci s počtem obyvatel do 30 tisíc nebo v části obce, kde jednotka hasičského záchranného sboru kraje zabezpečuje výjezd družstva o zmenšeném početním stavu,*

*P2 – stanice, která zabezpečuje výjezd družstva a je vybavena stanovenou požární technikou a výškovou technikou; stanice P2 se zřizuje v obci s počtem obyvatel*

*a) do 15 tisíc, pokud je v obci více než 10% budov s více než 5 nadzemními podlažími a pokud není uskutečnitelná přeprava automobilového žebříku nebo automobilové plošiny z jiné stanice do 15 minut,*

*b) nad 15 tisíc, pokud v obci není uskutečnitelná přeprava automobilového žebříku nebo automobilové plošiny z jiné stanice nebo jednotky do 15 minut.*

*P3 – stanice umístěná v obci nebo v části obce s počtem obyvatel do 30 tisíc, kde jednotka hasičského záchranného sboru kraje zabezpečuje výjezd jednoho družstva a družstva o zmenšeném početním stavu,*

*P4 – stanice umístěná v obci nebo v části obce s počtem obyvatel do 30 tisíc, kde jednotka hasičského záchranného sboru kraje zabezpečuje výjezd dvou družstev. [8]*

Ve sledovaném kraji se vyskytují požární stanice typu C3, C1, P2, P1 a P0. Celkový počet dvaceti požárních stanic HZS kraje je rozdělen do sedmi územních odborů, které odpovídají bývalým okresům na území tohoto kraje.

### 1.3. Výstupy požárních stanic

Jako výstupy činnosti požárních stanic HZS pro analýzu jejich efektivnosti metodou DEA byly označeny zásahy zahrnující požáry, dopravní nehody, živelné pohromy,

---

<sup>9</sup> Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.

úniky nebezpečných chemických látek, technické havárie a plané poplachy. Definice těchto pojmů jsou uvedeny ve statistickém rozboru HZS za rok 2008 následovně:

*Zásah – činnost jednotky a složky integrovaného záchranného systému u události včetně prověřovacího cvičení nezávisle na tom, zda je za ni požadována finanční náhrada nebo ne.*

*Požárem se rozumí událost definovaná v § 1 písm. m) vyhlášky č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)<sup>10</sup>.*

*Dopravní nehoda – zásah u události mající charakter činností spojených s odstraňováním následků kolize dopravních prostředků.*

*Živelní pohroma – zásah u události spojený s likvidací následků škodlivě působících sil a jevů vyvolaných plošně přírodními vlivy, které ohrožují životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí - povodně, záplavy, deště, vlivem sněhu, námrazy, větrné smrště, sesuvu půdy, zemětřesení apod. Do této kategorie se zařídují zejména události, které jsou spojeny s vyhlášením stavu nebezpečí, stupně povodňové aktivity apod. Do jednotlivých podskupin se zařídí podle převažujícího charakteru.*

*Únik nebezpečné chemické látky – zásah u události spojený s nežádoucím uvolněním nebezpečných chemických látek včetně ropných produktů (během výroby, dopravy nebo manipulace) a ostatních látek. Zásah k omezení nebo snížení rizika nekontrolovaného úniku hořlavých, výbušných, žíravých, jedovatých, zdraví škodlivých, radioaktivních a jiných nebezpečných látek, ropných produktů případně ostatních látek do životního prostředí (zemní plyn, kyseliny a jejich soli, louhy, čpavek apod.) včetně závažných havárií dle § 2 zákona o prevenci závažných havárií<sup>11</sup>.*

*Technická havárie – zásah u události vedoucí k odstranění nebezpečí nebo nebezpečných stavů.*

---

<sup>10</sup> Požárem – každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy.

<sup>11</sup> Zákon č.59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů.



*Planý poplach – činnost jednotky vyvolaná z důvodu ohlášení požáru nebo jiné události jednotce, která se nepotvrdila. [10]*

Tabulka 1 uvádí hodnoty výstupů zjištěné z materiálů poskytnutých HZS. Jedná se o celkový počet zásahů bez rozlišení druhů za jednotlivé požární stanice, který HZS uveřejňuje ve svém statistickém rozboru za každý kalendářní rok počínaje rokem 2001. Nejnovější data jsou k dispozici ze statistiky roku 2008.

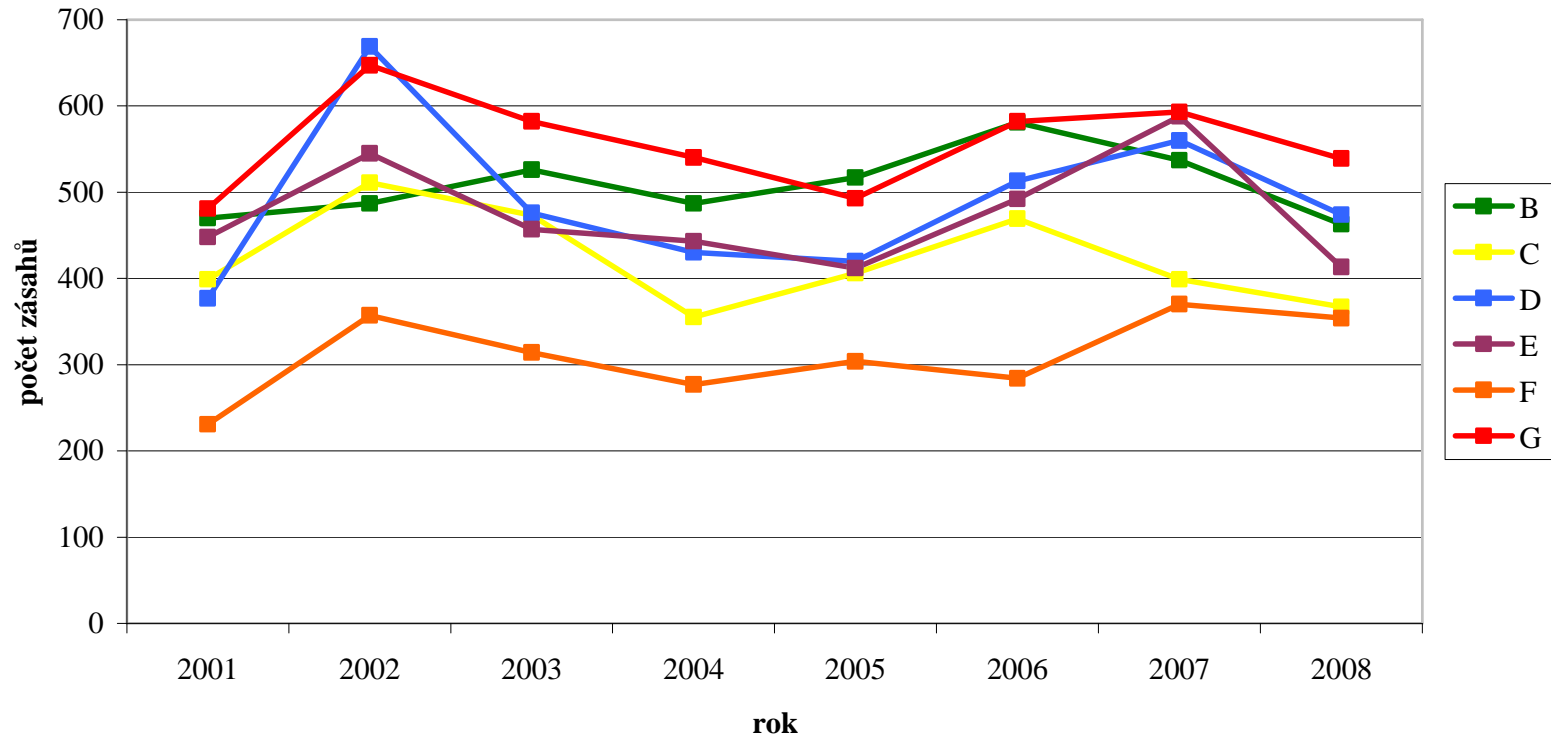
**Tabulka 1: Celkový počet zásahů požárních stanic v letech 2001 – 2008**

Stanice	Typ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>A</b>	<i>C3</i>	1681	1769	1647	1704	1519	1587	1496	1366
<b>B</b>	<i>C1</i>	470	487	526	487	517	581	537	463
<b>C</b>		399	511	473	355	406	469	399	367
<b>D</b>		377	669	476	430	420	513	560	474
<b>E</b>		448	545	457	443	412	492	588	413
<b>F</b>		231	357	314	277	304	284	370	354
<b>G</b>		481	647	582	540	493	582	593	539
<b>H</b>		<i>P2</i>	134	180	187	176	153	201	161
<b>I</b>	<i>P1</i>	49	119	111	82	75	376	412	392
<b>J</b>		113	151	131	152	119	154	160	172
<b>K</b>		234	238	238	231	214	258	250	211
<b>L</b>		103	112	135	111	128	158	131	111
<b>M</b>		84	110	116	105	120	134	130	128
<b>N</b>		191	294	231	189	180	234	256	200
<b>O</b>		114	223	159	139	168	194	180	190
<b>P</b>		194	220	230	225	254	240	290	236
<b>Q</b>		90	174	121	106	102	120	159	155
<b>R</b>		144	224	187	187	165	131	157	178
<b>S</b>	123	206	171	172	157	199	186	189	
<b>T</b>	<i>P0</i>	49	63	53	58	54	104	87	57

Zdroj: Statistický rozbor HZS, 2001 – 2008

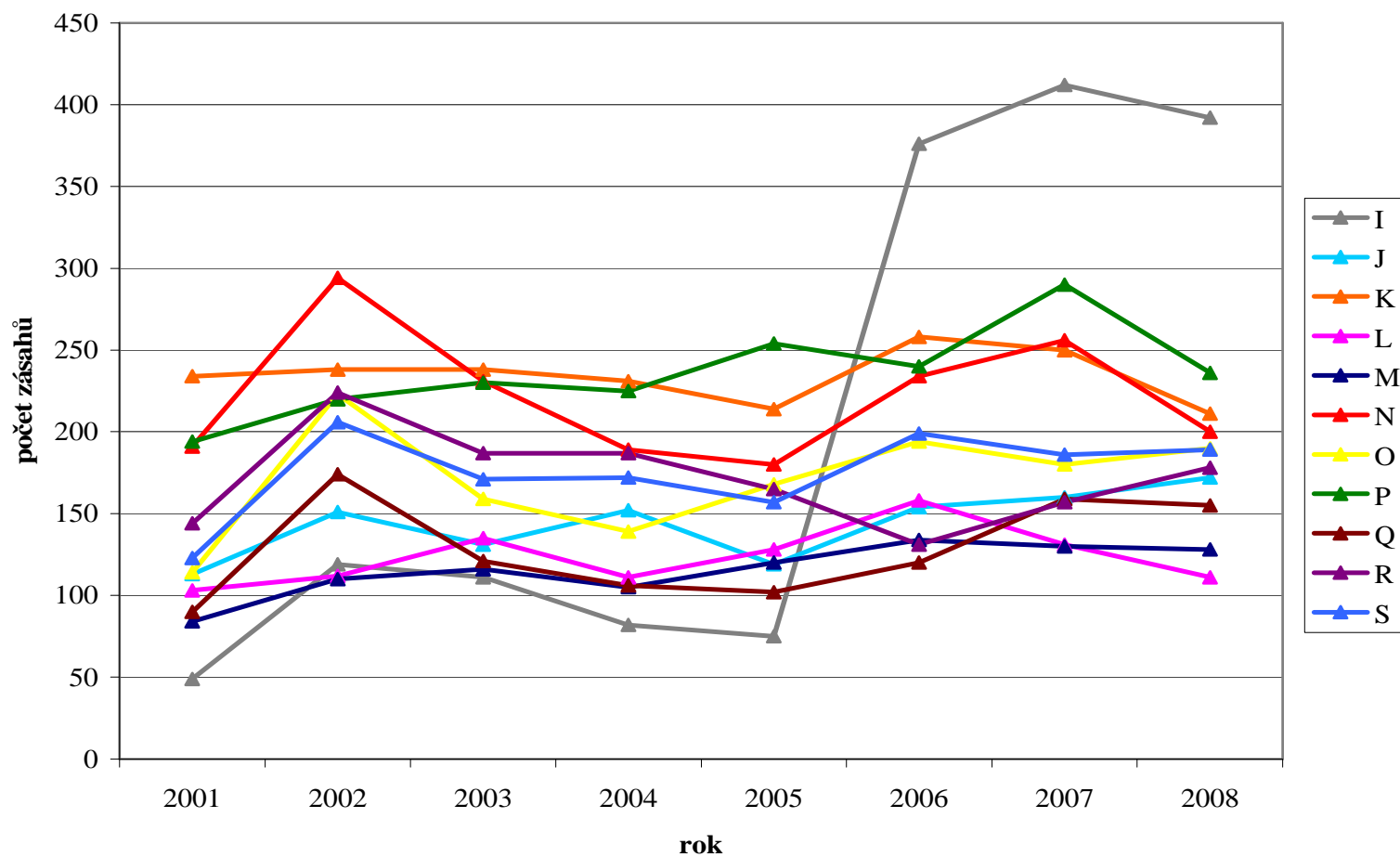
Vývoj celkového počtu zásahů v jednotlivých letech sledovaného období 2001 – 2008 v členění podle typu požární stanice znázorňují grafy 5 – 7.

Graf 5: Vývoj celkového počtu zásahů požárních stanic typu C1



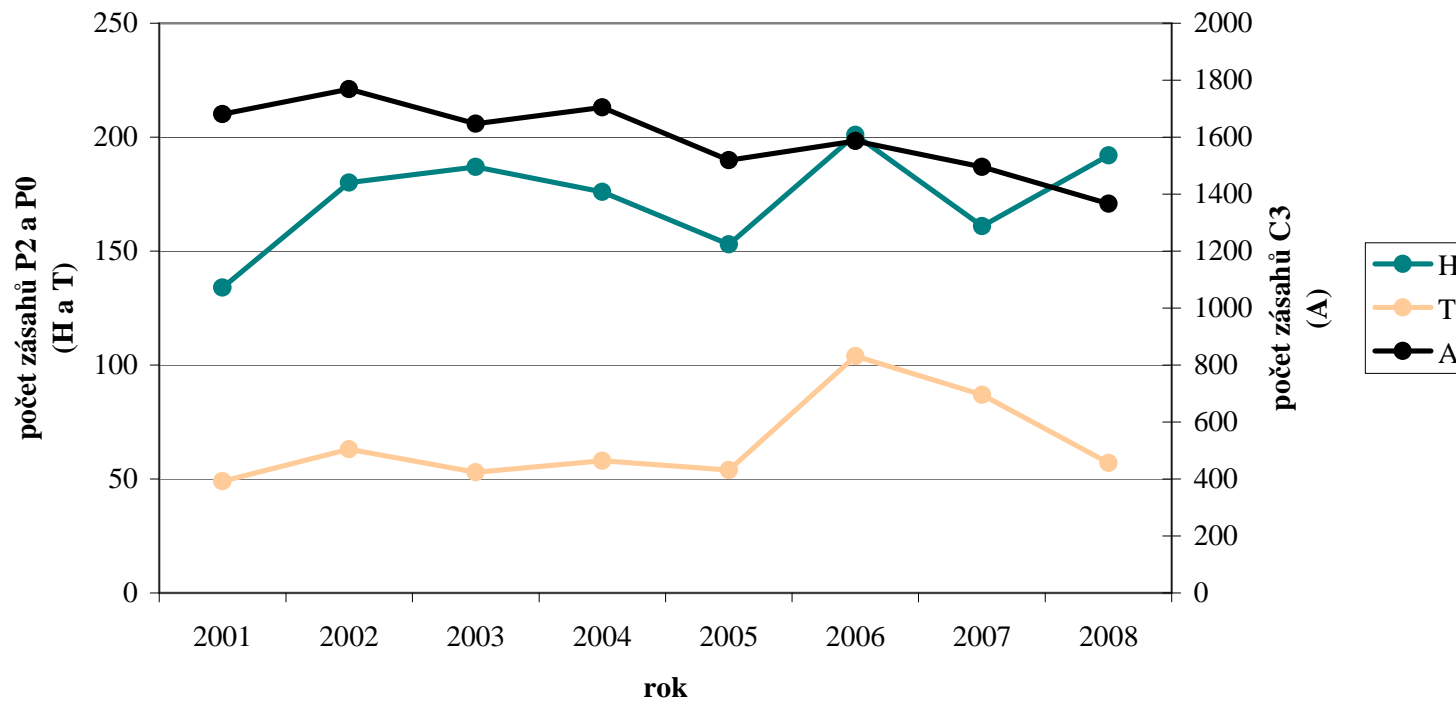
Zdroj: autorka

Graf 6: Vývoj celkového počtu zásahů požárních stanic typu P1



Zdroj: autorka

Graf 7: Vývoj celkového počtu zásahů požárních stanic typu C3, P2 a P0



Zdroj: autorka

Z vývoje celkového počtu zásahů požárních stanic je patrné, že:

- se liší úroveň počtu zásahů dle typu požární stanice,
- existují rozdíly v celkovém počtu zásahů mezi stanicemi stejného typu,
- odlišuje se počet zásahů požárních stanic v jednotlivých letech,
- vývoj počtu zásahů nenaznačuje trvalý růst nebo pokles,
- v letech 2002 (rozsáhlé povodně), 2006 (sněhová kalamita a následné tání sněhu doprovázené vydatným deštěm) a 2007 (orkán) došlo k významným událostem vyžadujícím mimořádný zásah s nasazením prostředků všech či většiny požárních stanic HZS<sup>12</sup>.

Nárůst počtu zásahů stanice *I* v roce 2006 na přibližně čtyřnásobek byl dán, dle informací HZS, přesunem části vybavení, které je nasazováno pro technické zásahy, ze stanice *A*, a je tak současně spojen s poklesem počtu zásahů stanice *A*.<sup>13</sup>

Vzhledem k charakteru výstupů, jejichž existence a struktura závisí na mnoha vnějších, HZS neovlivnitelných faktorech, jsou v tabulce 2 uvedeny také hodnoty průměrného ročního počtu zásahů jednotlivých požárních stanic HZS za sledované období let 2001 – 2008 a hodnoty směrodatných odchylek a variačních koeficientů pro porovnání variability počtu zásahů za tyto jednotky v daném období.

Průměr je počítán jako prostý aritmetický průměr dle vzorce:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} . \quad [4]$$

Výpočet směrodatné odchylky byl proveden dle vzorce:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} . \quad [4]$$

<sup>12</sup> Seznam významných událostí vyžadujících mimořádný zásah je uveřejňován ve statistickém rozboru HZS za příslušný kalendářní rok.

<sup>13</sup> Z tohoto důvodu budou pro výpočty průměrných hodnot a variability hodnot u stanic *A* a *I* brány v úvahu pouze hodnoty za období let 2006 až 2008.

Variační koeficient je dán podílem příslušné směrodatné odchytky a průměru:

$$V_x = \frac{s_x}{\bar{x}}. \quad [4]$$

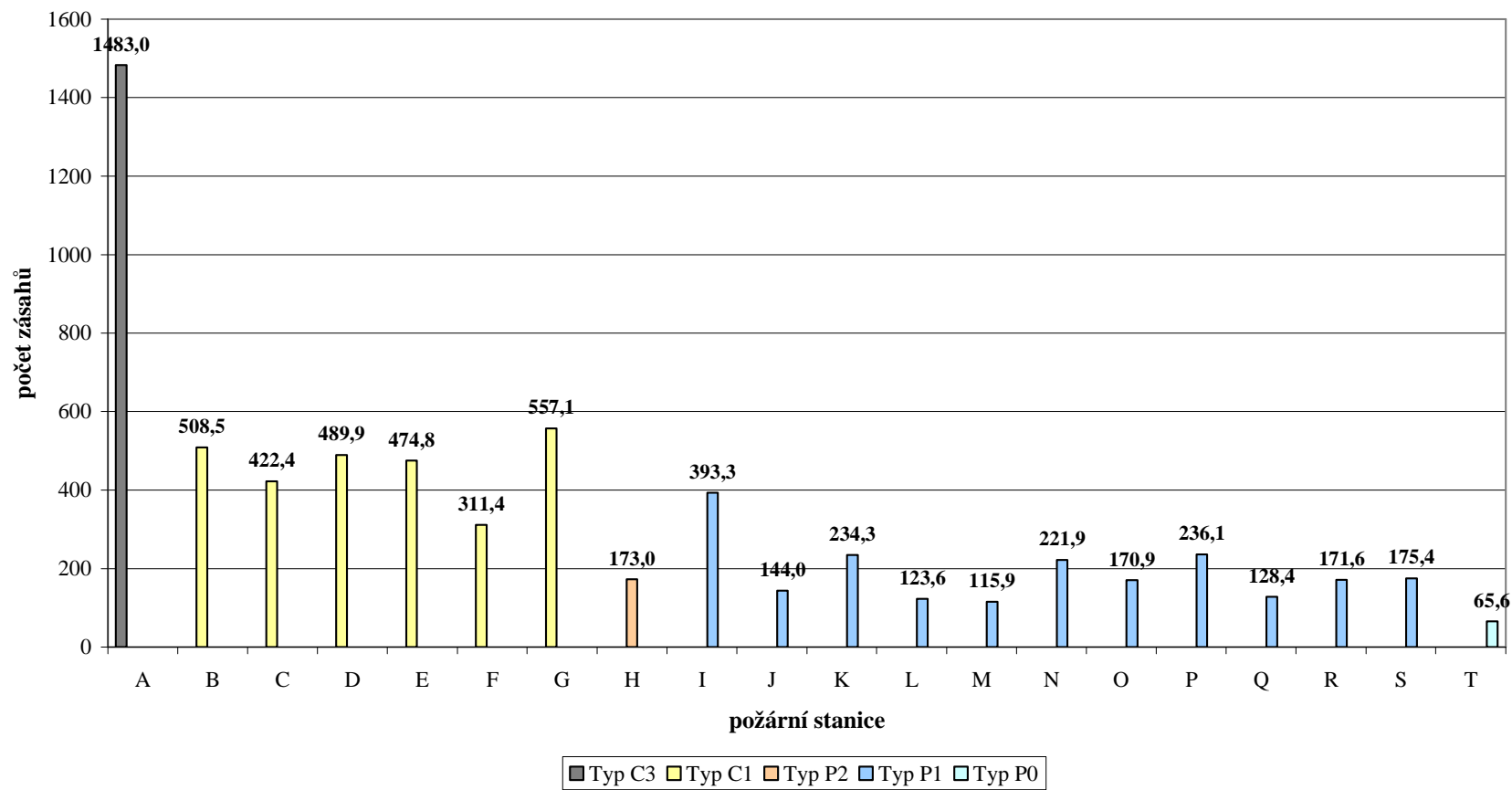
**Tabulka 2: Průměrná úroveň a variabilita celkového počtu zásahů požárních stanic**

Stanice	Typ	Průměr	Směrodatná odchytky	Variační koeficient
<b>A</b>	<i>C3</i>	1483,0	90,7	6,12%
<b>B</b>	<i>C1</i>	508,5	37,0	7,27%
<b>C</b>		422,4	51,9	12,29%
<b>D</b>		489,9	86,0	17,56%
<b>E</b>		474,8	59,0	12,43%
<b>F</b>		311,4	44,4	14,27%
<b>G</b>		557,1	51,4	9,22%
<b>H</b>		<i>P2</i>	173,0	20,8
<b>I</b>	<i>P1</i>	393,3	14,7	3,74%
<b>J</b>		144,0	19,4	13,47%
<b>K</b>		234,3	15,0	6,41%
<b>L</b>		123,6	16,8	13,61%
<b>M</b>		115,9	15,3	13,16%
<b>N</b>		221,9	36,8	16,61%
<b>O</b>		170,9	31,8	18,62%
<b>P</b>		236,1	26,1	11,04%
<b>Q</b>		128,4	28,6	22,24%
<b>R</b>		171,6	27,2	15,86%
<b>S</b>	175,4	24,8	14,12%	
<b>T</b>	<i>P0</i>	65,6	18,2	27,68%

Zdroj: autorka

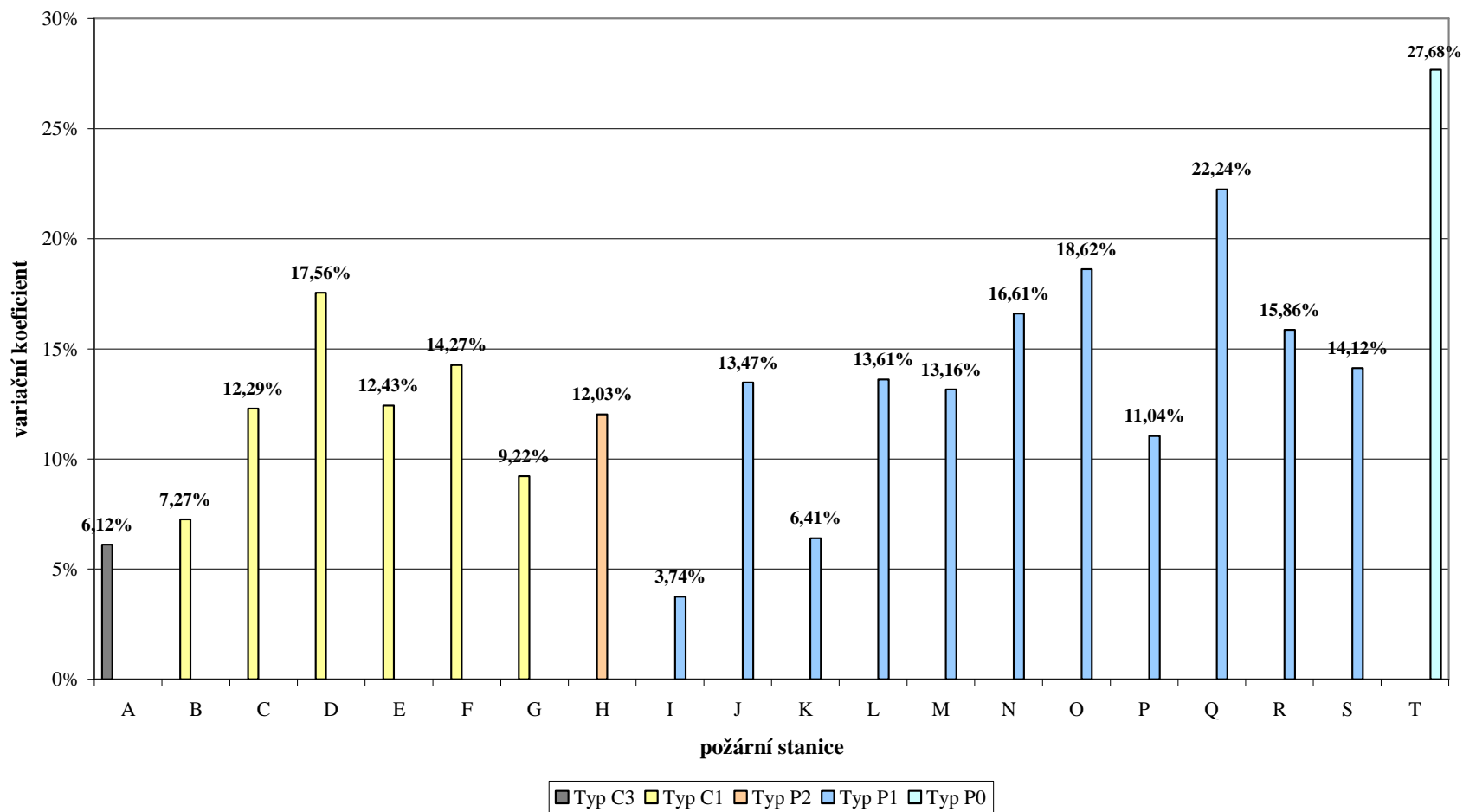
Graficky je srovnání průměrného počtu zásahů a variability celkového počtu zásahů provedeno v grafech 8 a 9. Toto srovnání potvrzuje, že se jasně liší úroveň počtu zásahů dle jednotlivých typů stanic a současně existují poměrně výrazné rozdíly v počtu zásahů i mezi stanicemi stejného typu. Velké rozdíly lze vidět i v hodnotách variačních koeficientů. Současně je patrné, že vyšší variační koeficienty mají požární stanice menšího typu, což lze zdůvodnit tím, že každý další případný zásah se u menších stanic podílí na zvýšení celkového počtu zásahů větší měrou, další případný zásah je u menších požárních stanic v celkovém počtu zásahů znatelnější.

**Graf 8: Průměrná úroveň celkového počtu zásahů požárních stanic v letech 2001 - 2008**



Zdroj: autorka

**Graf 9: Hodnoty variačních koeficientů celkového počtu zásahů za období 2001 - 2008**



Zdroj: autorka



Strukturu zásahů, tedy podíl jednotlivých druhů zásahů na celkovém počtu zásahů, každé z požárních stanic HZS je možné sledovat pouze za roky 2007 a 2008. Příslušné procentuální podíly za jednotlivé požární stanice obsahuje tabulka 3. Údaje o počtech zásahů za starší roky nejsou k dispozici v dostatečně podrobném členění. Grafické znázornění je uvedeno v grafu 10 a 11.

Ze zjištěných hodnot je patrné, že struktura zásahů požárních stanic HZS

- se poměrně výrazně liší mezi jednotlivými požárními stanicemi navzájem,
- se méně výrazně změnila meziročně – největší podíl si u naprosté většiny požárních stanic HZS zachovávají zásahy u technických havárií, následují dopravní nehody a požáry a nejméně se na celkovém počtu zásahů podílejí úniky látek a plané poplachy. Živelní pohromy nejsou evidovány každoročně, ale jejich případný podíl ve struktuře zásahů je výrazný.

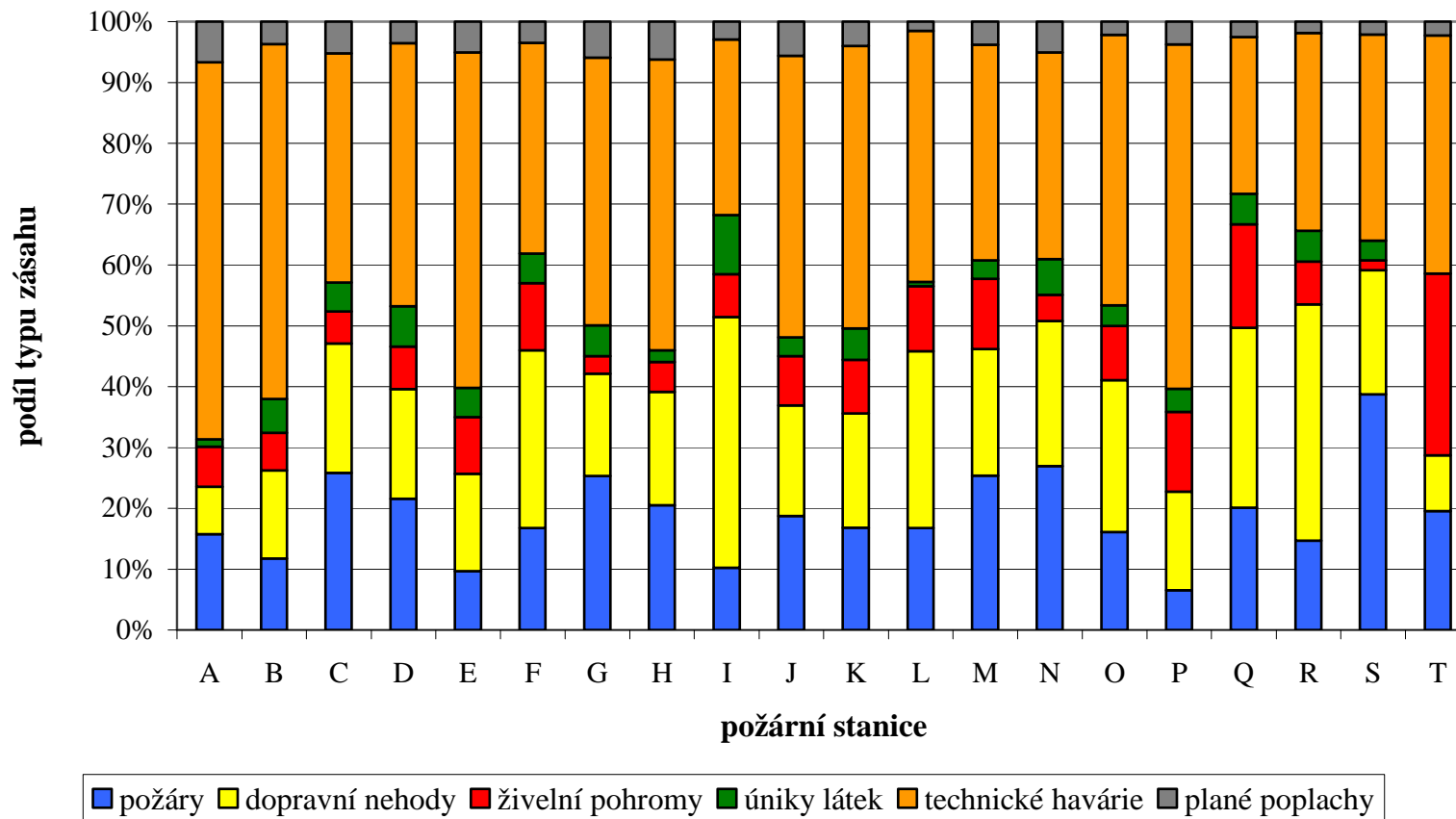
Lze tudíž usoudit, ovšem s ohledem na neexistenci časové řady srovnatelných údajů, že každá požární stanice působí na území s odlišným charakterem, který je významným faktorem určujícím skladbu prováděných zásahů. Struktura zásahů požárních stanic je však dále ovlivňována i proměnlivými faktory (např. povětrnostní vlivy), které způsobují rozdíly v jednotlivých letech a ovlivňují často více požárních stanic najednou.

**Tabulka 3: Struktura zásahů požárních letůch v roce 2007 a 2008**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
<b>2007</b>																				
požáry	15,8%	11,7%	25,8%	21,6%	9,7%	16,8%	25,3%	20,5%	10,2%	18,8%	16,8%	16,8%	25,4%	27,0%	16,1%	6,6%	20,1%	14,6%	38,7%	19,5%
dopravní nehody	7,8%	14,5%	21,3%	18,0%	16,0%	29,2%	16,9%	18,6%	41,3%	18,1%	18,8%	29,0%	20,8%	23,8%	25,0%	16,2%	29,6%	38,9%	20,4%	9,2%
živelní pohromy	6,6%	6,1%	5,3%	7,0%	9,4%	11,1%	2,9%	5,0%	7,0%	8,1%	8,8%	10,7%	11,5%	4,3%	8,9%	13,1%	17,0%	7,0%	1,6%	29,9%
úniky látek	1,2%	5,6%	4,8%	6,6%	4,8%	4,9%	5,1%	1,9%	9,7%	3,1%	5,2%	0,8%	3,1%	5,9%	3,3%	3,8%	5,0%	5,1%	3,2%	0,0%
technické havárie	62,0%	58,3%	37,6%	43,2%	55,1%	34,6%	44,0%	47,8%	28,9%	46,3%	46,4%	41,2%	35,4%	34,0%	44,4%	56,6%	25,8%	32,5%	33,9%	39,1%
plané popluchy	6,7%	3,7%	5,3%	3,6%	5,1%	3,5%	5,9%	6,2%	2,9%	5,6%	4,0%	1,5%	3,8%	5,1%	2,2%	3,8%	2,5%	1,9%	2,2%	2,3%
<b>2008</b>																				
požáry	19,5%	13,4%	18,8%	21,5%	10,7%	16,4%	22,1%	16,1%	9,4%	18,0%	13,7%	24,3%	18,8%	17,5%	20,5%	14,4%	22,6%	14,0%	22,2%	24,6%
dopravní nehody	7,7%	14,5%	16,9%	17,7%	20,6%	30,5%	16,0%	18,2%	41,6%	17,4%	29,9%	20,7%	25,8%	26,0%	20,0%	21,2%	25,2%	31,5%	28,0%	12,3%
živelní pohromy	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
úniky látek	1,0%	5,8%	2,7%	7,8%	3,9%	9,9%	4,5%	2,1%	8,4%	2,3%	6,2%	3,6%	3,1%	4,0%	2,1%	4,7%	1,3%	3,4%	1,1%	5,3%
technické havárie	63,5%	62,4%	53,4%	46,6%	60,8%	36,7%	52,9%	54,7%	36,7%	57,6%	45,5%	49,5%	47,7%	47,5%	52,1%	56,8%	48,4%	45,5%	44,4%	56,1%
plané popluchy	8,4%	3,9%	8,2%	6,3%	4,1%	6,5%	4,6%	8,9%	3,8%	4,7%	4,7%	1,8%	4,7%	5,0%	5,3%	3,0%	2,6%	5,6%	4,2%	1,8%

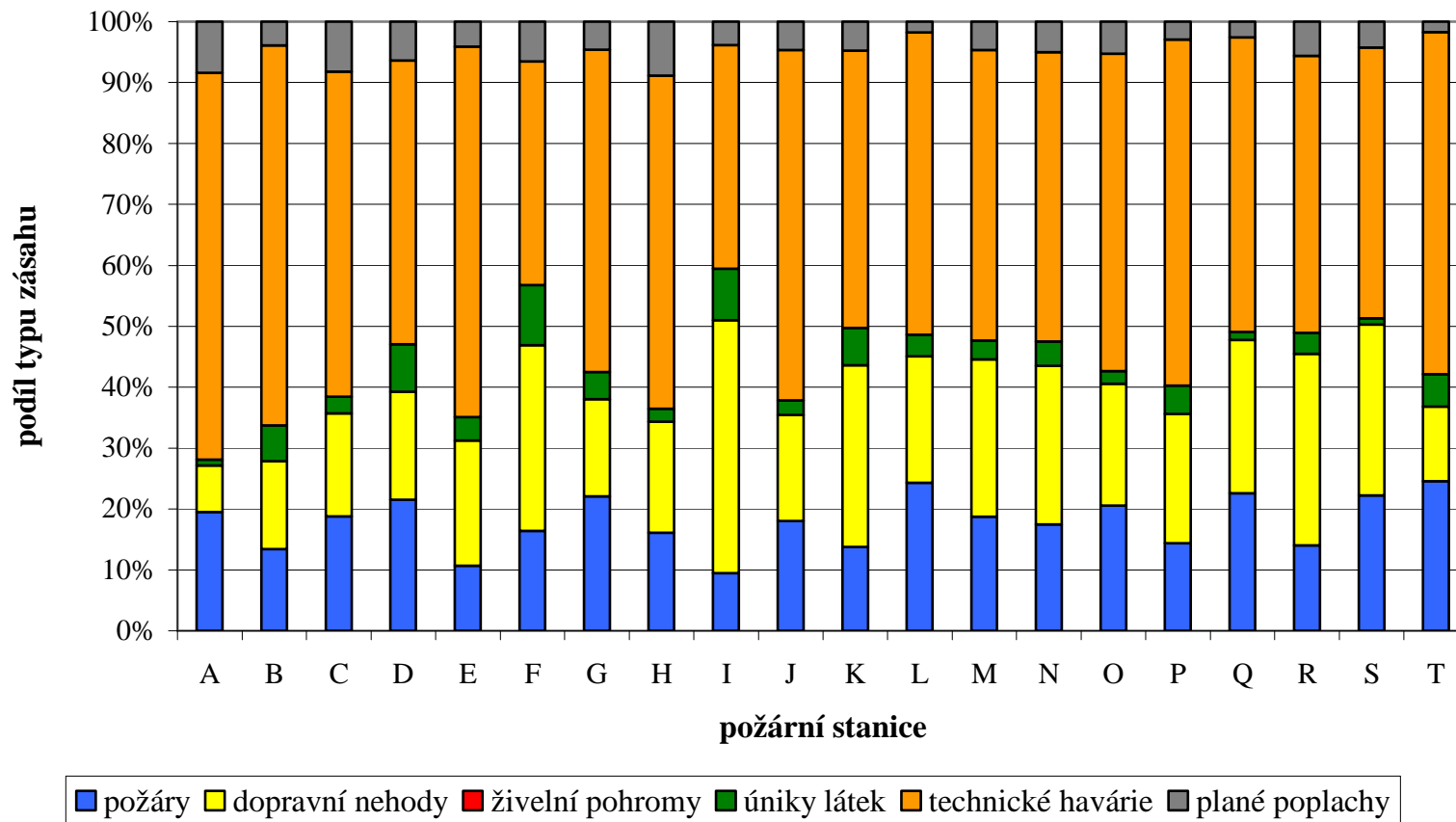
Zdroj: autorka

Graf 10: Struktura zásahů požárních stanic 2007



Zdroj: autorka

Graf 11: Struktura zásahů požárních stanic 2008



Zdroj: autorka

#### 1.4. Vstupy požárních stanic

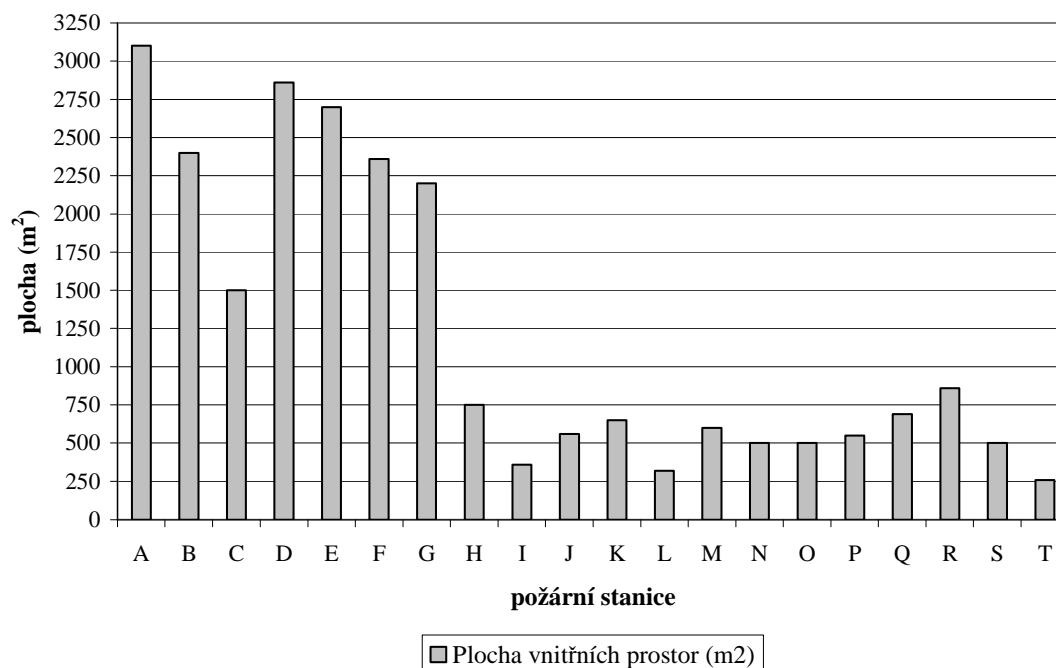
Požární stanice jsou pro potřeby výpočtu efektivnosti pomocí metody analýzy obalu dat charakterizovány těmito vstupy: plocha vnitřních prostorů požární stanice využívaných bezprostředně pro zásahovou činnost požární stanice, počet pracovníků ve struktuře dle pracovního zařazení a vybrané položky vybavení požární technikou. Hodnoty vstupů byly zjišťovány aktuálně na začátku roku 2009.

Plocha vnitřních prostorů požární stanice zahrnuje výměru části vnitřních prostorů objektu příslušné požární stanice, která je využívána bezprostředně pro zásahovou činnost. Výměra byla stanovena odhadem provedeným pracovníky HZS. Plochu vnitřních prostorů jednotlivých požárních stanic HZS uvádí tabulka 4 a pro přehledné srovnání také graf 12.

**Tabulka 4: Plocha vnitřních prostorů požární stanice pro zásahovou činnost**

<i>Stanice</i>	<i>Plocha vnitřních prostor (m<sup>2</sup>)</i>
A	3100
B	2400
C	1500
D	2860
E	2700
F	2360
G	2200
H	750
I	360
J	560
K	650
L	320
M	600
N	500
O	500
P	550
Q	690
R	860
S	500
T	260

Zdroj: vlastní odhad HZS

**Graf 12: Plocha vnitřních prostorů požárních stanic pro zásahovou činnost**

Zdroj: autorka

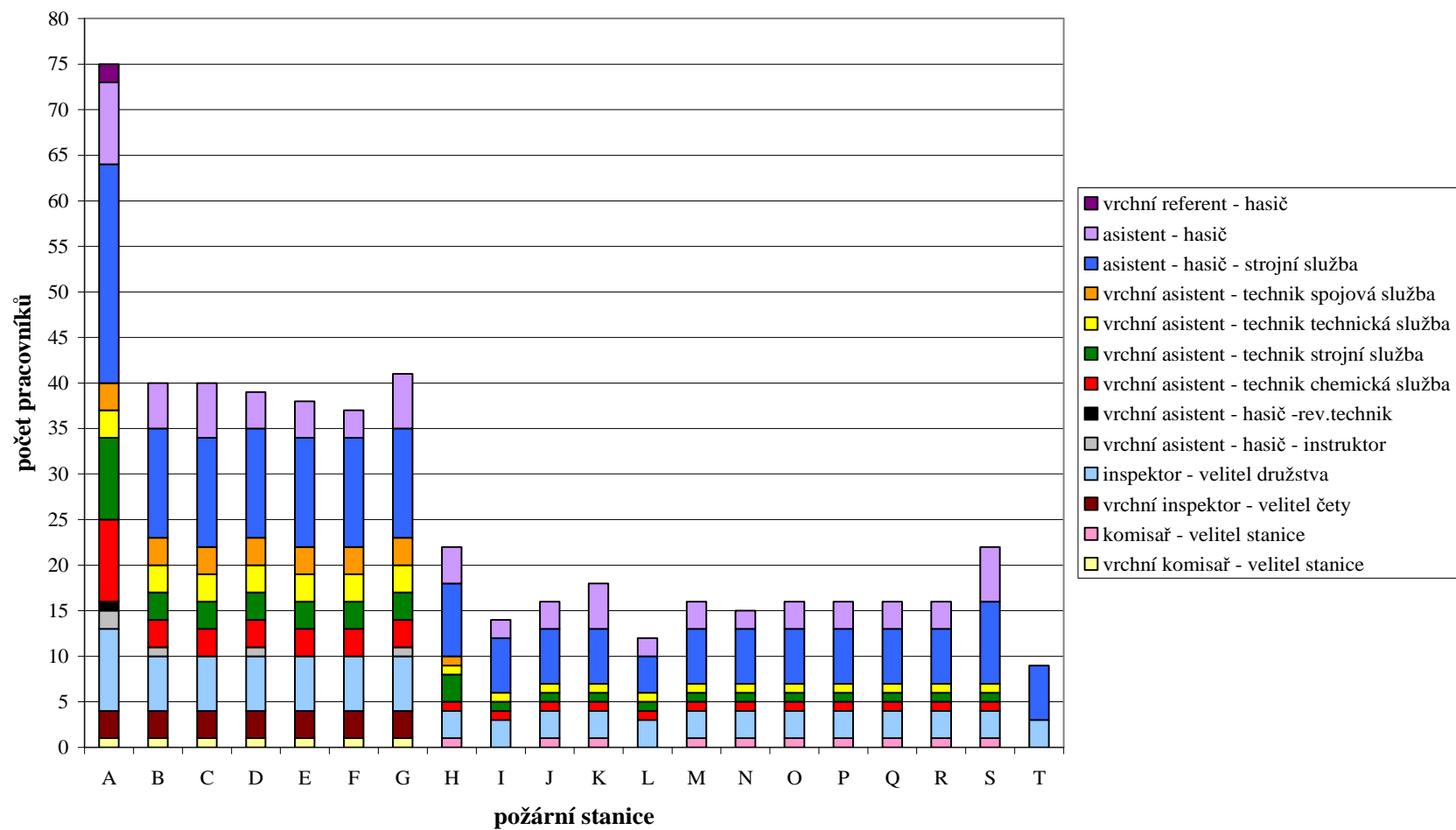
Provoz zásahové činnosti požárních stanic HZS je nepřetržitý a v rámci 24 hodin je rozdělen do 3 osmihodinových směn. Úhrnný počet zaměstnanců, který se vystřídá ve službě během těchto 3 směn, je uveden ve struktuře dle pracovních pozic v tabulce 5 a v grafu 13. Pro účel výpočtu efektivity požárních stanic HZS metodou DEA byly jednotlivé pracovní pozice sloučeny do 3 kategorií: velitelé, technici a hasiči, respektující odlišnou základní náplň práce.

Tabulka 5: Počet pracovníků ve 3 směších

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
<b>Počet pracovníků (3 směšy)</b>	<b>75</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>9</b>
vrchní komisař - velitel stanice	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
komisař - velitel stanice	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
vrchní inspektor - velitel čtyř	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
inspektor - velitel družstva	9	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Velitelé (pracovníci I) celkem</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
vrchní asistent - technik chemická služba	9	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
vrchní asistent - technik strojní služba	9	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
vrchní asistent - technik technická služba	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
vrchní asistent - technik spojová služba	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Technici (pracovníci II) celkem</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
asistent - hasič - strojní služba	24	12	12	12	12	12	12	8	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	9	6
asistent - hasič	9	5	6	4	4	3	6	4	2	3	5	2	3	2	3	3	3	3	6	0
vrchní referent - hasič	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vrchní asistent - hasič - instruktor	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vrchní asistent - hasič - rev.technik	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hasiči ( pracovníci III) celkem</b>	<b>38</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>6</b>

Zdroj: Systemizace HZS ČR pro konkrétní kraj

Graf 13: Počet a struktura pracovníků požárních stanic



Zdroj: autorka



Údaje o vybavení požárních stanic HZS požární technikou byly zjištěny, na základě dotazníků rozesílaných pracovníky HZS na jednotlivé územní odbory, pouze pro 16 požárních stanic. Podrobný soupis zjištěných položek vybavení požárních stanic HZS je uveden v příloze 1. Pro účely výpočtu efektivnosti požárních stanic HZS metodou DEA jsou tyto položky agregovány do 3 kategorií:

- cisternové automobilové stříkačky (CAS), automobily (včetně velitelských) a automobilová technika,
- zásahové technické vybavení a
- osobní vybavení.

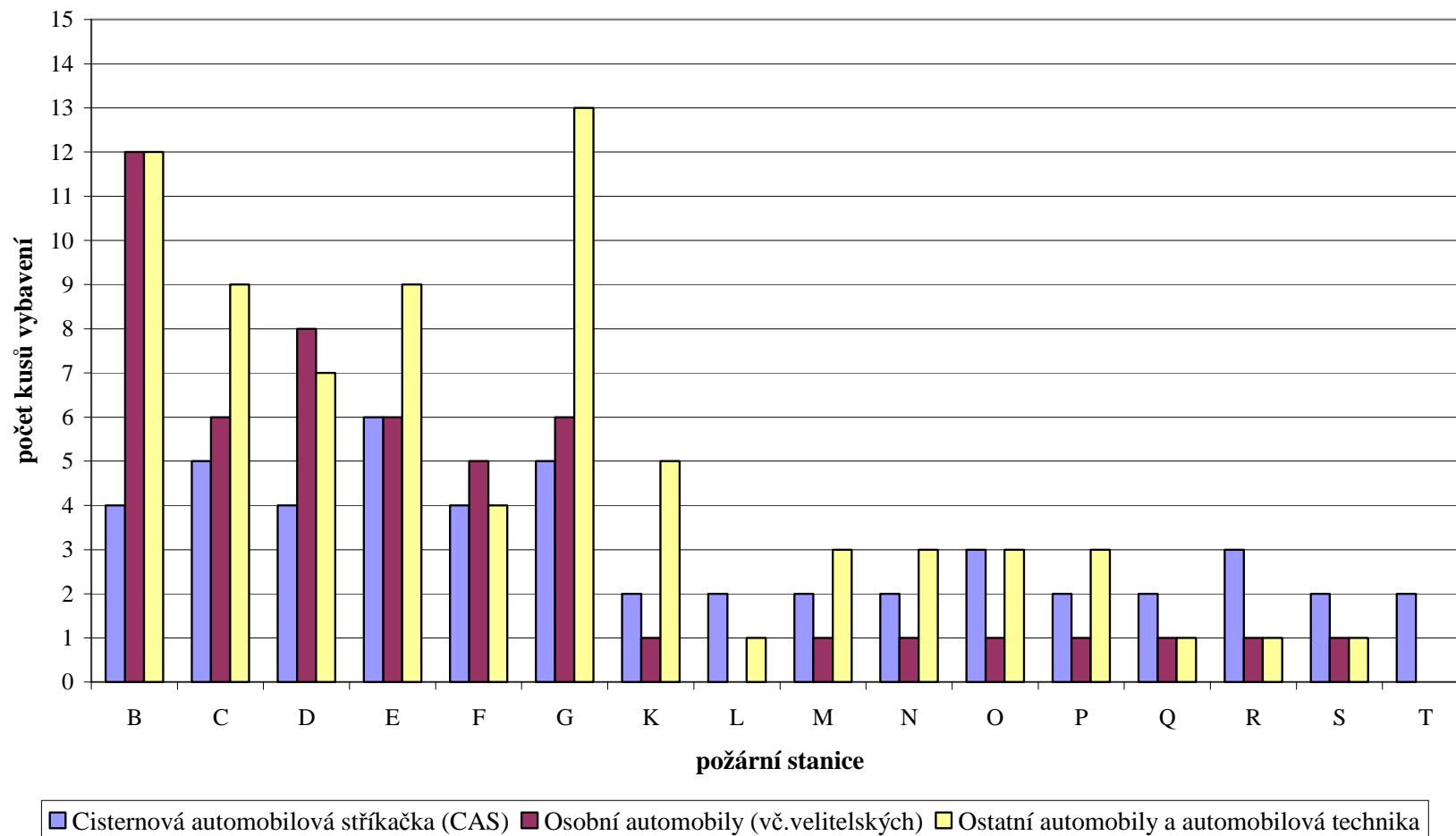
Stav vybavení požárních stanic HZS požární technikou dle údajů zaslaných jednotlivými územními odbory uvádí tabulka 6. Stav vybavení je vždy vyjádřen počtem kusů jednotlivých položek vybavení příslušné kategorie. Grafické srovnání je provedeno v grafech 14 – 16.

**Tabulka 6: Stav vybavení požárních stanic požární technikou**

	B	C	D	E	F	G	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cisternová automobilová stříkačka (CAS)	4	5	4	6	4	5	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
Osobní automobily (vč. velitelských)	12	6	8	6	5	6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
Ostatní automobily a automobilová technika	12	9	7	9	4	13	5	1	3	3	3	3	1	1	1	0
<i>Celkem - CAS, automobily a automobilová technika</i>	<i>28</i>	<i>20</i>	<i>19</i>	<i>21</i>	<i>13</i>	<i>24</i>	<i>8</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>2</i>
Vybavení hasící, čepací, vyprošťovací	41	31	41	25	45	42	15	12	15	11	14	13	22	20	16	12
Vybavení protipovodňové a pro práci na vodní hladině a ve vodě	25	31	53	27	58	38	7	11	14	14	5	4	14	15	11	4
Přenosné žebříky pro hasiče (záchranné a zásahové)	11	12	19	9	10	16	6	7	6	4	8	3	3	5	12	5
Hasící přístroje	61	37	66	82	60	94	17	9	23	14	14	18	20	25	21	10
Záchranné a evakuační vybavení	20	15	10	11	17	12	9	6	4	4	6	3	8	8	7	4
<i>Celkem - zásahové technické vybavení</i>	<i>158</i>	<i>126</i>	<i>189</i>	<i>154</i>	<i>190</i>	<i>202</i>	<i>54</i>	<i>45</i>	<i>62</i>	<i>47</i>	<i>47</i>	<i>41</i>	<i>67</i>	<i>73</i>	<i>67</i>	<i>35</i>
Ochranné obleky a přilby	82	79	84	77	87	83	24	19	28	22	27	27	26	28	26	15
Dýchací přístroje	89	52	62	113	75	115	29	15	29	27	30	34	32	33	30	13
<i>Celkem - osobní vybavení</i>	<i>171</i>	<i>131</i>	<i>146</i>	<i>190</i>	<i>162</i>	<i>198</i>	<i>53</i>	<i>34</i>	<i>57</i>	<i>49</i>	<i>57</i>	<i>61</i>	<i>58</i>	<i>61</i>	<i>56</i>	<i>28</i>
<b>Celkem</b>	<b>357</b>	<b>277</b>	<b>354</b>	<b>365</b>	<b>365</b>	<b>424</b>	<b>115</b>	<b>82</b>	<b>125</b>	<b>102</b>	<b>111</b>	<b>108</b>	<b>129</b>	<b>139</b>	<b>127</b>	<b>65</b>

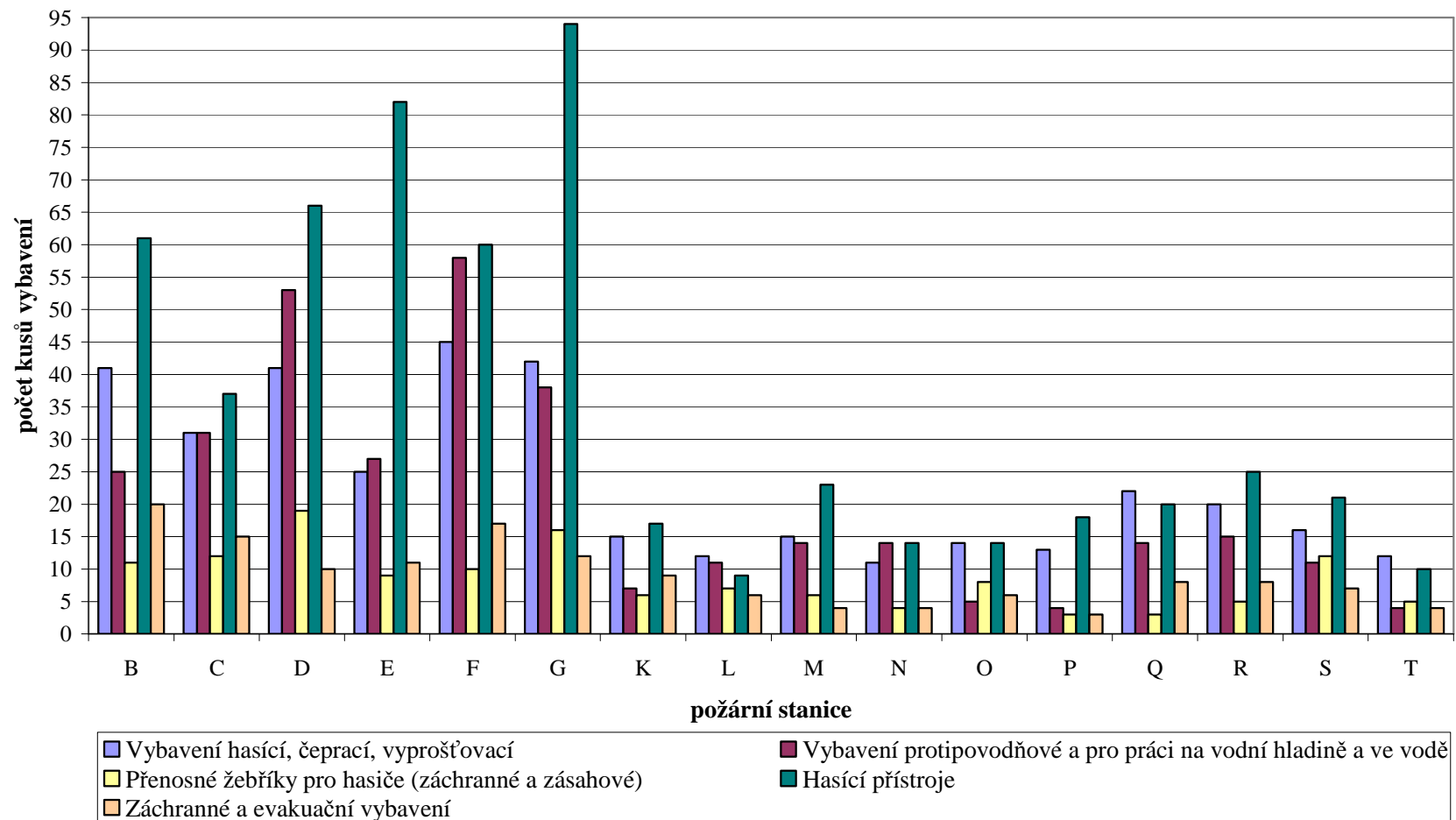
Zdroj: interní zdroj HZS

**Graf 14: Stav vybavení požárních stanic požární technikou (CAS, automobily a automobilová technika)**



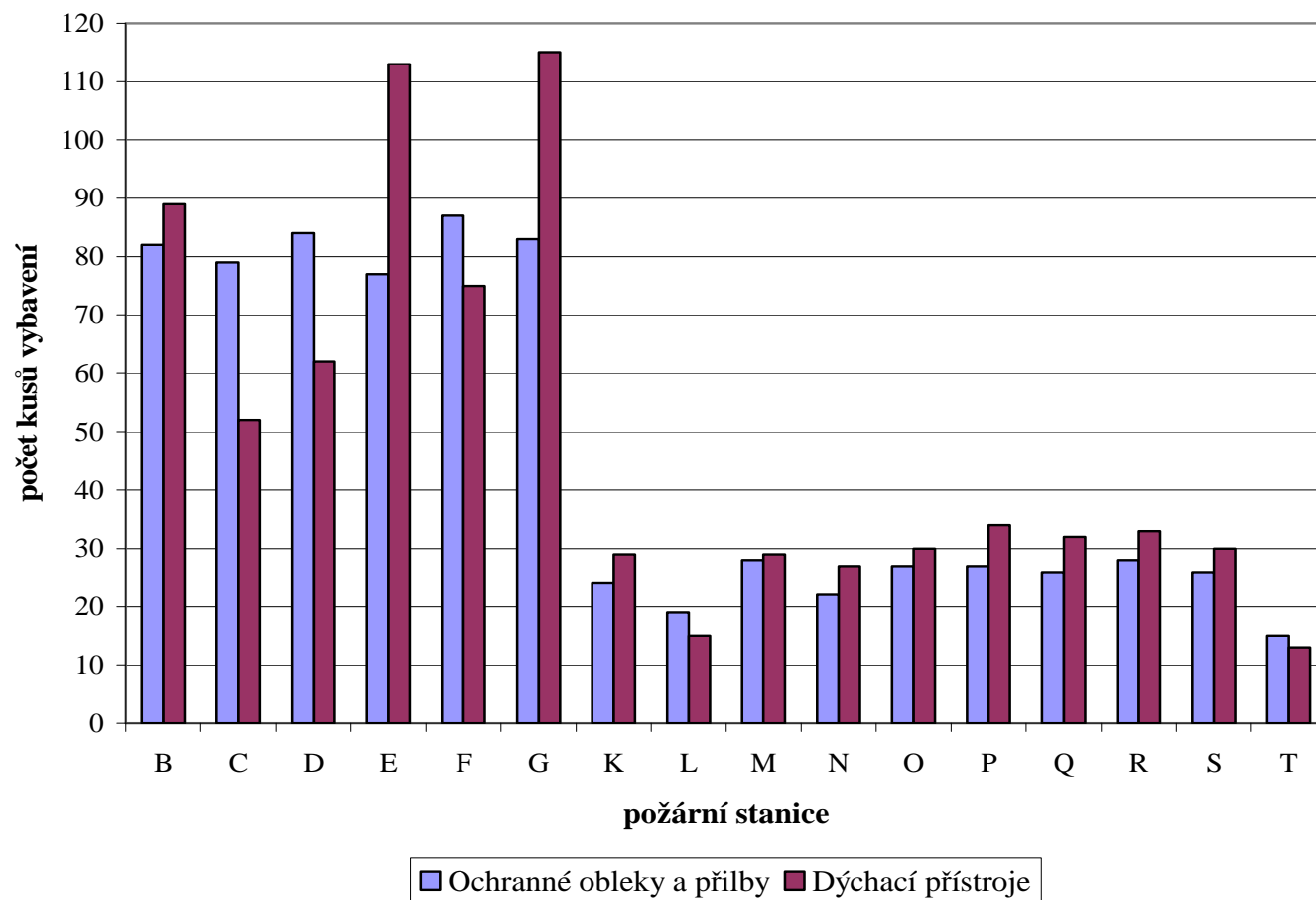
Zdroj: autorka

**Graf 15: Stav vybavení požárních stanic požární technikou (zásahové technické vybavení)**



Zdroj: autorka

Graf 16: Stav vybavení požárních stanic požární technikou (osobní vybavení)



Zdroj: autorka

## 2. Analýza efektivnosti jednotek metodou DEA

Vzhledem k charakteru hodnocené organizace byl pro výpočet efektivnosti produkčních jednotek metodou analýzy obalu dat zvolen vstupově orientovaný model. Je totiž zřejmá zásadní vlastnost výstupů zvolených produkčních jednotek – požárních stanic HZS, a to jejich nekontrolovatelnost. Jednotkou přímo ovlivnitelné tedy zůstávají pouze vstupy.

Výpočet byl proveden v počítačovém programu Frontier Analyst Professional, jak za předpokladu konstantních výnosů z rozsahu (CCR model), tak i za předpokladu variabilních výnosů z rozsahu (BCC model).

Srovnání efektivnosti mohlo být uskutečněno pouze mezi 16 požárními stanicemi, za 4 požární stanice nebyly k dispozici potřebné údaje o stavu technického vybavení.

### 2.1. Vstupní údaje pro DEA analýzu

Pro výpočet efektivnosti požárních stanic HZS metodou DEA analýzy byly zvoleny vstupní údaje uvedené v tabulce 7.

Sloupec *zásahy* pro jednotlivé požární stanice HZS uvádí průměrný roční počet zásahů za období let 2001 až 2008 a pro DEA analýzu je jako jediný označen za výstup hodnocených jednotek. Průměrná úroveň počtu zásahů byla jako reprezentant vybrána z těchto důvodů:

- podrobnější členění zásahů na jednotlivé druhy je k dispozici pouze za poslední dva roky 2007 a 2008,
- rozdíl v počtu a struktuře zásahů mezi jednotlivými roky je dán faktory, které HZS nemůže svými prostředky ovlivnit,
- základní podoba struktury zásahů každé požární stanice je do velké míry předurčena charakterem území, na kterém tato jednotka působí.

Další sloupce zastupují vstupy požárních stanic HZS zvolené pro výpočet jejich efektivnosti.

Sloupec *pracovníci I* obsahuje počet pracovníků na velitelských pozicích, sloupec *pracovníci II* udává počet techniků a sloupec *pracovníci III* počet pracovníků na pozici hasiče. Strukturovaný stav pracovníků jednotlivých požárních stanic uvádí tabulka 5.

Sloupec *plocha* zaznamenává počet m<sup>2</sup> vnitřních prostorů požární stanice využívaných pro zásahovou činnost. Údaje udává také tabulka 4.

Sloupec *vybavení I* zobrazuje stav cisternových automobilových stříkaček, automobilů (včetně velitelských) a automobilové požární techniky. Sloupec *vybavení II* obsahuje položky zásahového technického vybavení. Sloupec *vybavení III* ukazuje stav osobního požárního vybavení. Toto členění položek požární techniky a požárního vybavení je uvedeno také v tabulce 6. Podrobnější soupis jednotlivých položek požárního vybavení zahrnutých do výše uvedených kategorií lze nalézt v příloze 1.

Položky požární techniky použité jako vstupy požárních stanic HZS pro DEA analýzu efektivnosti byly agregovány do větších skupin z následujících důvodů:

- mezi položkami požárního vybavení existují jak položky, které se používají pouze pro jediný druh zásahů, tak položky používané pro zásahy různého typu,
- některé z položek požárního vybavení se alternují, to znamená, že požární stanice si může mezi takovými položkami zvolit, což nevylučuje, že bude využívat alternující se položky vybavení současně,
- množství a struktura vybavení jednotlivých požárních stanic závisí také na jejich velikosti, předurčenosti k různým typům zásahů.

**Tabulka 7: Vstupní údaje pro DEA analýzu**

stanice	zásahy	pracovníci I	pracovníci II	pracovníci III	plocha	vybavení I	vybavení II	vybavení III
<b>B</b>	509	10	12	18	2400	28	158	171
<b>C</b>	422	10	12	18	1500	20	126	131
<b>D</b>	490	10	12	17	2860	19	189	146
<b>E</b>	475	10	12	16	2700	21	154	190
<b>F</b>	311	10	12	15	2360	13	190	162
<b>G</b>	557	10	12	19	2200	24	202	198
<b>K</b>	234	4	3	11	650	8	54	53
<b>L</b>	124	3	3	6	320	3	45	34
<b>M</b>	116	4	3	9	600	6	62	57
<b>N</b>	222	4	3	8	500	6	47	49
<b>O</b>	171	4	3	9	500	7	47	57
<b>P</b>	236	4	3	9	550	6	41	61
<b>Q</b>	128	4	3	9	690	4	67	58
<b>R</b>	172	4	3	9	860	5	73	61
<b>S</b>	175	4	3	15	500	4	67	56
<b>T</b>	66	3	0	6	260	2	35	28

Zdroj: autorka



## 2.2. Efektivnost produkčních jednotek – CCR vstupově orientovaný model

Ze vstupních údajů uvedených v tabulce 7 byla provedena analýza efektivnosti požárních stanic HZS podle CCR vstupově orientovaného modelu. Výsledné hodnoty efektivnosti jednotlivých požárních stanic uvádí tabulka 8.

**Tabulka 8: Výsledné hodnoty efektivnosti (v %) požárních stanic (CCR)**

Stanice	Efektivnost (%)
T	100,00
L	100,00
S	100,00
P	100,00
N	100,00
K	100,00
E	100,00
D	100,00
G	100,00
B	97,68
R	85,64
C	83,36
Q	77,95
O	77,01
F	73,78
M	50,08

Zdroj: autorka

CCR vstupově orientovaný model označil jako efektivní (hodnota 100%) 9 požárních stanic HZS: T, L, S, P, N, K, E, D a G. Zbylých 7 požárních stanic (B, R, C, Q, O, F, M) je neefektivních (hodnota menší než 100%). DEA analýza v případě těchto neefektivních jednotek navrhla pro dosažení efektivnosti snížení vstupů uvedené (v příslušných měrných jednotkách) v tabulce 9.

**Tabulka 9: Snížení vstupů neefektivních jednotek pro dosažení efektivnosti (CCR)**

	Výstupy zásahy	Vstupy						
		pracovníci I	pracovníci II	pracovníci III	plocha	vybavení I	vybavení II	vybavení III
B	0	-0,34	-1,69	-0,42	-369,35	-8,42	-3,67	-3,97
R	0	-0,79	-0,43	-1,29	-443,58	-0,72	-34,25	-15,08
C	0	-2,31	-5,31	-3,00	-317,34	-6,79	-20,97	-21,80
Q	0	-1,27	-0,66	-1,98	-360,66	-0,88	-28,41	-21,95
O	0	-0,92	-0,69	-2,84	-114,93	-2,38	-10,80	-19,26
F	0	-4,18	-6,99	-3,93	-1424,45	-3,41	-116,38	-81,02
M	0	-2,00	-1,50	-4,66	-332,90	-3,00	-40,47	-28,45

Zdroj: autorka

Hodnoty vstupů požárních stanic HZS přepočtené na základě návrhu DEA analýzy a zaokrouhlené matematicky na celé jednotky uvádí tabulka 10. Žlutě jsou označeny původně neefektivní požární stanice.

**Tabulka 10: Hodnoty vstupů přepočtené na základě návrhu DEA analýzy**

stanice	zásahy	pracovníci I	pracovníci II	pracovníci III	plocha	vybavení I	vybavení II	vybavení III
B	509	10	10	18	2031	20	154	167
C	422	8	7	15	1183	13	105	109
D	490	10	12	17	2860	19	189	146
E	475	10	12	16	2700	21	154	190
F	311	6	5	11	936	10	74	81
G	557	10	12	19	2200	24	202	198
K	234	4	3	11	650	8	54	53
L	124	3	3	6	320	3	45	34
M	116	2	2	4	267	3	22	29
N	222	4	3	8	500	6	47	49
O	171	3	2	6	385	5	36	38
P	236	4	3	9	550	6	41	61
Q	128	3	2	7	329	3	39	36
R	172	3	3	8	416	4	39	46
S	175	4	3	15	500	4	67	56
T	66	3	0	6	260	2	35	28

Zdroj: autorka

Bude-li provedena analýza efektivity požárních stanic HZS podle CCR vstupově orientovaného modelu s novými hodnotami vstupů, výsledkem budou samé efektivní jednotky, jak ukazuje tabulka 11.

**Tabulka 11: Výsledné hodnoty efektivity (v %) po přepočtení hodnot vstupů (CCR)**

Stanice	Efektivnost (%)
B	100,00
C	100,00
D	100,00
E	100,00
F	99,96
G	100,00
K	100,00
L	100,00
M	100,00
N	100,00
O	100,00
P	100,00
Q	99,94
R	100,00
S	100,00
T	100,00

Zdroj: autorka

### 2.3. Efektivnost produkčních jednotek – BCC vstupově orientovaný model

Ze vstupních údajů uvedených v tabulce 7 byla provedena analýza efektivnosti požárních stanic HZS podle BCC vstupově orientovaného modelu. Výsledné hodnoty efektivnosti jednotlivých požárních stanic uvádí tabulka 12.

**Tabulka 12: Výsledné hodnoty efektivnosti (v %) požárních stanic (BCC)**

<i>Stanice</i>	<i>Efektivnost (%)</i>
<b>S</b>	100,00
<b>K</b>	100,00
<b>T</b>	100,00
<b>N</b>	100,00
<b>P</b>	100,00
<b>L</b>	100,00
<b>B</b>	100,00
<b>E</b>	100,00
<b>C</b>	100,00
<b>G</b>	100,00
<b>D</b>	100,00
<b>O</b>	87,73
<b>R</b>	87,30
<b>Q</b>	79,97
<b>M</b>	76,33
<b>F</b>	75,81

Zdroj: autorka

BCC vstupově orientovaný model označil jako efektivní (hodnota 100%) 11 požárních stanic HZS: S, K, T, N, P, L, B, E, C, G a D. Zbýlých 5 požárních stanic (O, R, Q, M, F) je neefektivních (hodnota menší než 100%).

Je patrné, že BCC vstupově orientovaný model označil jako efektivní více jednotek než CCR vstupově orientovaný model, což odpovídá teorii DEA analýzy, která je uvedena v literárním přehledu diplomové práce. Vlivem předpokladu variabilních výnosů z rozsahu je odlišné také pořadí hodnocených jednotek dle dosažené hodnoty efektivnosti.

V případě BCC modelu DEA analýza pro neefektivní jednotky navrhla snížení vstupů uvedené (v příslušných měrných jednotkách) v tabulce 13.

**Tabulka 13: Snížení vstupů neefektivních jednotek pro dosažení efektivity (BCC)**

	Výstupy zásahy	Vstupy						
		pracovníci I	pracovníci II	pracovníci III	plocha	vybavení I	vybavení II	vybavení III
<b>O</b>	0	-0,49	-0,52	-1,47	-73,27	-2,65	-5,77	-10,29
<b>R</b>	0	-0,51	-0,38	-1,52	-434,43	-0,65	-31,24	-14,47
<b>Q</b>	0	-0,80	-0,60	-1,81	-341,24	-0,80	-22,24	-20,33
<b>M</b>	0	-0,95	-0,71	-2,84	-281,97	-3,08	-19,58	-22,98
<b>F</b>	0	-4,22	-6,33	-3,63	-1124,90	-3,14	-105,10	-75,80

Zdroj: autorka

Hodnoty vstupů požárních stanic HZS přepočtené na základě návrhu DEA analýzy a zaokrouhlené matematicky na celé jednotky uvádí tabulka 14. Žlutě jsou označeny původně neefektivní požární stanice.

**Tabulka 14: Hodnoty vstupů přepočtené na základě návrhu DEA analýzy**

stanice	zásahy	pracovníci I	pracovníci II	pracovníci III	plocha	vybavení I	vybavení II	vybavení III
<b>B</b>	509	10	12	18	2400	28	158	171
<b>C</b>	422	10	12	18	1500	20	126	131
<b>D</b>	490	10	12	17	2860	19	189	146
<b>E</b>	475	10	12	16	2700	21	154	190
<b>F</b>	311	6	6	11	1235	10	85	86
<b>G</b>	557	10	12	19	2200	24	202	198
<b>K</b>	234	4	3	11	650	8	54	53
<b>L</b>	124	3	3	6	320	3	45	34
<b>M</b>	116	3	2	6	318	3	42	34
<b>N</b>	222	4	3	8	500	6	47	49
<b>O</b>	171	4	2	8	427	4	41	47
<b>P</b>	236	4	3	9	550	6	41	61
<b>Q</b>	128	3	2	7	349	3	45	38
<b>R</b>	172	3	3	7	426	4	42	47
<b>S</b>	175	4	3	15	500	4	67	56
<b>T</b>	66	3	0	6	260	2	35	28

Zdroj: autorka

Bude-li provedena analýza efektivity požárních stanic HZS podle BCC vstupově orientovaného modelu s novými hodnotami vstupů, výsledkem budou samé efektivní jednotky, jak ukazuje tabulka 15.

**Tabulka 15: Výsledné hodnoty efektivnosti (v %) po přepočtení hodnot vstupů (BCC)**

<i>Stanice</i>	<i>Efektivnost (%)</i>
<b>B</b>	100,00
<b>C</b>	100,00
<b>D</b>	100,00
<b>E</b>	100,00
<b>F</b>	100,00
<b>G</b>	100,00
<b>K</b>	100,00
<b>L</b>	100,00
<b>M</b>	100,00
<b>N</b>	100,00
<b>O</b>	100,00
<b>P</b>	100,00
<b>Q</b>	99,93
<b>R</b>	100,00
<b>S</b>	100,00
<b>T</b>	100,00

Zdroj: autorka

Podrobné výsledky analýzy efektivnosti požárních stanic HZS pomocí metody DEA (CCR i BCC vstupově orientovaného modelu) provedené v programu Frontier Analyst Professional jsou součástí přílohy 2 a 3.

### 3. Návrh proveditelného optimalizujícího řešení

Návrh optimalizujícího řešení pro neefektivní požární stanice vychází z výsledků DEA analýzy provedené na základě CCR vstupově orientovaného modelu, která označila za neefektivní více požárních stanic (viz tabulka 8) a požaduje pro tyto stanice ve většině případů také přísnější redukci vstupů pro dosažení maximální efektivity (viz tabulka 9).

Výsledky matematického modelu ovšem nelze brát jako definitivní, i když vedou, jak bylo dokázáno výše (tabulka 11), k maximální efektivity všech hodnocených jednotek. Pro snížení vstupů neefektivních požárních stanic, požadované dle DEA analýzy k dosažení maximální efektivity, existují omezení v podobě požadavku reálné proveditelnosti takových doporučení a v podobě legislativních požadavků na zachování určité úrovně některých vstupů.

#### 3.1. Plocha vnitřních prostorů

Dle výsledků CCR vstupově orientovaného DEA modelu je požadována poměrně výrazná redukce plochy vnitřních prostorů neefektivních požárních stanic využívaná pro zásahovou činnost. Tabulka 16 ukazuje potřebné zmenšení těchto prostorů pro dosažení maximální efektivity (*plocha dle DEA*).

**Tabulka 16: Návrh zmenšení vnitřních prostorů požárních stanic**

<i>Stanice</i>	<i>Plocha původní</i>	<i>Plocha dle DEA</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>50% rozdílů</i>	<i>Návrh plochy</i>
<b>B</b>	2400	2031	-369	-185	<b>2216</b>
<b>C</b>	1500	1183	-317	-159	<b>1342</b>
<b>F</b>	2360	936	-1424	-712	<b>1648</b>
<b>M</b>	600	267	-333	-167	<b>434</b>
<b>O</b>	500	385	-115	-58	<b>443</b>
<b>Q</b>	690	329	-361	-181	<b>510</b>
<b>R</b>	860	416	-444	-222	<b>638</b>

Zdroj: autorka

Je otázkou, do jaké míry je skutečně možné prostory vyhrazené pro zásahovou činnost zmenšit. Legislativa žádnou požadovanou výměru nestanovuje. Bude záležet na konkrétním uspořádání a velikostech jednotlivých místností, které by případně bylo

možné vyhradit pro jiný účel, a na tom, zda bude jiné vhodné využití těchto prostorů na výběr, protože areál HZS je uzavřený.

Z tohoto důvodu je pro návrh proveditelného optimalizujícího řešení v tabulce 16 (*návrh plochy*) uvažována pouze poloviční velikost zmenšení plochy příslušných vnitřních prostorů neefektivních jednotek, než tomu bylo v návrhu DEA analýzy.

Vzhledem k tomu, že DEA analýzou navrhované zmenšení plochy vnitřních prostorů, využívaných pro zásahovou činnost, u neefektivních požárních stanic je výrazné, doporučuji dodržet tento návrh v co největší míře, s ohledem na reálné podmínky. Pro proveditelné optimalizující řešení navrhuji uvažovat s dodržáním původní redukce na poloviční úrovni.

### 3.2. Počet pracovníků

I v případě počtu pracovníků navrhl CCR vstupově orientovaný DEA model neefektivním jednotkám redukcí tohoto vstupu. Tabulka 17 uvádí stav pracovníků na pozicích velitelů, techniků a hasičů, který DEA analýza určila jako žádoucí pro dosažení maximální efektivity neefektivních požárních stanic.

Tento návrh je však nutné přizpůsobit podmínkám vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů, které obsahuje tabulka 18. Červeně označeny jsou vyhláškou požadované základní počty pracovníků pro jednotlivé pracovní pozice u každé požární stanice, které nejsou v původním návrhu na základě DEA analýzy dodrženy.

**Tabulka 17: Stav pracovníků žádoucí k dosažení maximální efektivity dle DEA analýzy**

<i>Stanice</i>	<i>Počet pracovníků (3 směny) - velitelé</i>	<i>Počet pracovníků (3 směny) - technici</i>	<i>Počet pracovníků (3 směny) - hasiči</i>	<i>Celkem</i>	<i>Počet pracovníků (1směna) - velitelé</i>	<i>Počet pracovníků (1směna) - technici</i>	<i>Počet pracovníků (1směna) - hasiči</i>	<i>Celkem</i>
<b>B</b>	10	10	18	<b>38</b>	3,33	3,33	6,00	<b>12,67</b>
<b>C</b>	8	7	15	<b>30</b>	2,67	2,33	5,00	<b>10,00</b>
<b>F</b>	6	5	11	<b>22</b>	2,00	1,67	3,67	<b>7,33</b>
<b>M</b>	2	2	4	<b>8</b>	0,67	0,67	1,33	<b>2,67</b>
<b>O</b>	3	2	6	<b>11</b>	1,00	0,67	2,00	<b>3,67</b>
<b>Q</b>	3	2	7	<b>12</b>	1,00	0,67	2,33	<b>4,00</b>
<b>R</b>	3	3	8	<b>14</b>	1,00	1,00	2,67	<b>4,67</b>

Zdroj: autorka

**Tabulka 18: Stav pracovníků požadovaný legislativou jako základní**

<i>Stanice</i>	<i>Počet pracovníků (1směna) - velitelé</i>	<i>Počet pracovníků (1směna) - technici</i>	<i>Počet pracovníků (1směna) - hasiči</i>	<i>Celkem</i>
<b>B</b>	3	4	6	<b>13</b>
<b>C</b>	3	4	6	<b>13</b>
<b>F</b>	3	4	6	<b>13</b>
<b>M</b>	1	1	3	<b>5</b>
<b>O</b>	1	1	3	<b>5</b>
<b>Q</b>	1	1	3	<b>5</b>
<b>R</b>	1	1	3	<b>5</b>

Zdroj: Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů



Uvážením požadavků vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů bylo stanoveno maximální přípustné snížení počtu pracovníků pro neefektivní požární stanice, které vychází z původních návrhů DEA analýzy.

Snížení počtu pracovníků neefektivních požárních stanic zohledňující jak výsledek DEA modelu, tak legislativní požadavky je uveden v tabulce 19. Modře jsou označeny případy, kdy DEA model navrhl redukci, kterou však nebylo s ohledem na legislativní omezení možné plně uskutečnit. Červeně jsou označeny případy, kdy mohl být ponechán návrh DEA analýzy nezměněn.

**Tabulka 19: Snížení počtu pracovníků zohledňující výsledek DEA analýzy i legislativní požadavky**

<i>Stanice</i>	<i>Počet pracovníků (3 směny) - velitelé</i>	<i>Počet pracovníků (3 směny) - technici</i>	<i>Počet pracovníků (3 směny) - hasiči</i>
<b>B</b>	0	0	0
<b>C</b>	-1	0	0
<b>F</b>	-1	0	0
<b>M</b>	-1	0	0
<b>O</b>	-1	0	0
<b>Q</b>	-1	0	0
<b>R</b>	-1	0	0

Zdroj: autorka

Vzhledem k tomu, že snížení se týká pouze pozic velitelů, navrhuji ponechat původní počet pracovníků neefektivních požárních stanic nezměněn. HZS se evidentně potýká s nedostatkem pracovních sil<sup>14</sup> a o vysoce kvalifikované pracovníky na velitelských pozicích není vhodné přijít.

<sup>14</sup> HZS problém s nedostatkem pracovníků sám potvrdil.

### 3.3. Stav vybavení požární technikou

Vybavení požární technikou neefektivních požárních stanic, které dle CCR vstupově orientovaného DEA modelu vede k maximální efektivnosti, je uvedeno v tabulce 20. Kromě požární stanice B je pro neefektivní jednotky požadováno poměrně značné snížení stavu požární techniky v jednotlivých kategoriích oproti původnímu stavu (tabulka 20).

**Tabulka 20: Žádoucí stav technického vybavení požárních stanic pro dosažení maximální efektivnosti dle DEA analýzy**

<i>Stanice</i>	<i>Celkem - CAS, automobily a automobilová technika</i>	<i>Celkem - zásahové technické vybavení</i>	<i>Celkem - osobní vybavení</i>
<b>B</b>	20	154	167
<b>C</b>	13	105	109
<b>F</b>	10	74	81
<b>M</b>	3	22	29
<b>O</b>	5	36	38
<b>Q</b>	3	39	36
<b>R</b>	4	39	46

Zdroj: autorka

Návrh DEA analýzy je i případě stavu požární techniky nutné porovnat s vyhláškou č. 247/2001, o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů, která stanovuje minimální vybavení stanic hasičského záchranného sboru kraje požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany<sup>15</sup>. Současně je nezbytné uvažovat i reálnou proveditelnost návrhu.

Výsledkem porovnání snížení stavu technického vybavení neefektivních požárních stanic požadovaného DEA analýzou k dosažení maximální efektivnosti s omezením v podobě minimálního stavu technického vybavení požárních stanic daného legislativou je tabulka 21, která obsahuje návrh snížení tohoto vstupu respektující současně oba požadavky a zohledňující i uskutečnitelnost tohoto návrhu s ohledem na reálné podmínky.

<sup>15</sup> Tato část vyhlášky tvoří přílohu 4 diplomové práce.

Modře jsou opět označeny případy, kdy DEA model navrhl redukcí, kterou však nebylo s ohledem na legislativní omezení a praktickou uskutečnitelnost možné plně uskutečnit. Červeně jsou označeny případy, kdy mohl být ponechán návrh DEA analýzy nezměněn. Legislativní omezení se projevilo v kategorii *CAS, automobily a automobilová technika*, jejíž všechny položky podléhají požadavkům vyhlášky na jejich minimální stav. Z důvodu obavy o možnost reálně uskutečnit snížení navržené pro kategorii zásahové technické vybavení u požární stanice F a M, byl původní návrh DEA analýzy snížen, a to v případě jednotky F na 80% a v případě jednotky M na 50%.

**Tabulka 21: Navržený stav technického vybavení požárních stanic s ohledem na výsledky DEA analýzy a současně požadavky legislativy**

<i>Stanice</i>	<i>Celkem - CAS, automobily a automobilová technika</i>	<i>Celkem - zásahové technické vybavení</i>	<i>Celkem - osobní vybavení</i>
<b>B</b>	21	154	167
<b>C</b>	18	105	109
<b>F</b>	13	97	81
<b>M</b>	6	42	29
<b>O</b>	6	36	38
<b>Q</b>	4	39	36
<b>R</b>	4	39	46

Zdroj: autorka

Po uvážení požadavků vyhlášky č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů a po uvážení reálné uskutečnitelnosti navrhuji snížení stavu vybavení neefektivních požárních stanic požární technikou tak, jak je uvedeno v tabulce 21.

Konkrétní dopad navržené redukce stavu požární techniky na jednotlivé položky vybavení uvedených kategorií je ponechán na volbě HZS. Existuje více možných variant a více kritérií pro rozhodování o tomto problému, který již není předmětem této diplomové práce.

### 3.4. Dosažitelná efektivnost požárních stanic

Rekapitulaci proveditelného návrhu optimalizace vstupů požárních stanic HZS, které byly CCR vstupově orientovaným DEA modelem označeny jako neefektivní, lze nalézt v tabulce 22. Tabulka 22 obsahuje dle tohoto návrhu pozměněné vstupní údaje pro nový výpočet efektivnosti požárních stanic HZS pomocí DEA analýzy. Původně neefektivní jednotky jsou označeny žlutě.

**Tabulka 22: Vstupní údaje pro DEA analýzu navrhovaného optimalizujícího řešení**

stanice	zásahy	pracovníci I	pracovníci II	pracovníci III	plocha	vybavení I	vybavení II	vybavení III
<b>B</b>	509	10	12	18	2216	21	154	167
<b>C</b>	422	10	12	18	1342	18	105	109
<b>D</b>	490	10	12	17	2860	19	189	146
<b>E</b>	475	10	12	16	2700	21	154	190
<b>F</b>	311	10	12	15	1648	13	97	81
<b>G</b>	557	10	12	19	2200	24	202	198
<b>K</b>	234	4	3	11	650	8	54	53
<b>L</b>	124	3	3	6	320	3	45	34
<b>M</b>	116	4	3	9	434	6	42	29
<b>N</b>	222	4	3	8	500	6	47	49
<b>O</b>	171	4	3	9	443	6	36	38
<b>P</b>	236	4	3	9	550	6	41	61
<b>Q</b>	128	4	3	9	510	4	39	36
<b>R</b>	172	4	3	9	638	4	39	46
<b>S</b>	175	4	3	15	500	4	67	56
<b>T</b>	66	3	0	6	260	2	35	28

Zdroj: autorka

Po provedení výpočtu efektivnosti dle CCR vstupově orientovaného DEA modelu z nových vstupních údajů o požárních stanicích HZS, uvedených v tabulce 22, je označeno jako zcela efektivní 10 požárních stanic. 6 požárních stanic zůstává neefektivních. Výsledky analýzy efektivnosti obsahuje tabulka 23.

**Tabulka 23: Efektivnost požárních stanic navrhovaného optimalizujícího řešení (CCR)**

<i>Stanice</i>	<i>Efektivnost (%)</i>
<b>T</b>	100,00
<b>L</b>	100,00
<b>S</b>	100,00
<b>R</b>	100,00
<b>K</b>	100,00
<b>P</b>	100,00
<b>N</b>	100,00
<b>E</b>	100,00
<b>D</b>	100,00
<b>G</b>	100,00
<b>O</b>	99,90
<b>B</b>	97,95
<b>M</b>	88,24
<b>C</b>	85,58
<b>F</b>	84,90
<b>Q</b>	83,45

Zdroj: autorka

Z tabulky 24 je zřejmé, že z původně neefektivních požárních stanic se aplikací návrhu proveditelné optimalizace jejich vstupů stala zcela efektivní jediná jednotka – požární stanice R. U všech ostatních požárních stanic došlo ke zvýšení hodnoty jejich efektivnosti, žádná z nich však nedosáhla 100%, i když stanice O a B se této hranici těsně přibližují. Největší zvýšení efektivnosti zaznamenala požární stanice M (o 38,16%). Významný nárůst efektivnosti je patrný také u požárních stanic O, R a F. Naopak u požární stanice B je pokrok neznatelný (o 0,27%).

**Tabulka 24: Srovnání efektivnosti požárních stanic: původní a dle návrhu (CCR)**

<i>Stanice</i>	<i>Efektivnost (%) návrh</i>	<i>Efektivnost (%) původní</i>	<i>Rozdíl</i>
<b>R</b>	100,00	85,64	<b>14,36</b>
<b>O</b>	99,90	77,01	<b>22,89</b>
<b>B</b>	97,95	97,68	<b>0,27</b>
<b>M</b>	88,24	50,08	<b>38,16</b>
<b>C</b>	85,58	83,36	<b>2,22</b>
<b>F</b>	84,90	73,78	<b>11,12</b>
<b>Q</b>	83,45	77,95	<b>5,50</b>

Zdroj: autorka

Ze vstupních údajů z tabulky 22 byl pro srovnání proveden výpočet efektivnosti požárních stanic HZS také dle BCC vstupově orientovaného DEA modelu, který díky předpokladu variabilních výnosů z rozsahu označuje jako efektivní více jednotek oproti modelu CCR. Výsledky obsahuje tabulka 25.

**Tabulka 25: Efektivnost požárních stanic navrhovaného optimalizujícího řešení (BCC)**

<i>Stanice</i>	<i>Efektivnost (%)</i>
T	100,00
M	100,00
O	100,00
N	100,00
S	100,00
P	100,00
K	100,00
R	100,00
L	100,00
C	100,00
G	100,00
E	100,00
B	100,00
D	100,00
Q	97,26
F	93,56

Zdroj: autorka

BCC vstupově orientovaný model skutečně stanovil, po aplikaci návrhu proveditelné optimalizace vstupů neefektivních požárních stanic, více zcela efektivních jednotek. Ze 16 požárních stanic je označeno jako zcela efektivní 14, neefektivní zůstávají pouze požární stanice Q a F, přičemž hodnota efektivnosti u obou z nich přesahuje 90%.

## 4. Zhodnocení přínosu metody DEA

Hasičské záchranné sbory krajů jsou organizačními složkami státu, jsou financovány z veřejných finančních prostředků, a je tudíž bezpochyby vhodné a přínosné zaměřit se na předcházení plýtvání zdroji, které jednotky požární ochrany využívají k zabezpečení své činnosti – snažit se vynakládat co nejméně vstupů na zabezpečení požadovaného množství výstupů.

Metoda analýzy obalu dat (DEA) je vhodnou metodou pro posouzení efektivnosti produkčních jednotek v neziskovém sektoru. Nepracuje s tradičními finančními kategoriemi, jako je zisk, nepotřebuje k výpočtu vstupy a výstupy ohodnocené v peněžních jednotkách, lze ji použít i v případě potřeby zahrnout do výpočtu nekontrolovatelné vstupy a výstupy.

Pro hasičský záchranný sbor konkrétního kraje České republiky, který je předmětem praktické části této diplomové práce, lze za přínos analýzy efektivnosti požárních stanic aplikací vhodného DEA modelu považovat označení těch stanic, v nichž je shromážděováno nadbytečné požární vybavení a kde jsou vnitřní prostory vyhrazeny pro zásahovou činnost v nadměrné míře. DEA analýza tak především odhaluje místa možné úspory.

Analýza efektivnosti požárních stanic HZS metodou DEA navrhla snížení uvažovaných vstupů (počet pracovníků, stav vybavení požární technikou a plocha vnitřních prostorů), které vede k maximální efektivnosti všech hodnocených požárních stanic. Konkrétní návrh optimalizujícího řešení pro neefektivní požární stanice HZS však bylo nutné přizpůsobit požadavkům příslušných právních předpisů, které stanovují minimální požadovanou úroveň některých vstupů a současně byla potřeba zajímat se o schopnost navrhovanou redukcí vstupů uskutečnit v reálných podmínkách. Realizace návrhu proveditelného optimalizujícího řešení v praxi však naráží ještě na další překážky, které je vhodné uvážit.

Některé vstupy požárních stanic HZS se nacházejí na minimální možné úrovni. Co se týká legislativních podmínek, tak v několika případech i pod minimální úrovní. Minimalizace vstupů, na kterou musí být DEA analýza v případě nekontrolovatelných



výstupů zaměřena, zde ztrácí smysl. A pokud se tento stav vyskytuje také u některých požárních stanic označených DEA analýzou za efektivní (jako je tomu v případě HZS, který je předmětem této diplomové práce), je zřejmé, že dochází ke zkreslení výsledků analýzy efektivnosti.

Výše uvedený problém úzce souvisí s tím, že provedení analýzy efektivnosti pomocí metody analýzy obalu dat je, při použití vhodného software, náročné především na shromáždění kompletních údajů o činnosti hodnocených produkčních jednotek, stanovení výstižných charakteristik a vhodné volbě zástupců jednotlivých vstupů a výstupů.

Současně je zde nezbytné upozornit na to, že analýza efektivnosti v této diplomové práci, právě z důvodu nedostatku potřebných údajů, neuvažuje se všemi požárními stanicemi HZS, což jistě výrazně ovlivnilo její výsledek.

S ohledem na výše uvedené skutečnosti lze chápat návrh řešení pro HZS, doporučený v této diplomové práci, spíše jako ukázkou použití metody DEA v daném případě, která se jeví být přínosem pro hodnocenou organizaci, ale pro aplikaci v reálných podmínkách vyžaduje ještě hlubší znalost problematiky a podrobnější, úplné údaje o činnosti dané organizace, které nebylo pro potřeby diplomové práce možné získat.

Hasičskému záchrannému sboru konkrétního kraje České republiky, který byl předmětem analýzy efektivnosti v této diplomové práci, bych doporučila, s uvážením výše zdůrazněných předpokladů a podmínek pro aplikaci, využívat metodu analýzy obalu dat jako vhodný nástroj řízení a kontroly činnosti požárních stanic.

## Závěr

Diplomová práce na téma „Modely hodnocení efektivity a jejich aplikace“ se zaměřila na charakteristiku metody analýzy obalu dat (DEA – Data Envelopment Analysis) a její využití pro porovnání efektivity požárních stanic hasičského záchranného sboru konkrétního kraje České republiky (dále HZS).

Požární stanice lze považovat za homogenní produkční jednotky. Výstupem jejich činnosti jsou stejné druhy zásahů, pro které je jako vstup využíváno ekvivalentní technické vybavení a lidská práce. Pro výpočet efektivity bylo tedy v tomto případě možné modely DEA aplikovat.

Požární stanice HZS byly charakterizovány vstupy: počet pracovníků, plocha vnitřních prostorů a stav vybavení požární technikou. Hodnoty vstupů byly zjištěny aktuálně na začátku roku 2009. Výstupem činnosti požárních stanic byl zvolen celkový roční počet zásahů, který byl stanoven na průměrné úrovni za období let 2001 – 2008.

Vzhledem k tomu, že zásahy požárních stanic jsou nekontrolovatelným výstupem, byl pro výpočet efektivity zvolen vstupově orientovaný DEA model. Výpočet byl proveden v počítačovém programu Frontier Analyst Professional, a to za předpokladu konstantních výnosů z rozsahu (CCR model) i za předpokladu variabilních výnosů z rozsahu (BCC model).

Vstupově orientovaný CCR model označil jako neefektivní 7 požárních stanic. BCC vstupově orientovaný model označil jako neefektivní 5 požárních stanic. DEA analýza také navrhla snížení uvažovaných vstupů, které vede k maximální efektivity všech hodnocených požárních stanic HZS.

Konkrétní návrh optimalizujícího řešení pro neefektivní požární stanice HZS však bylo nutné ještě přizpůsobit požadavkům příslušných právních předpisů, které stanovují minimální požadovanou úroveň některých vstupů a současně bylo potřeba zajímat se o schopnost navrhovanou redukci vstupů provést v reálných podmínkách.

DEA analýza navrhla pro neefektivní požární stanice výrazné zmenšení plochy vnitřních prostorů využívaných pro zásahovou činnost. Pro proveditelné optimalizující řešení však bylo uvažováno s dodržáním původní redukce pouze na poloviční úrovni,

protože možnost uskutečnění návrhu v praxi bude záležet na konkrétním uspořádání a velikostech jednotlivých místností, které by případně bylo možné vyhradit pro jiný účel, a na tom, zda bude jiné vhodné využití těchto prostorů na výběr, protože areál HZS je uzavřený.

DEA analýzou navržené snížení počtu pracovníků a snížení stavu technického vybavení u neefektivních požárních stanic bylo nutné porovnat s minimální úrovní požadovanou pro tyto vstupy vyhláškou č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. Vzhledem k tomu, že výsledné snížení počtu pracovníků by se týkalo pouze pozic velitelů, bylo doporučeno ponechat původní počet pracovníků neefektivních požárních stanic nezměněn, protože o vysoce kvalifikované pracovníky na velitelských pozicích by nebylo vhodné přijít.

Doporučené snížení stavu požární techniky, respektující současně požadavky DEA analýzy i legislativy a zohledňující také reálnou proveditelnost, bylo stanoveno pouze na úrovni jednotlivých kategorií vybavení (automobily, zásahové technické vybavení a osobní požární vybavení). Konkrétní dopad doporučené redukce na jednotlivé položky vybavení v uvedených kategoriích byl ponechán na volbě HZS.

Po provedení výpočtu efektivnosti dle CCR vstupově orientovaného DEA modelu z nově navržených vstupních údajů pro požární stanice HZS bylo označeno jako zcela efektivní 10 požárních stanic, 6 požárních stanic zůstalo neefektivních. Z původně neefektivních požárních stanic se aplikací návrhu proveditelné optimalizace jejich vstupů stala zcela efektivní jediná požární stanice. U všech ostatních požárních stanic došlo ke zvýšení hodnoty jejich efektivnosti, žádná z nich však nedosáhla 100%.

BCC vstupově orientovaný model stanovil, po aplikaci návrhu proveditelné optimalizace vstupů neefektivních požárních stanic, více zcela efektivních jednotek. Ze 16 požárních stanic bylo označeno jako zcela efektivní 14, neefektivní zůstaly pouze 2 požární stanice, přičemž hodnota efektivnosti u obou z nich přesáhla 90%.

Pro hasičský záchranný sbor, který je předmětem této diplomové práce, lze tedy za přínos analýzy efektivnosti požárních stanic aplikací vhodného DEA modelu považovat označení těch stanic, v nichž je shromažďováno nadbytečné požární vybavení a kde jsou vnitřní prostory vyhrazeny pro zásahovou činnost v nadměrné míře.

DEA analýza tak především odhalila místa možné úspory. Před realizací návrhu proveditelného optimalizujícího řešení v praxi je však nutné uvážit ještě další problémy.

U vstupů nacházejících se na minimální možné úrovni (či z hlediska legislativních podmínek i pod minimální úrovní) ztrácí aplikace DEA analýzy, která musí být v případě nekontrolovatelných výstupů zaměřena na minimalizaci vstupů, smysl. Může docházet také ke zkreslení výsledků analýzy.

Provedení analýzy efektivnosti pomocí metody analýzy obalu dat vyžaduje kompletní údaje o činnosti všech produkčních jednotek, stanovení výstižných charakteristik a vhodnou volbu zástupců jednotlivých vstupů a výstupů. Všechny tyto požadavky výrazně ovlivňují vypovídací schopnost výsledku DEA analýzy.

S ohledem na výše uvedené skutečnosti lze chápat návrh řešení pro HZS, doporučený v této diplomové práci, spíše jako ukázkou použití metody DEA v daném případě, která se jeví být přínosem pro hodnocenou organizaci, ale pro aplikaci v reálných podmínkách vyžaduje ještě hlubší znalost problematiky a podrobnější, úplné údaje o činnosti dané organizace, které nebylo pro potřeby diplomové práce možné získat.

Cíl diplomové práce může být považován za dosažený. Modely analýzy obalu dat pro hodnocení efektivnosti byly popsány a aplikovány, za použití příslušného software, na konkrétním příkladu z praxe, který ukázal přínosy i omezení použití této metody nejen v daném případě. Hasičskému záchrannému sboru, který byl předmětem analýzy efektivnosti v této diplomové práci, lze doporučit, s uvážením výše zdůrazněných předpokladů a podmínek pro aplikaci, využívat metodu analýzy obalu dat jako vhodný nástroj řízení a kontroly činnosti požárních stanic.

## Summary

This thesis themed “Efficiency evaluation models and their applications” deals with mathematical models for the efficiency evaluation of comparable production units and targets the utilization of Data Envelopment Analysis (DEA) for this purpose.

The thesis aims first to describe DEA models and mention possibilities of their application and then to practise the theoretical knowledge by using proper software in a factual instance. To reach this aim the thesis is composed of two parts – theoretical abstract and practical application.

The abstract contains basic theory of DEA: fundamental principles, input data and results and description of primary, alternate and modified models. A summary of software applications that can evaluate efficiency using DEA follows. The abstract is closed with some real examples of DEA applications in practice.

The second part of the thesis arose from cooperation with a fire department of a factual region of the Czech Republic. The efficiency of its 16 fire stations is compared by using a proper DEA model.

A number of actions (output) and a number of employees, a level of fire equipment and an inside area (inputs) are established for each fire station on the strength of the fire department’s statistics, databases and estimations. The efficiency calculation is performed through the use of the Frontier Analyst Professional, software application specially made for the DEA analysis. Regarding the outputs uncontrollable character an input-oriented DEA model is chosen for the calculation of the fire stations efficiency.

A result of the DEA efficiency analysis consists in separating the effective and ineffective fire stations of the surveyed fire department. The potential improvement (inputs decrease), necessary to reach the maximal efficiency, is proposed to each ineffective fire station. This suggestion is further adapted with respect to the real feasibility and the Czech legislative order.

The practical part of the thesis is concluded with appreciation to what degree the stated targets were reached and to what degree the application of the DEA method to comparing the factual fire stations efficiency was rewarding.

## Přehled informačních zdrojů

### Monografie

- [1] FIALA, Petr. *Modelování a analýza produkčních systémů*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. 260 s. ISBN 80-86419-19-3.
- [2] JABLONSKÝ, Josef, DLOUHÝ, Martin. *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 184 s. ISBN 80-86419-49-5.
- [3] BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan, ŠUBRT, Tomáš. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. 178 s. ISBN 80-213-1019-7.
- [4] HINDLS, Richard, et al. *Statistika pro ekonomy*. 7. vyd. Praha: Professional Publishing, 2006. 420 s. ISBN 80-86946-16-9.

### Elektronické zdroje

- [5] FRIEDMAN, David. *Price Theory: An Intermediate Text*. [s.l.] : [s.n.], 1986, 1990. Dostupný z WWW: <[http://www.daviddfriedman.com/Academic/Price\\_Theory/PThy\\_ToC.html](http://www.daviddfriedman.com/Academic/Price_Theory/PThy_ToC.html)>. Chapter 15 Economic Efficiency, s. 21.
- [6] EMROUZNEJAD, Ali. *Ali Emrouznejad's DEA HomePage* [online]. c1995-2001 [cit. 2008-09-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.deazone.com/>>.
- [7] Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. c2008 [cit. 2009-03-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.hzscr.cz/hasicky-zachranny-sbor-ceske-republiky.aspx>>.

### Právní předpisy

- [8] Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů.
- [9] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů.

Vlastní zdroje

[10] Statistický rozbor HZS, 2001 – 2008.

[11] Systemizace HZS ČR pro konkrétní kraj.

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Celkový počet zásahů požárních stanic v letech 2001 – 2008 .....	49
Tabulka 2: Průměrná úroveň a variabilita celkového počtu zásahů požárních stanic ....	54
Tabulka 3: Struktura zásahů požárních letech v roce 2007 a 2008 .....	58
Tabulka 4: Plocha vnitřních prostorů požární stanice pro zásahovou činnost.....	61
Tabulka 5: Počet pracovníků ve 3 směnách.....	63
Tabulka 6: Stav vybavení požárních stanic požární technikou.....	66
Tabulka 7: Vstupní údaje pro DEA analýzu .....	72
Tabulka 8: Výsledné hodnoty efektivity (v %) požárních stanic (CCR) .....	73
Tabulka 9: Snížení vstupů neefektivních jednotek pro dosažení efektivity (CCR) ....	73
Tabulka 10: Hodnoty vstupů přepočtené na základě návrhu DEA analýzy .....	74
Tabulka 11: Výsledné hodnoty efektivity (v %) po přepočtení hodnot vstupů (CCR)74	
Tabulka 12: Výsledné hodnoty efektivity (v %) požárních stanic (BCC) .....	75
Tabulka 13: Snížení vstupů neefektivních jednotek pro dosažení efektivity (BCC) ..	76
Tabulka 14: Hodnoty vstupů přepočtené na základě návrhu DEA analýzy .....	76
Tabulka 15: Výsledné hodnoty efektivity (v %) po přepočtení hodnot vstupů (BCC)77	
Tabulka 16: Návrh zmenšení vnitřních prostorů požárních stanic .....	78
Tabulka 17: Stav pracovníků žádoucí k dosažení maximální efektivity dle DEA analýzy .....	80
Tabulka 18: Stav pracovníků požadovaný legislativou jako základní.....	80
Tabulka 19: Snížení počtu pracovníků zohledňující výsledek DEA analýzy i legislativní požadavky .....	81
Tabulka 20: Žádoucí stav technického vybavení požárních stanic pro dosažení maximální efektivity dle DEA analýzy .....	82



---

Tabulka 21: Navržený stav technického vybavení požárních stanic s ohledem na výsledky DEA analýzy a současně požadavky legislativy .....	83
Tabulka 22: Vstupní údaje pro DEA analýzu navrhovaného optimalizujícího řešení ...	85
Tabulka 23: Efektivnost požárních stanic navrhovaného optimalizujícího řešení (CCR) .....	86
Tabulka 24: Srovnání efektivnosti požárních stanic: původní a dle návrhu (CCR) .....	86
Tabulka 25: Efektivnost požárních stanic navrhovaného optimalizujícího řešení (BCC) .....	87

## Seznam grafů

Graf 1: CCR model – hranice efektivity jednotek s jedním vstupem a jedním výstupem .....	22
Graf 2: CCR model – efektivita jednotek spotřebovávajících 2 typy vstupu na produkci stejné úrovně 1 typu výstupu .....	22
Graf 3: CCR model – efektivita jednotek spotřebovávajících k produkci 2 typů výstupů stejnou úroveň 1 typu vstupu .....	26
Graf 4: BCC model – hranice efektivity za předpokladu neklesajícího výnosu z rozsahu .....	29
Graf 5: Vývoj celkového počtu zásahů požárních stanic typu C1 .....	50
Graf 6: Vývoj celkového počtu zásahů požárních stanic typu P1 .....	51
Graf 7: Vývoj celkového počtu zásahů požárních stanic typu C3, P2 a P0.....	52
Graf 8: Průměrná úroveň celkového počtu zásahů požárních stanic v letech 2001 - 2008 .....	55
Graf 9: Hodnoty variačních koeficientů celkového počtu zásahů za období 2001 - 2008 .....	56
Graf 10: Struktura zásahů požárních stanic 2007 .....	59
Graf 11: Struktura zásahů požárních stanic 2008 .....	60
Graf 12: Plocha vnitřních prostorů požárních stanic pro zásahovou činnost .....	62
Graf 13: Počet a struktura pracovníků požárních stanic .....	64
Graf 14: Stav vybavení požárních stanic požární technikou (CAS, automobily a automobilová technika).....	67
Graf 15: Stav vybavení požárních stanic požární technikou (zásahové technické vybavení) .....	68
Graf 16: Stav vybavení požárních stanic požární technikou (osobní vybavení) .....	69

# Přílohová část

## Seznam příloh

Příloha 1: Seznam vybavení požárních stanic HZS požární technikou .....	106
Příloha 2: Výsledky analýzy efektivity požárních stanic ve Frontier Analyst (CCR) .....	109
Příloha 3: Výsledky analýzy efektivity požárních stanic ve Frontier Analyst (BCC) .....	117
Příloha 4: Ustanovení vyhlášky č. 247/2001 Sb. o minimálním požadovaném stavu vybavení požárních stanic požární technikou .....	124

**Příloha 1: Seznam vybavení požárních stanic HZS požární technikou**

VYBAVENÍ \ POŽÁRNÍ STANICE	B	C	D	E	F	G	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
<i>Cisternová automobilová stříkačka</i>	4	5	4	6	4	5	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
Cisternová automobilová stříkačka	4	5	4	6	4	5	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
<i>Osobní automobily (vč. velitelských)</i>	12	6	8	6	5	6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
velitelský automobil	1	1		1	2	3	1		1	1		1	1	1	1	
osobní automobil	11	5	8	5	3	3					1					
<i>Ostatní automobily a automobilová technika</i>	12	9	7	9	4	13	5	1	3	3	3	3	1	1	1	0
TA - 1	1	1	1	1		2				1		1				
TA - 2				1	1	1										
automobil na lesní požáry	1		1	1												
automobilový žebřík	1	1	1	1	1	1	1				1	1		1		
automobilová plošina	1	1	1	1	1	1		1	1	1			1			
plynový hasicí automobil						1										
požární přívěs	8	3	3	4		8	4		2	1	2	1				1
nosič kontejnerů		1														
kontejner		2														
<i>Vybavení hasící, čerpací, vyprošťovací</i>	41	31	41	25	45	42	15	12	15	11	14	13	22	20	16	12
<b>přenosná motorová stříkačka</b>	1	1	3	1	3	3	1	1	2	1	1		1	1	1	1
plovoucí motorové čerpadlo	3	3	3	4	2	6	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2
vysokotlaké hasící zařízení		1			1		1	1						1		
přenosný pěnomet						3	1				1		1	1	1	1
čerpadlo na nebezpečné látky				1												
čerpadla na NL bez motorového pohonu		1	1		1	1										1
odlučovač ropných látek						1										
hydraulické vyprošťovací zařízení	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
<b>přetlakový ventilátor</b>	2	1	2	2	2	2	1		1	1	1	2	1	2	1	
odsavač kouře		1	1	1	2	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
kalové čerpadlo	12	3	16		12	3	1	3			2		4		4	3
motorová pila	10	11	5	10	7	9	3	3	3	3	4	3	5	5	3	2
<b>elektrocentrála</b>	4	3	6	4	3	5	1		2	2		2	1	2	1	
rozbrus	4				2		1	1								1
<b>vysokotlaké vzduchové kompresory a stanice</b>	1	1	1	1	2	1	1		1	1	1	1	1	1	1	
kyslíkové přečerpávací pumpy						1										
Světlomety se stativy.	2	3			3	6			3				3	3		

<i>Přenosné žebříky pro hasiče (záchranné a zásahové)</i>	11	12	19	9	10	16	6	7	6	4	8	3	3	5	12	5
Vysunovací.			1		1	1		1								1
Hákové.	2	4	4	1	1	1	1	3	1	1	2	1				6
Jednodílné.			3								3					
Střešní.																
Provozové																
Nastavovací.	4	4	5	5	4	12	3	3	3	2	3	2	3	4	2	2
Sklopné.	1		2		2									1		1
Pro požární sport.	4	4	4	3	2	2	2		2	1						3
<i>Hasicí přístroje</i>	61	37	66	82	60	94	17	9	23	14	14	18	20	25	21	10
Přenosné hasicí přístroje.	60	35	66	82	60	93	17	9	21	12	14	18	20	22	21	10
Pojízdné hasicí přístroje.		1				1			1	1				3		
Přívěsné hasicí přístroje.	1	1							1	1						
<i>Ochranné obleky a přilby</i>	82	79	84	77	87	83	24	19	28	22	27	27	26	28	26	15
OO-protichemický, rovnotlaký (druh)	12	18	15	11	11	11	2	5	9	5	4	6	3	3	7	4
OO-protichemický, přetlakový (druh)	11	10	11	10	9	9	2		3	3	3	3	3	3	3	
OO-ochranný oblek proti sálavému teplu (druh)	7	3	5	5	8	8	3	2			5	3	4	6	1	3
ochranné přilby	52	48	53	51	59	55	17	12	16	14	15	15	16	16	15	8
<i>Dýchací přístroje</i>	89	52	62	113	75	115	29	15	29	27	30	34	32	33	30	13
Izolační dýchací přístroj (druh)	45	27	30	50	31	55	12	7	14	11	19	16	14	14	22	7
křísící DP (druh)	5	3	4	5	3	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
vyváděcí masky (druh)	12	3	15	14	4	11	2		3	3		3	2	2	3	
náhradní TL k DP a potápěčské technice	27	19	13	44	37	47	14	7	11	12	9	14	15	15	4	5
<i>Záchranné a evakuační vybavení</i>	20	15	10	11	17	12	9	6	4	4	6	3	8	8	7	4
Záchranné seskokové matrace.			1			1										2
Záchranné a evakuační prostředky.	3	4		4		1			1	1						1
Záchranná a evakuační nosítka.	2	1	2	1	2	1	1	3			2		1	1	3	3
Fixační prostředky a dlahy.	12	5	4	5	10	2	6	1	3	3	3		4	4	3	1
Zvedací vaky.	3	4	4	1	4	6	2	2			1	3	3	3		

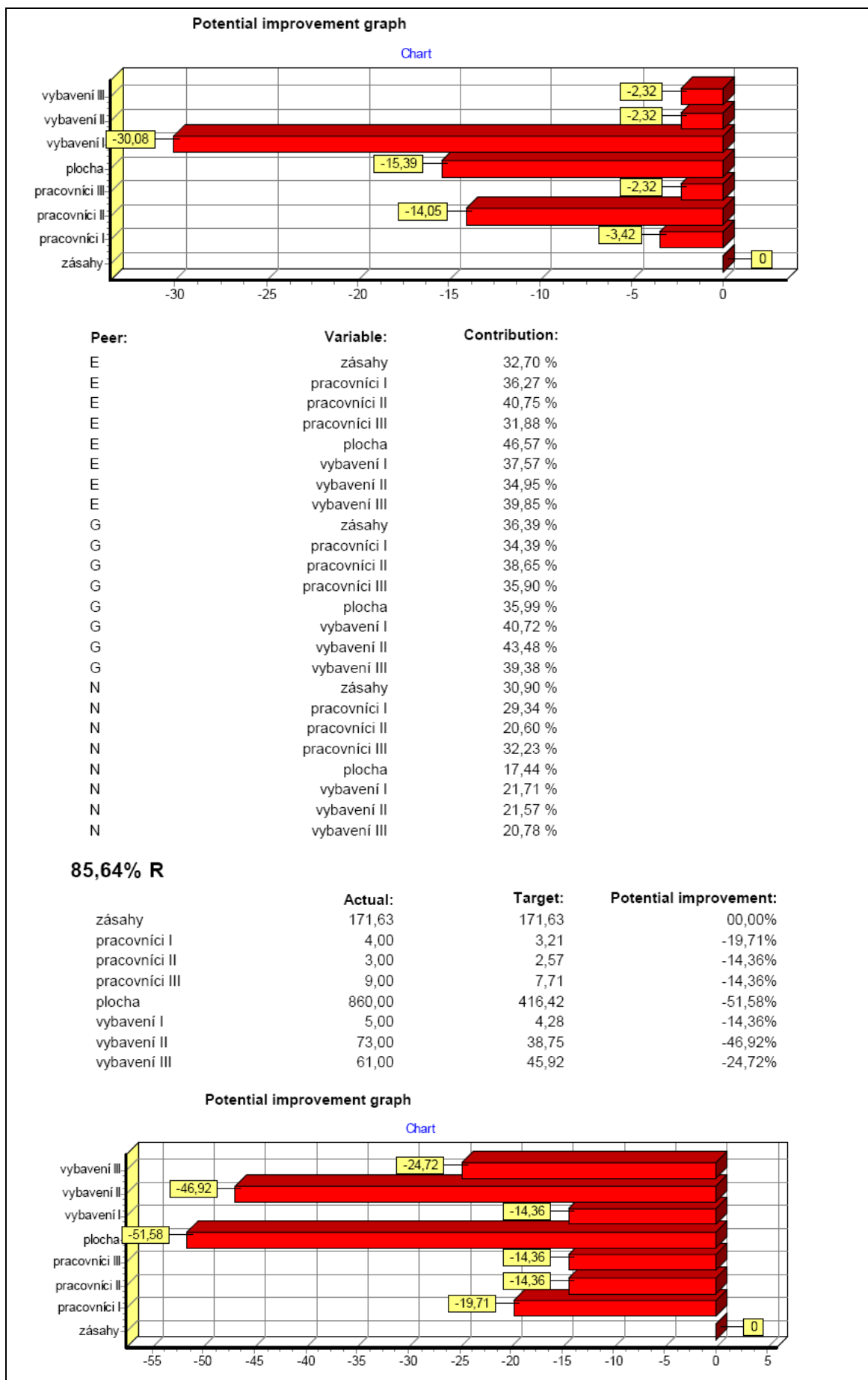
<i>Vyb.protipovodňové a pro práci na vod.hladině a ve vodě</i>	25	31	53	27	58	38	7	11	14	14	5	4	14	15	11	4
Záchranná plavidla bez pevně zabudovaného motor.pohonu																
- nafukovací	1					1	1						1	1	1	
- pevná.		1	2	1	1	1		1	1	1						
lodní motorový pohon	1	1	2	1	1	2	1	1		1			1	1		
oděvy pro práci na vodní hladině a ve vodě		1							1	1						
záchranné plovací vesty	18	6	15	6	35	6	4	9	4	4	3		5	5	3	3
Norné stěny.		20	24	15	13	17	1		7	7		4	5	6	7	
Potápěčské soupravy	5		4													
Protipovodňové stěny.		1	1		1	1										
Pneumatické těsnicí vaky a ucpávky.			4	4	4	4										
Kanálové rychloucpávky.		1	1		3	6			1		2		2	2		1

## Příloha 2: Výsledky analýzy efektivity požárních stanic ve Frontier Analyst (CCR)

<i>Efficiency Report</i>				21.4.2009
<b>100,00% T</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	65,63	65,63	00,00%	
pracovníci I	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci II	0,00	0,00	00,00%	
pracovníci III	6,00	6,00	00,00%	
plocha	260,00	260,00	00,00%	
vybavení I	2,00	2,00	00,00%	
vybavení II	35,00	35,00	00,00%	
vybavení III	28,00	28,00	00,00%	
<b>100,00% L</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	123,63	123,63	00,00%	
pracovníci I	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	6,00	6,00	00,00%	
plocha	320,00	320,00	00,00%	
vybavení I	3,00	3,00	00,00%	
vybavení II	45,00	45,00	00,00%	
vybavení III	34,00	34,00	00,00%	
<b>100,00% S</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	175,38	175,38	00,00%	
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	15,00	15,00	00,00%	
plocha	500,00	500,00	00,00%	
vybavení I	4,00	4,00	00,00%	
vybavení II	67,00	67,00	00,00%	
vybavení III	56,00	56,00	00,00%	
<b>100,00% P</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	236,13	236,13	00,00%	
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	9,00	9,00	00,00%	
plocha	550,00	550,00	00,00%	
vybavení I	6,00	6,00	00,00%	
vybavení II	41,00	41,00	00,00%	
vybavení III	61,00	61,00	00,00%	
<b>100,00% N</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	221,88	221,88	00,00%	
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	8,00	8,00	00,00%	
plocha	500,00	500,00	00,00%	
vybavení I	6,00	6,00	00,00%	
vybavení II	47,00	47,00	00,00%	
vybavení III	49,00	49,00	00,00%	



<b>100,00% K</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	234,25	234,25	00,00%
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%
pracovníci III	11,00	11,00	00,00%
plocha	650,00	650,00	00,00%
vybavení I	8,00	8,00	00,00%
vybavení II	54,00	54,00	00,00%
vybavení III	53,00	53,00	00,00%
<b>100,00% E</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	474,75	474,75	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	16,00	16,00	00,00%
plocha	2700,00	2700,00	00,00%
vybavení I	21,00	21,00	00,00%
vybavení II	154,00	154,00	00,00%
vybavení III	190,00	190,00	00,00%
<b>100,00% D</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	489,88	489,88	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	17,00	17,00	00,00%
plocha	2860,00	2860,00	00,00%
vybavení I	19,00	19,00	00,00%
vybavení II	189,00	189,00	00,00%
vybavení III	146,00	146,00	00,00%
<b>100,00% G</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	557,13	557,13	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	19,00	19,00	00,00%
plocha	2200,00	2200,00	00,00%
vybavení I	24,00	24,00	00,00%
vybavení II	202,00	202,00	00,00%
vybavení III	198,00	198,00	00,00%
<b>97,68% B</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	508,50	508,50	00,00%
pracovníci I	10,00	9,66	-03,42%
pracovníci II	12,00	10,31	-14,05%
pracovníci III	18,00	17,58	-02,32%
plocha	2400,00	2030,65	-15,39%
vybavení I	28,00	19,58	-30,08%
vybavení II	158,00	154,33	-02,32%
vybavení III	171,00	167,03	-02,32%

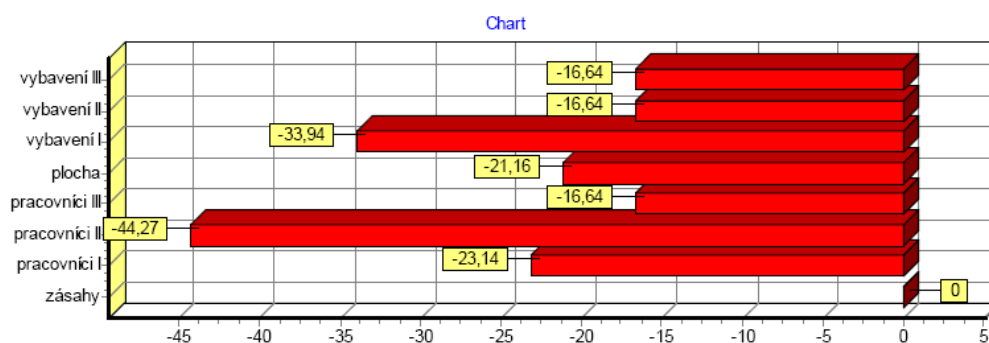


Peer:	Variable:	Contribution:
L	zásahy	15,42 %
L	pracovníci I	20,00 %
L	pracovníci II	25,00 %
L	pracovníci III	16,67 %
L	plocha	16,45 %
L	vybavení I	15,00 %
L	vybavení II	24,86 %
L	vybavení III	15,85 %
P	zásahy	73,64 %
P	pracovníci I	66,67 %
P	pracovníci II	62,50 %
P	pracovníci III	62,50 %
P	plocha	70,69 %
P	vybavení I	75,00 %
P	vybavení II	56,63 %
P	vybavení III	71,10 %
S	zásahy	10,94 %
S	pracovníci I	13,33 %
S	pracovníci II	12,50 %
S	pracovníci III	20,83 %
S	plocha	12,85 %
S	vybavení I	10,00 %
S	vybavení II	18,51 %
S	vybavení III	13,05 %

**83,36% C**

	Actual:	Target:	Potential improvement:
zásahy	422,38	422,38	00,00%
pracovníci I	10,00	7,69	-23,14%
pracovníci II	12,00	6,69	-44,27%
pracovníci III	18,00	15,00	-16,64%
plocha	1500,00	1182,66	-21,16%
vybavení I	20,00	13,21	-33,94%
vybavení II	126,00	105,03	-16,64%
vybavení III	131,00	109,20	-16,64%

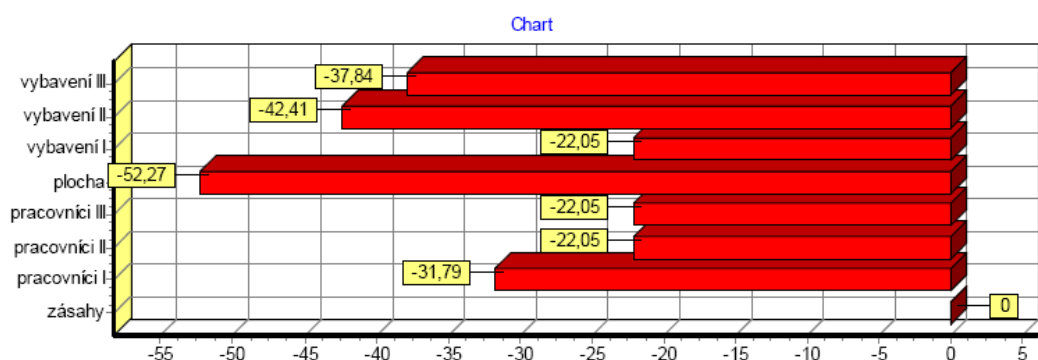
Potential improvement graph



Peer:	Variable:	Contribution:
E	zásahy	6,10 %
E	pracovníci I	7,06 %
E	pracovníci II	9,73 %
E	pracovníci III	5,78 %
E	plocha	12,39 %
E	vybavení I	8,62 %
E	vybavení II	7,95 %
E	vybavení III	9,44 %
G	zásahy	19,89 %
G	pracovníci I	19,61 %
G	pracovníci II	27,05 %
G	pracovníci III	19,09 %
G	plocha	28,05 %
G	vybavení I	27,39 %
G	vybavení II	29,00 %
G	vybavení III	27,34 %
N	zásahy	74,02 %
N	pracovníci I	73,33 %
N	pracovníci II	63,21 %
N	pracovníci III	75,12 %
N	plocha	59,57 %
N	vybavení I	63,99 %
N	vybavení II	63,05 %
N	vybavení III	63,22 %

**77,95% Q**

	Actual:	Target:	Potential improvement:
zásahy	128,38	128,38	00,00%
pracovníci I	4,00	2,73	-31,79%
pracovníci II	3,00	2,34	-22,05%
pracovníci III	9,00	7,02	-22,05%
plocha	690,00	329,34	-52,27%
vybavení I	4,00	3,12	-22,05%
vybavení II	67,00	38,59	-42,41%
vybavení III	58,00	36,05	-37,84%

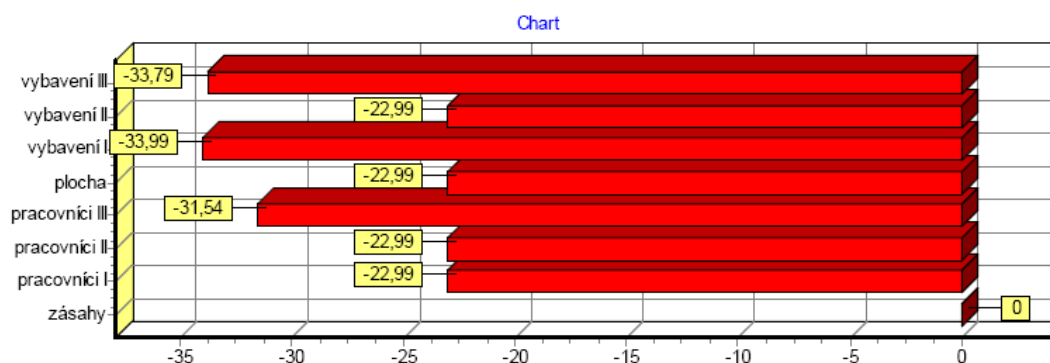
**Potential improvement graph**

Peer:	Variable:	Contribution:
L	zásahy	37,53 %
L	pracovníci I	42,86 %
L	pracovníci II	50,00 %
L	pracovníci III	33,33 %
L	plocha	37,87 %
L	vybavení I	37,50 %
L	vybavení II	45,45 %
L	vybavení III	36,76 %
P	zásahy	35,84 %
P	pracovníci I	28,57 %
P	pracovníci II	25,00 %
P	pracovníci III	25,00 %
P	plocha	32,54 %
P	vybavení I	37,50 %
P	vybavení II	20,71 %
P	vybavení III	32,97 %
S	zásahy	26,62 %
S	pracovníci I	28,57 %
S	pracovníci II	25,00 %
S	pracovníci III	41,67 %
S	plocha	29,59 %
S	vybavení I	25,00 %
S	vybavení II	33,84 %
S	vybavení III	30,27 %

77,01% O

	Actual:	Target:	Potential improvement:
zásahy	170,88	170,88	00,00%
pracovníci I	4,00	3,08	-22,99%
pracovníci II	3,00	2,31	-22,99%
pracovníci III	9,00	6,16	-31,54%
plocha	500,00	385,07	-22,99%
vybavení I	7,00	4,62	-33,99%
vybavení II	47,00	36,20	-22,99%
vybavení III	57,00	37,74	-33,79%

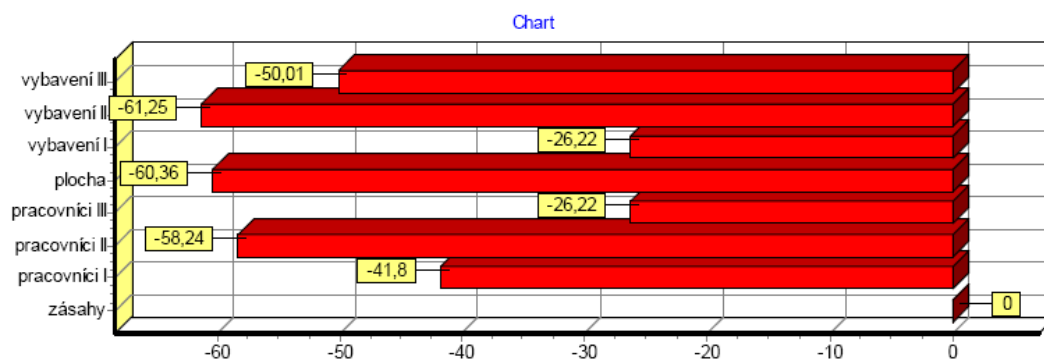
Potential improvement graph



Peer:	Variable:	Contribution:
N	zásahy	100,00 %
N	pracovníci I	100,00 %
N	pracovníci II	100,00 %
N	pracovníci III	100,00 %
N	plocha	100,00 %
N	vybavení I	100,00 %
N	vybavení II	100,00 %
N	vybavení III	100,00 %
P	zásahy	0,00 %
P	pracovníci I	0,00 %
P	pracovníci II	0,00 %
P	pracovníci III	0,00 %
P	plocha	0,00 %
P	vybavení I	0,00 %
P	vybavení II	0,00 %
P	vybavení III	0,00 %

**73,78% F**

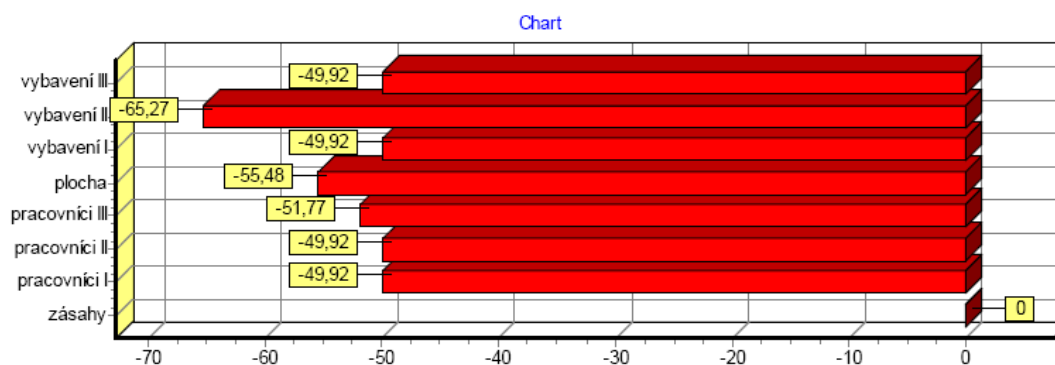
	Actual:	Target:	Potential improvement:
zásahy	311,38	311,38	00,00%
pracovníci I	10,00	5,82	-41,80%
pracovníci II	12,00	5,01	-58,24%
pracovníci III	15,00	11,07	-26,22%
plocha	2360,00	935,55	-60,36%
vybavení I	13,00	9,59	-26,22%
vybavení II	190,00	73,62	-61,25%
vybavení III	162,00	80,98	-50,01%

**Potential improvement graph**

Peer:	Variable:	Contribution:
E	zásahy	21,87 %
E	pracovníci I	24,65 %
E	pracovníci II	34,36 %
E	pracovníci III	20,74 %
E	plocha	41,40 %
E	vybavení I	31,41 %
E	vybavení II	30,01 %
E	vybavení III	33,66 %
N	zásahy	78,13 %
N	pracovníci I	75,35 %
N	pracovníci II	65,64 %
N	pracovníci III	79,26 %
N	plocha	58,60 %
N	vybavení I	68,59 %
N	vybavení II	69,99 %
N	vybavení III	66,34 %

**50,08% M**

	Actual:	Target:	Potential improvement:
zásahy	115,88	115,88	00,00%
pracovníci I	4,00	2,00	-49,92%
pracovníci II	3,00	1,50	-49,92%
pracovníci III	9,00	4,34	-51,77%
plocha	600,00	267,10	-55,48%
vybavení I	6,00	3,00	-49,92%
vybavení II	62,00	21,53	-65,27%
vybavení III	57,00	28,55	-49,92%

**Potential improvement graph**

Peer:	Variable:	Contribution:
N	zásahy	31,96 %
N	pracovníci I	33,33 %
N	pracovníci II	33,33 %
N	pracovníci III	30,77 %
N	plocha	31,25 %
N	vybavení I	33,33 %
N	vybavení II	36,43 %
N	vybavení III	28,65 %
P	zásahy	68,04 %
P	pracovníci I	66,67 %
P	pracovníci II	66,67 %
P	pracovníci III	69,23 %
P	plocha	68,75 %
P	vybavení I	66,67 %
P	vybavení II	63,57 %
P	vybavení III	71,35 %

## Příloha 3: Výsledky analýzy efektivity požárních stanic ve Frontier Analyst (BCC)

<i>Efficiency Report</i>				21.4.2009
<b>100,00% S</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	175,38	175,38	00,00%	
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	15,00	15,00	00,00%	
plocha	500,00	500,00	00,00%	
vybavení I	4,00	4,00	00,00%	
vybavení II	67,00	67,00	00,00%	
vybavení III	56,00	56,00	00,00%	
<b>100,00% K</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	234,25	234,25	00,00%	
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	11,00	11,00	00,00%	
plocha	650,00	650,00	00,00%	
vybavení I	8,00	8,00	00,00%	
vybavení II	54,00	54,00	00,00%	
vybavení III	53,00	53,00	00,00%	
<b>100,00% T</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	65,63	65,63	00,00%	
pracovníci I	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci II	0,00	0,00	00,00%	
pracovníci III	6,00	6,00	00,00%	
plocha	260,00	260,00	00,00%	
vybavení I	2,00	2,00	00,00%	
vybavení II	35,00	35,00	00,00%	
vybavení III	28,00	28,00	00,00%	
<b>100,00% N</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	221,88	221,88	00,00%	
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	8,00	8,00	00,00%	
plocha	500,00	500,00	00,00%	
vybavení I	6,00	6,00	00,00%	
vybavení II	47,00	47,00	00,00%	
vybavení III	49,00	49,00	00,00%	
<b>100,00% P</b>				
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>	
zásahy	236,13	236,13	00,00%	
pracovníci I	4,00	4,00	00,00%	
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%	
pracovníci III	9,00	9,00	00,00%	
plocha	550,00	550,00	00,00%	
vybavení I	6,00	6,00	00,00%	
vybavení II	41,00	41,00	00,00%	
vybavení III	61,00	61,00	00,00%	



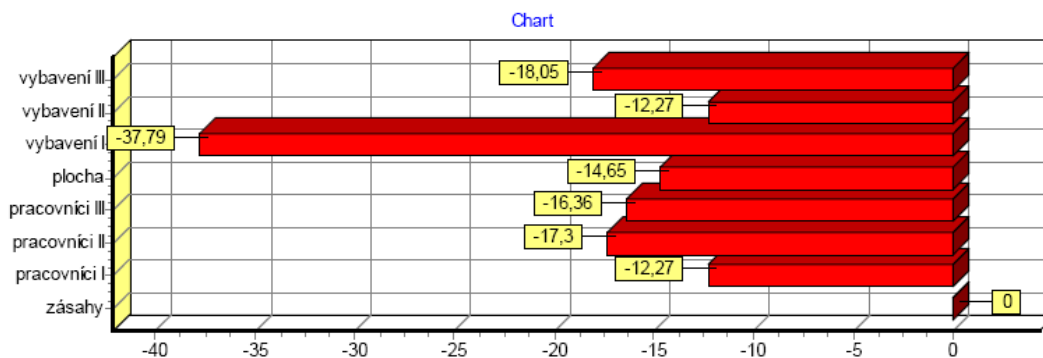
<b>100,00% L</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	123,63	123,63	00,00%
pracovníci I	3,00	3,00	00,00%
pracovníci II	3,00	3,00	00,00%
pracovníci III	6,00	6,00	00,00%
plocha	320,00	320,00	00,00%
vybavení I	3,00	3,00	00,00%
vybavení II	45,00	45,00	00,00%
vybavení III	34,00	34,00	00,00%
<b>100,00% B</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	508,50	508,50	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	18,00	18,00	00,00%
plocha	2400,00	2400,00	00,00%
vybavení I	28,00	28,00	00,00%
vybavení II	158,00	158,00	00,00%
vybavení III	171,00	171,00	00,00%
<b>100,00% E</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	474,75	474,75	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	16,00	16,00	00,00%
plocha	2700,00	2700,00	00,00%
vybavení I	21,00	21,00	00,00%
vybavení II	154,00	154,00	00,00%
vybavení III	190,00	190,00	00,00%
<b>100,00% C</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	422,38	422,38	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	18,00	18,00	00,00%
plocha	1500,00	1500,00	00,00%
vybavení I	20,00	20,00	00,00%
vybavení II	126,00	126,00	00,00%
vybavení III	131,00	131,00	00,00%
<b>100,00% G</b>			
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	557,13	557,13	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	19,00	19,00	00,00%
plocha	2200,00	2200,00	00,00%
vybavení I	24,00	24,00	00,00%
vybavení II	202,00	202,00	00,00%
vybavení III	198,00	198,00	00,00%

**100,00% D**

	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	489,88	489,88	00,00%
pracovníci I	10,00	10,00	00,00%
pracovníci II	12,00	12,00	00,00%
pracovníci III	17,00	17,00	00,00%
plocha	2860,00	2860,00	00,00%
vybavení I	19,00	19,00	00,00%
vybavení II	189,00	189,00	00,00%
vybavení III	146,00	146,00	00,00%

**87,73% O**

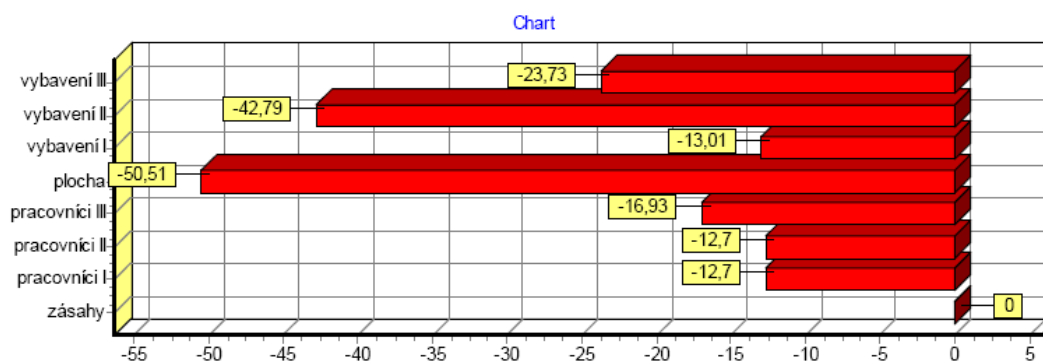
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	170,88	170,88	00,00%
pracovníci I	4,00	3,51	-12,27%
pracovníci II	3,00	2,48	-17,30%
pracovníci III	9,00	7,53	-16,36%
plocha	500,00	426,73	-14,65%
vybavení I	7,00	4,35	-37,79%
vybavení II	47,00	41,23	-12,27%
vybavení III	57,00	46,71	-18,05%

**Potential improvement graph**

<b>Peer:</b>	<b>Variable:</b>	<b>Contribution:</b>
L	zásahy	22,99 %
L	pracovníci I	27,17 %
L	pracovníci II	38,42 %
L	pracovníci III	25,33 %
L	plocha	23,83 %
L	vybavení I	21,89 %
L	vybavení II	34,68 %
L	vybavení III	23,13 %
P	zásahy	70,36 %
P	pracovníci I	58,04 %
P	pracovníci II	61,57 %
P	pracovníci III	60,88 %
P	plocha	65,63 %
P	vybavení I	70,16 %
P	vybavení II	50,63 %
P	vybavení III	66,50 %
T	zásahy	6,64 %
T	pracovníci I	14,79 %
T	pracovníci II	0,01 %
T	pracovníci III	13,79 %
T	plocha	10,54 %
T	vybavení I	7,95 %
T	vybavení II	14,69 %
T	vybavení III	10,37 %

**87,30% R**

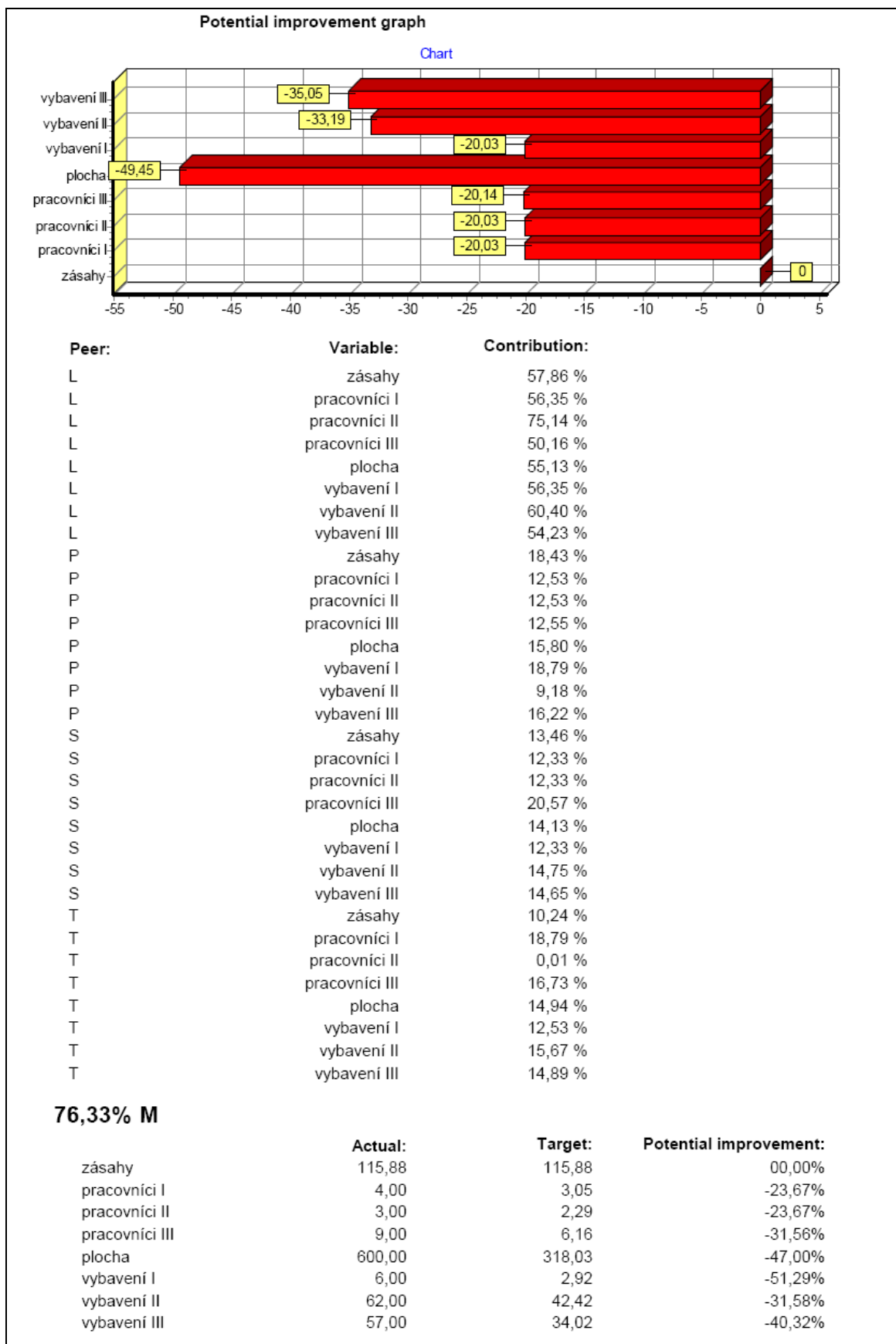
	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	171,63	171,63	00,00%
pracovníci I	4,00	3,49	-12,70%
pracovníci II	3,00	2,62	-12,70%
pracovníci III	9,00	7,48	-16,93%
plocha	860,00	425,57	-50,51%
vybavení I	5,00	4,35	-13,01%
vybavení II	73,00	41,76	-42,79%
vybavení III	61,00	46,53	-23,73%

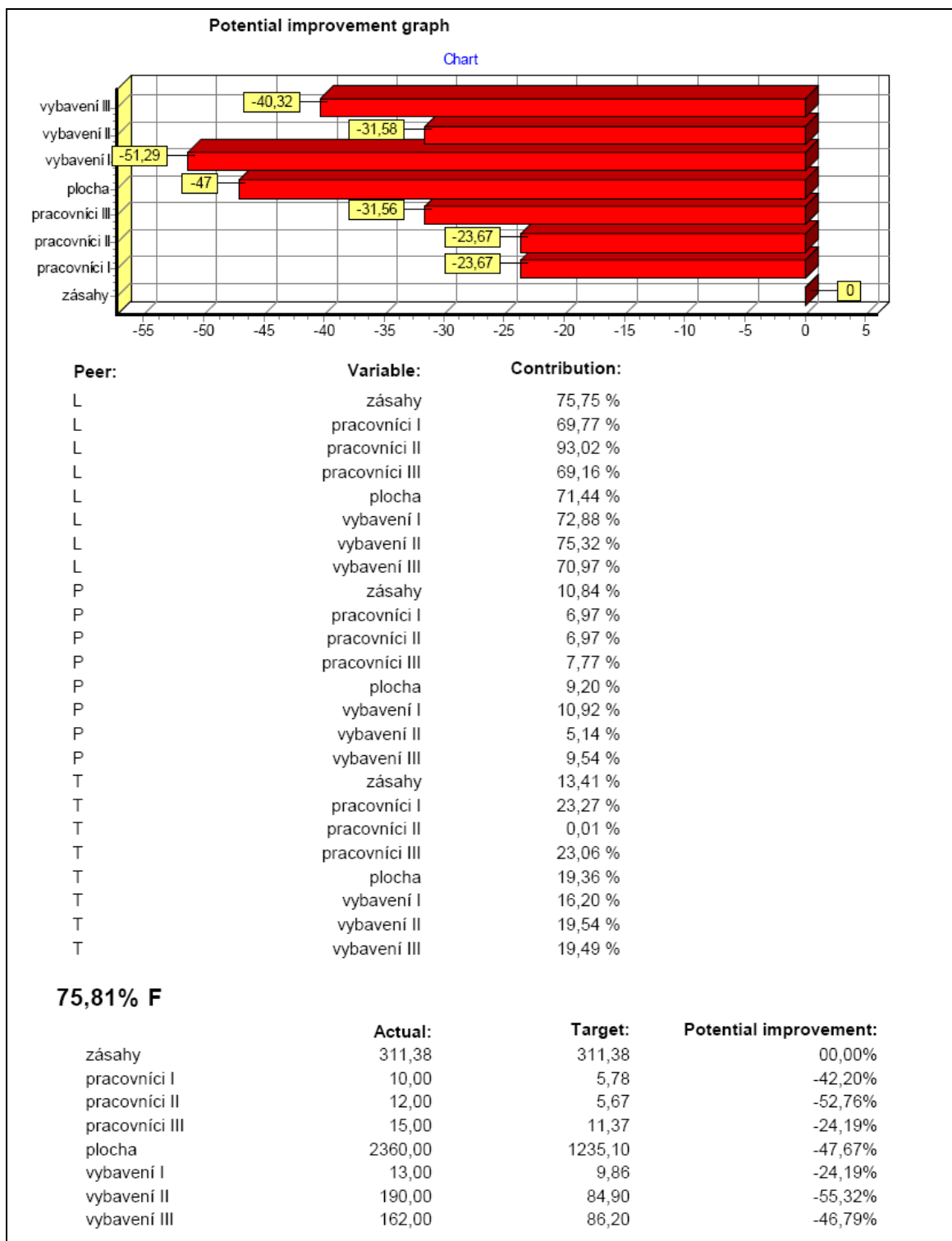
**Potential improvement graph**

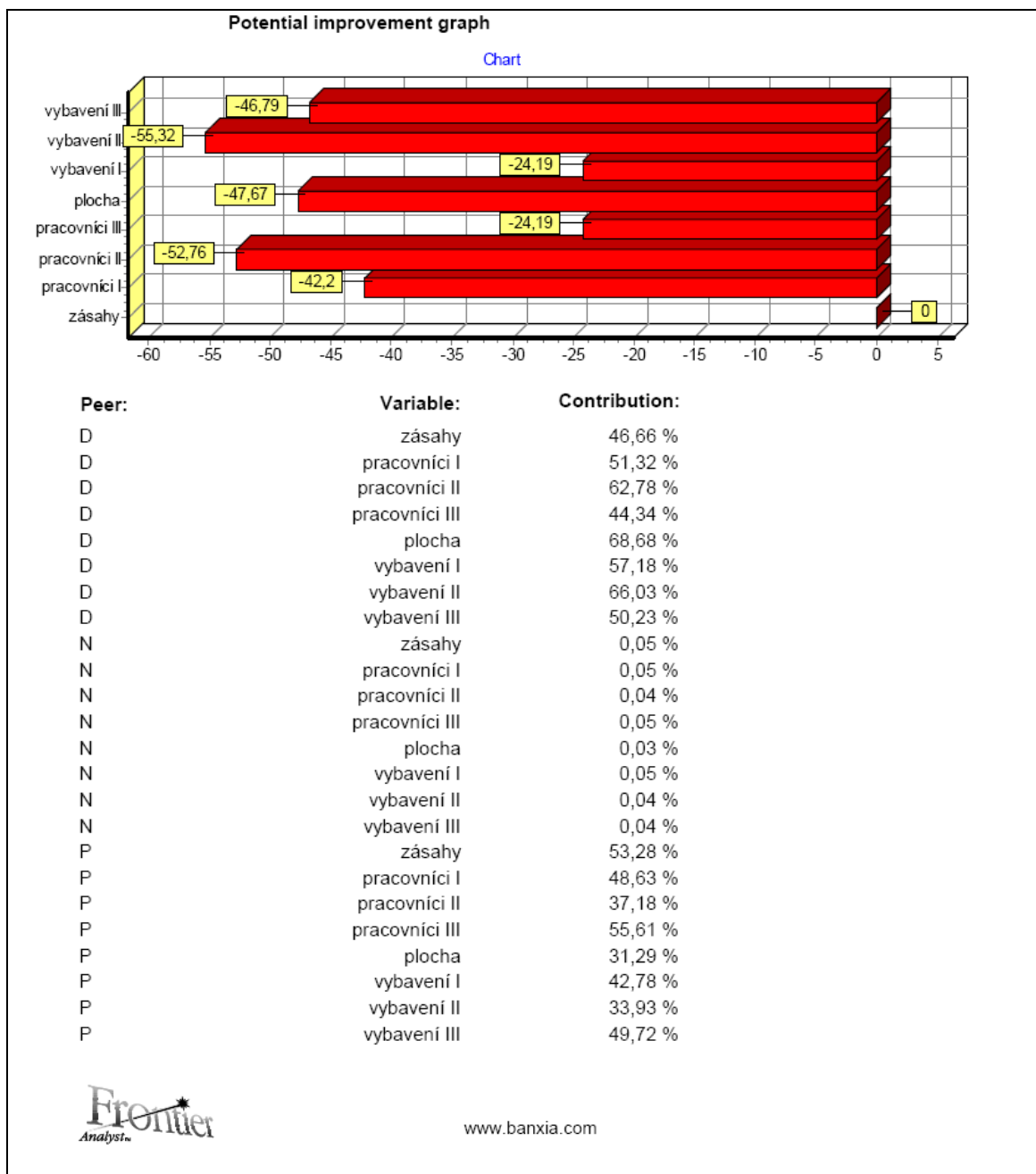
<b>Peer:</b>	<b>Variable:</b>	<b>Contribution:</b>
L	zásahy	27,43 %
L	pracovníci I	32,72 %
L	pracovníci II	43,62 %
L	pracovníci III	30,56 %
L	plocha	28,64 %
L	vybavení I	26,27 %
L	vybavení II	41,04 %
L	vybavení III	27,83 %
P	zásahy	67,71 %
P	pracovníci I	56,37 %
P	pracovníci II	56,37 %
P	pracovníci III	59,24 %
P	plocha	63,60 %
P	vybavení I	67,89 %
P	vybavení II	48,32 %
P	vybavení III	64,53 %
T	zásahy	4,86 %
T	pracovníci I	10,91 %
T	pracovníci II	0,00 %
T	pracovníci III	10,19 %
T	plocha	7,76 %
T	vybavení I	5,84 %
T	vybavení II	10,64 %
T	vybavení III	7,64 %

**79,97% Q**

	<b>Actual:</b>	<b>Target:</b>	<b>Potential improvement:</b>
zásahy	128,38	128,38	00,00%
pracovníci I	4,00	3,20	-20,03%
pracovníci II	3,00	2,40	-20,03%
pracovníci III	9,00	7,19	-20,14%
plocha	690,00	348,76	-49,45%
vybavení I	4,00	3,20	-20,03%
vybavení II	67,00	44,76	-33,19%
vybavení III	58,00	37,67	-35,05%









Indikátor ionizujícího záření gama <sup>11)</sup>	2	2	3	1	1	1	2	2
Osobní operativní dozimetr <sup>11)</sup>	4	4	6	1	1	2	4	4
Radiometr <sup>11),13)</sup>	1	1	3	1	1	1	1	1
Dekontaminační sprcha <sup>11)</sup>	1	2	2			1 <sup>4)</sup>	1 <sup>4)</sup>	1 <sup>4)</sup>
Mobilní telefon pro organizovaný výjezd	2	2	3	1	1	1	2	2
Plnicí zařízení tlakových lahví <sup>11)</sup>	2	2	2					1
Pevný generátor 220/380 V <sup>6)</sup>	1	1	1		1 <sup>4)</sup>	1 <sup>4)</sup>	1 <sup>4)</sup>	1
Filtrační dýchací přístroj <sup>11)</sup>	20 <sup>4)</sup>	20 <sup>4)</sup>	25 <sup>4)</sup>					
Izolační dýchací přístroj <sup>11),14)</sup>	6 <sup>4)</sup>	6 <sup>4)</sup>	9 <sup>4)</sup>					
Izolační dýchací přístroj <sup>11),15)</sup>	1,7 násobek počtu jedné směny							
Náhradní tlakové láhve k dýchacím přístrojům	pro každý přístroj 1 náhradní tlaková láhev							
Přenosná radiostanice	1,5 násobek počtu jedné směny			1,2 násobek počtu jedné směny				
Vozidlová radiostanice	Podle počtu zásahových požárních automobilů							
Zařízení pro konverzi signálu	Dle počtu CAS a velitelských automobilů							
Vybavení jednotek HZS kraje technikou a věcnými prostředky bez rozlišení místa dislokace techniky								
Autobus <sup>4)</sup>	1							
Záloha CAS	X <sup>12)</sup>							
Kombinovaný hasicí automobil <sup>4)</sup>	1							
Pěnový hasicí automobil <sup>4)</sup>	1							
Plynový hasicí automobil <sup>44)</sup>	1							
Práškový hasicí automobil <sup>44)</sup>	1							
Automobilový jeřáb nebo vyprošťovací automobil s nosností na výložníku nad 20 t <sup>4)</sup>	1							
Nosič kontejnerů	Y <sup>12)</sup>							
Kontejner pro nouzové přežití	1							
Kontejner pro štáb	1							
Kontejner týlový	1							
Kontejner technický nebo technický automobil S <sup>4)</sup>	1							
Automobil pro přepravu pohonných hmot nebo kontejner tankovací	1							
Celkový počet osobních automobilů	Z <sup>16)</sup>							
Velitelský automobil UL nebo L řídicího důstojníka kraje	1							

<sup>1)</sup> Pokud to odůvodňuje odůvodněno plošné pokrytí, havarijní plán kraje, dokumentace zdolávání požáru objektů, jejichž ochranu před požáry a mimořádnými událostmi jednotka zabezpečuje, mohou být počty požární techniky a věcných prostředků požární ochrany uvedené v tabulce zvýšeny u jednotlivých druhů až jedenapůlkrát. (zaokrouhлено nahoru).

<sup>2)</sup> Minimální počet CAS v záloze je stanoven počtem stanic hasičského záchranného sboru kraje následovně:

- do 10 stanic - 2 CAS,
- od 11 do 20 stanic - 3 CAS,
- nad 20 stanic - 4 CAS.

<sup>3)</sup> RZA může být vybavena stanice, pokud je předurčena pro systém záchranných prací při



dopravních nehodách na dálnicích a silnicích pro motorová vozidla a vybrané silnice I. třídy.

4) Stanice je vybavena požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany, jen pokud to odůvodňuje požární nebezpečí území, havarijní plán kraje nebo dokumentace zdolávání požárů objektů, jejichž ochranu před požáry a mimořádnými událostmi jednotka zabezpečuje.

5) Dopravní automobil může být nahrazen jiným požárním automobilem pro přepravu nejméně jednoho družstva.

6) Věcné prostředky požární ochrany nejsou ve vybavení nástavby zásahového požárního automobilu.

7) Pokud je stanice vybavena protichemickými obleky přetlakovými, nemusí být vybavena protichemickými obleky rovnotlakými.

8) Pokud je stanice vybavena protichemickými obleky rovnotlakými, nemusí být vybavena protichemickými obleky přetlakovými.

9) Detektor výbušné koncentrace par a plynů kalibrován na metan.

10) Automobilová plošina není nutná ve vybavení, pokud je stanice vybavena automobilovým žebříkem s košem se stejnou nebo přibližně stejnou dostupnou výškou. Počet automobilových plošin na stanicích hasičského záchranného sboru kraje může vytvářet také zálohu výškové techniky u hasičského záchranného sboru kraje ve velikosti až 30 % celkového minimálního počtu automobilových žebříků (zaokrouhluje se nahoru) na stanicích.

11) Do počtu uvedených prostředků se započítávají také prostředky umístěné v CAS nebo v jiné požární technice ve vybavení stanice.

12) Počet nosičů kontejnerů je odvozen od počtu kontejnerů tak, aby na 2 až 3 kontejnery připadal alespoň jeden kontejnerový nosič.

13) Přístroj je schopný měřit dávkový příkon záření gama a povrchovou kontaminaci záření beta (popř. záření alfa).

14) Autonomní dýchací přístroj s uzavřeným okruhem, typ s tlakovým kyslíkem; Autonomní dýchací přístroj s uzavřeným okruhem; únikový přístroj s chemicky vyvíjeným kyslíkem (KO<sub>2</sub>), únikový přístroj s chemicky vyvíjeným kyslíkem (NaClO<sub>3</sub>).

15) Autonomní dýchací přístroj na stlačený vzduch s otevřeným okruhem, typ s plicní automatikou pro použití v plynném prostředí.

16) Celkový počet osobních automobilů je dán součtem počtu osobních automobilů na stanicích typu C a k tomu následujícího počtu osobních automobilů:

- do 10 stanic - 7 osobních automobilů,
- od 11 do 20 stanic - 8 osobních automobilů,
- nad 20 stanic - 10 osobních automobilů.

17) Počet CAS lze snížit na jednu, pokud má stanice společnou dislokaci s jednotkou sboru dobrovolných hasičů, která je rovněž vybavena CAS a je současně zabezpečeno jej