

**Petr KUČERA<sup>1</sup>, Jaroslav SOUKUP<sup>2</sup>**

## **ANALÝZA CHOVÁNÍ OSOB PŘI CVIČNÉ POŽÁRNÍ EVAKUACI KNIHOVNY**

### **ANALYSIS OF BEHAVIOR OF PERSONS DURING A TRAINING FIRE EVACUATION**

#### **Abstrakt**

Článek je zaměřen na problematiku chování osob při cvičné evakuaci, která probíhala v prostorách Ústřední knihovny Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava. Účelem cvičné evakuace bylo zjistit, jak by studenti i zaměstnanci reagovali na vyhlášení evakuace v případě požáru v objektu. Součástí článku je statistické zhodnocení chování analyzovaných osob a poukázání na možné využití zjištěných dat pro simulaci evakuace osob z objektů.

**Klíčová slova:** evakuace, bezpečnost, reakce osob, rozbor dat.

#### **Abstract**

This article is focused on a problem of people's behavior during a fire evacuation training that was realized in premises of the Central Library of VŠB - Technical University of Ostrava. The aim of the evacuation training was to find out, how would students and staffs react to evacuation alarm in case of fire of the structure. One part of the article is also a statistical treatment of the behavior of analyzed subjects and reference to a possible use of observed data for evacuation simulation.

**Key words:** evacuation, safety, behavior of persons, data analysis.

#### **Úvod**

V budovách vysokých škol se shromažďuje větší počet osob a jejich evakuace v případě požáru bývá často velmi časově náročná a do jisté míry i problematická. Každý rok nastupuje na vysoké školy velký počet studentů, kteří dané objekty dobře neznají, natož jejich možné únikové cesty. Požáry ve školských zařízeních nejsou časté, ale dochází k nim. Obvykle se neobejdou bez zranění a materiálních škod.

Aby se snížil počet zraněných a usmrcených osob při požárech v dispozičně složitých objektech, je vyvíjen software, který se zabývá simulací chování osob při evakuaci objektu. Tento software umožňuje nejen velmi dobře simulovat chování evakuujících se osob, ale dokáže i odhalit případná problematická místa objektu ještě před jeho výstavbou.

---

<sup>1</sup> Ing., Ph.D., VŠB - TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany, Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice, e-mail: petr.kucera@vsb.cz

<sup>2</sup> Ing., VŠB - TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra požární ochrany, Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice, e-mail: jaroslav\_soukup@centrum.cz

## Evakuace ústřední knihovny

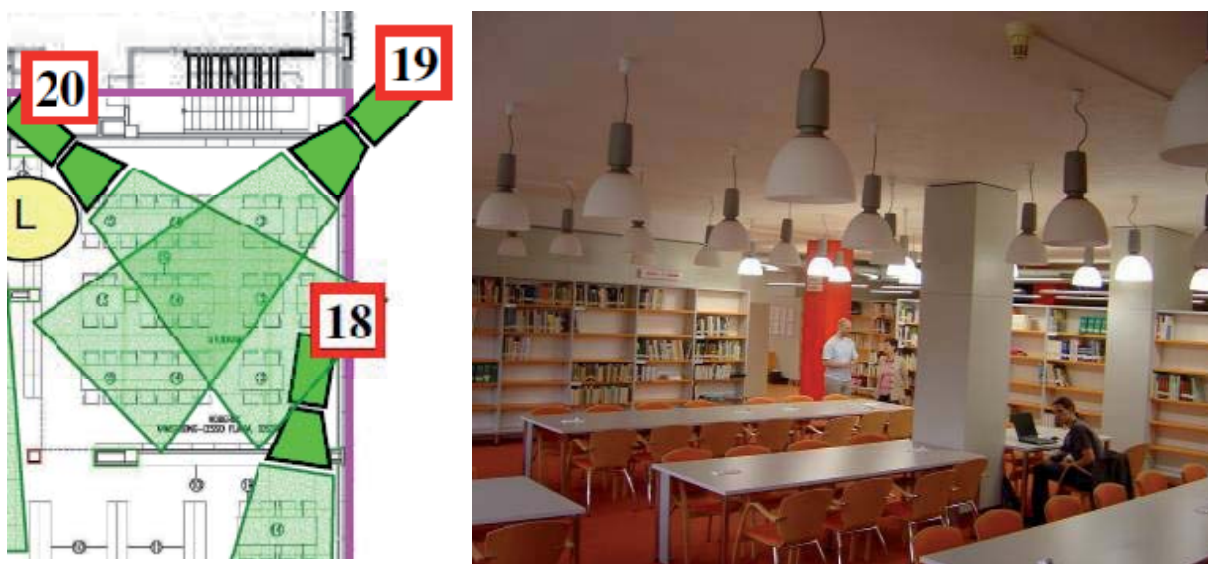
Ve dnech 19. - 23. 10. 2009 proběhla v budově Ústřední knihovny VŠB - TUO (dále jen VŠB - TUO) cvičná evakuace. Jednalo se o součást projektu 7. rámcového programu Evropské unie označovaného *BeSeCu* (*Behaviour, Security, Culture*). Do jmenovaného projektu bylo zapojeno několik států a VŠB - TUO byla vybrána jako jeden z jeho partnerů. Hlavním koordinátorem nejen evakuace Ústřední knihovny, ale i celého projektu, byl *profesor Ed R. Galea* z *University of Greenwich* v Londýně. Evakuace objektu probíhala za ojedinělých podmínek, a tak bylo vše do poslední chvíle drženo v tajnosti, aby získaná data byla hodnověrná. Zkoumalo se především to, jak budou osoby pobývající právě v objektu na vzniklou situaci reagovat. Proto byl s daným pokusem obeznámen pouze organizační tým a vedoucí zaměstnanci školy.

### *Stručný popis objektu knihovny*

Budova Ústřední knihovny slouží nejen pro účely knihovny, ale i pro výuku. Jedná se o pětipodlažní objekt s jedním podzemním podlažím sloužícím ke skladování knižních fondů. Prostory knihovny a studovny, jichž se evakuace týkala, jsou umístěny v částech 1. a 2. NP. Sledované úniky z prostor knihovny a studovny, které jsou tři, směřují jak k hlavnímu vchodu objektu, tak ke spojovacím chodbám do budovy Nové auly a budovy D komplexu VŠB - TUO.

### *Přípravy na evakuaci*

Vlastní přípravy na evakuaci trvaly dva dny, kdy se především vedla diskuse, kde budou umístěny jednotlivé kamery, aby bylo dosaženo co efektivnějšího pokrytí prostor knihovny a únikových cest a zároveň, aby vzbuzovaly co nejméně pozornosti. V prostoru ústřední knihovny, na chodbách a únikových schodištích bylo rozmístěno celkem 22 kamer. Příklad rozmístění kamer v části studovny je znázorněn na obr. 1. Kamery byly rozmístěny tak, aby jimi byla pokryta co největší snímaná oblast.



**Obrázek 1:** Příklad rozmístění kamer a jejich pokrytí místnosti (obrázek vlevo), snímaná oblast kamery č. 19 (obrázek vpravo)

## **Průběh evakuace**

Dne 21. října 2009 v 9:30 hodin byla vyhlášena evakuace všech prostor objektů VŠB - TUO a následně bylo upřesněno, že se evakuace týká pouze budovy Ústřední knihovny (dále jen ÚK). Průběh evakuace byl zaznamenáván na kamery a vybraní studenti měli za úkol na únikových cestách, které ústily buďto na volné prostranství nebo do přilehlých prostor, rozdávat a opětovně vybírat připravené dotazníky evakuujícím se studentům a zaměstnancům. Dotazníky sloužily k doplnění informací o průběhu evakuace, zejména byly zaměřeny na zjištění, jak každý evakuovaný jedinec vnímal evakuaci (např. přijímal informaci o vyhlášeném poplachu).

Bohužel evakuace se neobešla bez problémů. Hlavním problémem byl fakt, že evakuační rozhlas, kterým měl být vyhlášen poplach v prostorách celého objektu a následně upřesněn a zúžen pouze na budovu ÚK, nepracoval tak, jak bylo očekáváno. Konkrétně nefungoval právě v budově ÚK jako jediné z komplexu budov VŠB - TUO. Z toho důvodu byla evakuace vyhlášena ústně pomocí personálu knihovny - zaměstnanců knihovny, správců počítačových učeben a vrátného. Veškeré související prostory musely být zkontrolovány zaměstnanci knihovny.

Další nepříjemnost, která se během evakuace udála, bylo to, že studenti v některých případech nepochopili, co je od nich požadováno, nebo odmítali poskytnout některá data do dotazníků. Přesto bylo vybráno přes 100 vyplněných dotazníků.

Evakuace byla ukončena v 10:05 hodin. Studenti a zaměstnanci knihovny se tak mohli vrátit ke svým povinnostem.

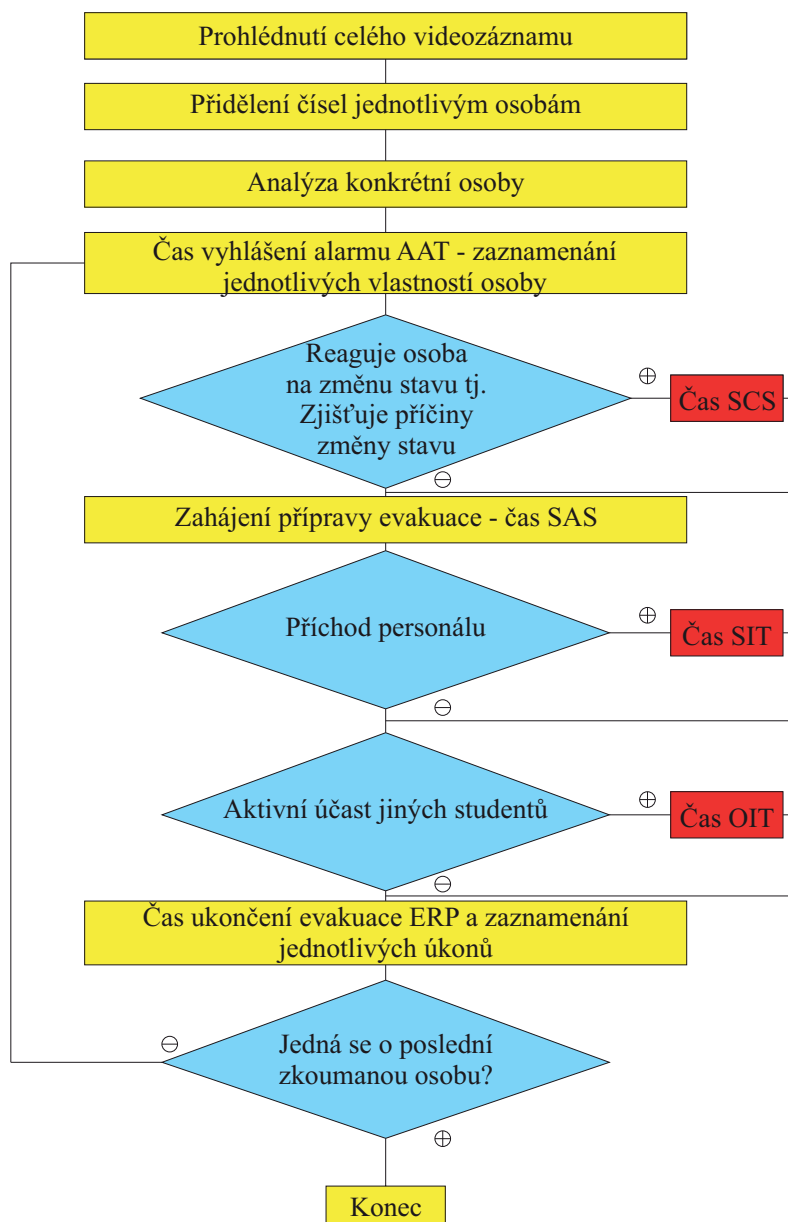
Vzniklé problémy byly následně řešeny personálem VŠB - TUO. Byl přepracován harmonogram povinností a provedeno nové školení zaměstnanců, aby byly přesně stanoveny úkoly jednotlivých osob.

## **Analýza získaného videozáznamu**

Při analýze pořízených videozáznamů bylo nezbytné postupovat velice důkladně, abychom mohli přesně zaznamenat jednotlivé zjištěné údaje. Obrázek 2 znázorňuje vývojový diagram, jak správně postupovat při analýze.

V prvním bodě uvedeného vývojového diagramu bylo třeba se rozhodnout, kolik osob bude analyzováno. V případě námi zvoleného většího množství osob mohlo dojít k tomu, že ne všechny osoby je třeba detailně zkoumat. V dalším kroku již byla přidělována jednotlivá čísla zkoumaným osobám. Bylo přiřazeno tolik čísel, kolik jsme se rozhodli analyzovat osob.

Po přidělení čísel jednotlivým osobám jsme se pak zaměřili na konkrétní osobu a provedli analýzu. Nejprve jsme přiřadili potřebné vlastnosti zkoumané osobě (viz tabulku 1).



**Obrázek 2:** Vývojový diagram filozofie zkoumání pořízeného videozáznamu

V případě, že osoba reaguje na změnu vzniklé situace tím, že se začne rozhlížet kolem sebe, nebo si zjišťovat bližší informace o situaci, a to po dobu minimálně 15 sekund od zaregistrování poplachu, pak byl začátek toho úkonu zanesen na časovou osu. Tento čas byl označen popiskem *SCS* (*Start Cognition Stage*), který nám reprezentuje čas, kdy došlo k přerušení původní vykonávané činnosti a zjišťování podmínek a příčin nastalé situace. Pokud osoba tuto činnost vykonávala po kratší dobu než je 15 vteřin a vrátila se k rozdělané práci, pak byl tento čas označen jako *SAS* (*Start Activity Stage*).

Pokud po vyhlášení poplachu přišel ještě personál ústně upozornit vyskytující se osoby na vzniklou situaci, pak byl tento čas označen jako *SIT* (*Staff Intervention Time*). Čas, který je proto zaznamenám, je brán ve chvíli, kdy personál začíná dávat příslušné pokyny.

**Tabulka 1: Vlastnosti zkoumané osoby**

Označení buňky	Hodnota	Význam
AAT	Čas (automaticky zaznamenán)	Čas vyhlášení poplachu
Číslo účastníka	1 až MAX účastníků, kteří jsou zachyceni na záznamu	Hodnota určená na základě počtu osob na pořízeném záznamu
Pohlaví	M nebo F	Hlavní rys člověka
Věková kategorie	Označení: 1, 2, 3, 4	Přibližná věková skupina
		1. Dospívající (do 18 let)
		2. Mladá osoba (18 - 39)
		3. Starší osoba (40 - 64)
Pozice	Označení: 1 nebo 2	4. Osoba vyššího věku (více jak 64)
		1. Osoba sedí
Činnost	Označení: 1 až 10	2. Osoba stojí
		Probíhající činnost před vyhlášením poplachu
		1. Stání
		2. Sezení
		3. Procházení se
		4. Spaní
		5. Ve frontě
		6. Práce, četba, studování
		7. Práce na počítači
		8. Stravování
Kolektiv účastníka	Označení: 1 až 3	9. Jiná činnost
		10. Obsluhování automatu
		Kolektiv účastníka v čase vyhlášení poplachu
		1. Účastník je zcela sám
		2. Účastník je sám, ale v blízkosti jsou i jiné osoby
		3. Účastník je v kolektivu přátel (kolegů)

V případě, že o vzniklé situaci přišel informovat některý z nezávislých účastníků, např. jiný student, a začal vyzývat jiné osoby k evakuaci, pak byl tento fakt zaznamenán jako *OIT* (*Occupant Intervention Time*).

Okamžik, kdy se osoba již chystala opouštět daný prostor, byl označován jako *ERP* (*End Response Phase*). V tomto bodě se zaznamenávaly veškeré činnosti, které analyzovaná osoba vykonala, a jednotlivým jejím činnostem byly přiřazeny příslušné číselné hodnoty. Zkoumány byly činnosti označované jako *AT* (*Action Task type*) a činnosti označené *IT* (*Information task type*) - výčet jednotlivých typů sledovaných činností je uveden v tabulce 2. Tento čas je tak sumarizací veškerého chování analyzované osoby od časového okamžiku označeného jako *SAS* (*Start Activity Stage*).

**Tabulka 2: Přehled úkonových (AT) a informačních činností (IT)**

Přidělené číslo	Typ činnosti AT
1.	Sbírání věcí
2.	Sbírání oděvů/oblékání se
3.	Shromažďování členů skupiny (kolegy, spolužáky, atd.)
4.	Vrácení se na původní místo (místo, kde účastník původně byl)
5.	Sbírání, vyhazování odpadků, uklízení místa
6.	Kontrola místa
7.	Čekání na kolegy
8.	Stravování
....	....
Přidělené číslo	Typ činnosti IT
1.	Výměna informací před a těsně po zaznění alarmu
2.	Výměna informací po zaznění alarmu
3.	Získávání informací (pozorováním, posloucháním)
4.	Předání informací na stanovišti, kde se osoba nacházela před zazněním alarmu
5.	Přesun na jiné stanoviště za účelem získání informací
6.	Přesun na jiné stanoviště za účelem předání informací
7.	Předání informací mobilním telefonem
8.	Další...?

Jednotlivé fáze analýzy jsou následující:

- *AAT (Alarm Activation Time)* - jedná se o fázi, která začíná vyhlášením (spuštěním) poplachu,
- *SCS (Start Cognition Stage)* - fáze, kdy si účastník začíná uvědomovat vzniklou situaci a snaží se o ní získat bližší informace (nasloucháním, rozhlížením se, hovořením) a to po dobu minimálně 15 sekund,
- *SAS (Start Activity Stage)* - fáze, kdy se účastník vrátí k původní činnosti nebo začíná dělat všechny nezbytné činnosti potřebné k přípravě na evakuaci ohroženého prostoru,
- *SIT (Staff Intervention Time)* - čas, kdy do prostoru přijde zaměstnanec (personál) a začne vydávat potřebné instrukce,
- *OIT (Occupant Intervention Time)* - čas, kdy do prostoru vejde jiný účastník a začne vyzývat osoby k opuštění místnosti,
- *ERP (End Response Phase)* - závěrečná fáze, kdy účastník vykonal již všechny potřebné činnosti AT a IT. V tomto časovém okamžiku již osoba začíná opouštět prostor z místa své lokace.

### Statistické zhodnocení získaných záznamů

Z proběhnuté evakuace bylo vybráno k analýze 9 videozáznamů z kamer, které byly umístěny v prostorách knihovny. Tyto kamery zachycovaly 47 osob, z nichž nebylo možné všechny detailně zkoumat, a nastaly čtyři případy, kdy nebylo možné určit, jaký typ činnosti osoby vykonávají.



Celkem zkoumané osoby vykonaly během evakuace 256 činností (*AT* + *IT*). Podíl připadající na *Action Task (AT)* je 155 a na *Information Task (IT)* je 101, kdy převažuje typ činnosti, který je zaměřen na nějaký úkon získávání bližších informací o nastalé situaci. Průměrně tak na každou zkoumanou osobu připadá 3,3 činností *AT* a 2,15 činností *IT*.

### ***Činnosti vykonávané před spuštěním poplachu***

Zkoumané osoby před spuštěním poplachu vykonávaly následující činnosti - práce na počítači (78,72 %), práce, četba, studium (17,02 %) a jiná činnost (4,26 %). Jednoznačně převládající činnost byla práce na počítači, to ovšem bylo ovlivněno také tím, že kamery byly instalované i v počítačové místnosti.

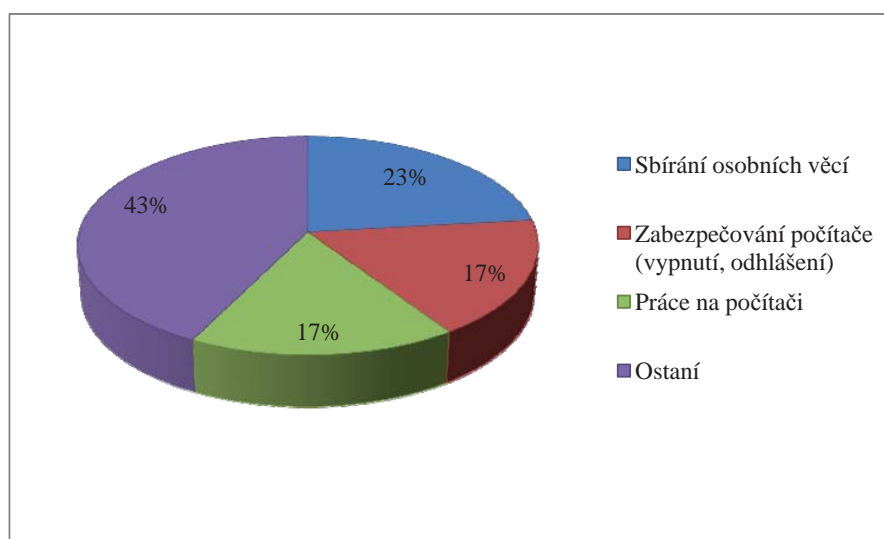
### ***Vyhlášení poplachu***

Od okamžiku, kdy došlo k vyhlášení poplachu, byla sledována již veškerá činnost, která byla vykonávána do doby, než došlo k vlastnímu opouštění místnosti. Bylo ověřováno, jak se osoby budou chovat v době, kdy dojde k vyhlášení poplachu, jaké činnosti budou pro ně typické a charakteristické. Jakou činnost budou dělat jako první, která činnost bude nejvíce typická pro zkoumané osoby, čemu dají přednost. Zdali bude pro ně přednější zjišťování si bližších informací formou naslouchání, rozhlížení se, atd. nebo zda dají přednost osobním věcem atd.

Bylo také pozorováno, kolik účastníků uposlechne výzvy k opuštění daného prostoru, aniž by si s sebou vzali veškeré své osobní věci. Téměř 90 procent osob nejprve posbíralo všechny osobní věci, a teprve poté uposlechli výzvy k opuštění prostoru. Lze se jen domnívat, že tento fakt byl způsoben tím, že osoby v té chvíli ještě nezpozorovaly nějaké projevy případného požáru.

### ***Činnost AT***

Při evakuaci analyzovaní účastníci vykonali dohromady 155 činností typu *AT*. Jaké činnosti to byly, je znázorněno v grafu na obrázku 3. Jak je z grafu patrné, převládající činnosti které byly vykonány po vyhlášení poplachu, byly především sbírání osobních věcí, zabezpečování počítače (vypnutí, odhlášení), práce na počítači

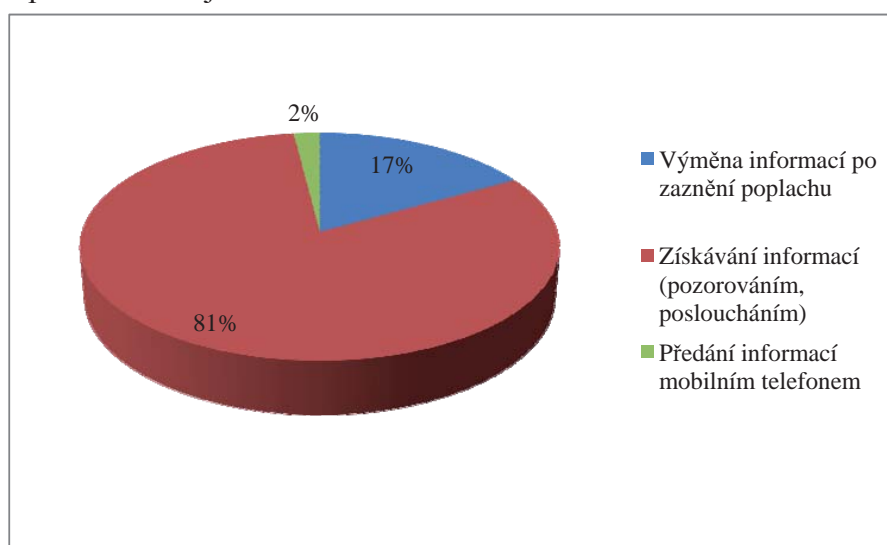


**Obrázek 3:** Graf znázorňující přehled počtu vykonaných činností

Převládající činností, kterou účastníci prováděli, bylo sice sbírání osobní věci, avšak to nebyla činnost, kterou účastníci dělali jako první. První činností AT, kterou účastníci prováděli ve většině případů, byla *práce na počítači*. To znamená, že účastníci nejdříve dokončili rozdělanou práci, a pak teprve se začala zabývat jinou činností. Byly tak dále analyzovány druhé a třetí činnosti, které účastníci prováděli.

## Činnost IT

Při cvičné evakuaci vykonaly zkoumané osoby celkem 101 tzv. informačních činností (IT). O jaké činnosti se jednalo, které činnosti převažovaly včetně jejich procentuálního zastoupení, je naznačeno v grafu na obrázku 4. Z grafu je zřejmé, že jasně převládající činností byla činnost *získávání informací (pozorováním, posloucháním)*. Účastníci se pak převážně zajímali vizuálně o výměnu informací za účelem zjištění toho, jak moc je daná situace vážná a zdali je nějak pro ně ohrožující.



**Obrázek 4:** Graf znázorňující kompletní přehled udělaných informačních činností IT

V případě podrobnějšího zkoumání informačních činností je účelné se v tomto případě zaměřit jen na činnost, která po vyhlášení poplachu následovala jako první. Protože se účastníci téměř v 81 procentech zajímali o získávání informací tím, že se rozhlíželi, či naslouchali okolí, lze předpokládat, že to byla i nejčastěji se vyskytující první provedená činnost.

Druhou informační činností byla ve 100 % případů činnost *získávání informací (pozorováním, posloucháním)*.

### ***Doba opuštění místnosti***

Zjišťoval se průměrný čas, za jak dlouho se osoby dostanou k východu z místnosti. Není možné zjistit, za jak dlouho se dostaly až k východu na volné prostranství v důsledku velkého množství studentů, kteří se neustále vyskytovali v přilehlých prostorách, a také z toho důvodu, že některá místa nebyla snímána. Předmětem zájmu bylo hlavně zjistit, jak se osoby chovají a které činnosti jsou prováděny před vlastním opuštěním svého stanoviště. Naměřená průměrná doba pro účastníky, od vyhlášení poplachu a vyzvání k opuštění místnosti, byla změřena na čas



68,02 sekund. To znamená, že přibližně za 70 vteřin účastníci udělají všechny nezbytné činnosti k tomu, aby se dostali z místnosti a následovali pak nějakou únikovou cestu směřující na volné prostranství.

### **Vyhodnocení cvičné požární evakuace**

Evakuace proběhla v prostorách ÚK bez vážnějších komplikací. Nedošlo k žádnému zranění či poškození věcí. Nedostatky, které se projevíly, byly především technického charakteru. Musela se provést revize systému.

Vznik panického chování se neuskutečnil. To je dáno především tím, že pokud osoby nejsou vystaveny přímému ohrožení života požárem, panické chování nevzniká. Evakuace tak byla velmi poklidná, neutvořil se žádný prchající dav.

Z rozdaných dotazníků vyplynulo, že školení na tyto situace probíhá formou podepsání prohlášení o školení při nástupu do zaměstnání. Personál tak není schopen poskytnout bližší informace o únikových cestách a není si jist svými povinnostmi. Proto by bylo vhodné, aby toto školení probíhalo jinou důkladnější formou, např. projít si trasy, které lze použít jako únikové cesty. Školení by mělo probíhat častěji a ne jen v případě nástupu do zaměstnání.

Získaná data budou použita při tvorbě a vylepšování softwaru buildingEXODUS, který je zaměřen na evakuaci osob z objektů. Čím více údajů bude známo a do programu zapracováno, tím bude tento software přesněji předpovídat chování evakuujících se osob. Díky evakuačním simulacím lze totiž velmi dobře zjistit možné nedostatky navržené stavby, odhalit problematická místa, kde by se mohly osoby shromažďovat a nedocházelo by tak k jejich bezpečné evakuaci.

### **Závěr**

Článek se snažil poukázat na chování osob v případě vzniku mimořádné události jako je například požáru. Je zde také poukázáno na možnou analýzu vyhodnocení cvičné evakuace pomocí pořízených videozáznamů a následný rozbor chování jednotlivých evakuujících osob.

Význam nespočívá pouze ve zjištění chování osob, ale také v tom, že si škola, kde výzkum probíhal, ověřila funkčnost jednotlivých zařízení, která jsou nezbytná pro plynulou a bezpečnou evakuaci osob. Vzniklé problémy musely být odstraněny. Rovněž se prověřilo, jak jsou její zaměstnanci obeznámeni se svými povinnostmi. V případě reálné evakuace by zaměstnanci své povinnosti zvládli, ale jimi poskytované informace nebyly dostačující.

Pro simulační software buildingEXODUS jsou získaná data velkým přínosem. Tento program bude moci mnohem přesněji simulovat chování evakuujících se osob, a bude tak moci být komerčně využit i pro jiné typy budov.

### **Literatura**

- [1] Naměřené údaje z cvičné evakuace ze dne 21. 10. 2009 v Ústřední knihovně VŠB - TUO.
- [2] Pracovní podklady poskytnuté Fire Safety Engineering Group vedenou profesorem Ed R. Galea z University of Greenwich v Londýně.

