

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

**Katedra požární ochrany**

**Záchrana osob při seskoku z výšky**

**Student: Bc. Juráň Marek**

**Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Kvarčák Miloš**

**Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnost průmyslu**

**Datum zadání bakalářské práce: 30. 11. 2009**

**Termín odevzdání bakalářské práce: 30. 4. 2010**

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval sám.

V Ostravě dne 30. 4. 2010

Bc. Marek Juráň

Podpis.....

## **Anotace**

**Juráň, Marek.** *Záchrana osob při seskoku z výšky.* Diplomová práce. Ostrava: VŠB - TU Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2010, s.56.

**Klíčová slova:** nebezpečná výška, pád, skok, záchranná seskoková matrace, záchranná seskoková plachta, dopadová poduška, evakuační zařízení, karton, záchranný kartonový systém.

Má práce rozebírá základní možnosti záchrany osob z výšek a vytváří nové možnosti pro alternativní návrh, který by byl opravdu ekonomicky přínosný, byl by bezpečnější, vytvořen ze zkušeností při využití papírového kartonu. V základní fázi je popsána teoretická činnost jednotek IZS a popis zkušeností z praxe. Následně je v práci ověřeno množství a typ evakuačních systémů ve vybraných krajích v ČR. Technické parametry stávajících systémů jsou využity v řešení. V rámci diplomové práce jsem konzultoval využití kartonu u seskoků z výšek se společnostmi a osobami zabývající se kaskadérskou činností. Dále posuzuji využití japonského stylu skládání papíru origami jako možné alternativy. Závěrem práce je vytvořen teoretický postup navržení záchranného seskokového systému na principu využití papírového kartonu.

## **Anotation**

**Juráň, Marek.** *The Rescue of People during Jump from Heights.* Diploma Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Safety Engineering, 2010, p.56.

**Key words:** dangerous height, fall, jump, rescue jump mattress, rescue jump canvas, fall pad, evacuation equipment, carton paper, rescue carton system.

My work describes basic possibilities of rescuing people from heights and it creates new possibilities for an alternative proposal that would be economical, safer, and created from the experience of use of paper carton. The basic phase describes theoretical work of Joint Rescue Service units and the experience from the practice. Further this work tests the quantity and the type of evacuative systems in the chosen regions of the Czech Republic. Technical parameters of current systems are used for dealing with the problem. In my diploma thesis I consulted the usage of carton during jumps from heights with people that worked as a stuntman and companies involved in such activities. Next, I was studying the use of Japanese style of folding paper “origami” as a possible alternative. At the end of the thesis a theoretical procedure of rescue jump designing system based on the principle of the use of paper carton was created.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	1
<b>2. STATISTIKY SEBEVRAŽD</b> .....	2
<b>3. ZÁCHRANA OSOB Z VÝŠEK</b> .....	5
3.1 VÝŠKA.....	5
3.1.1 <i>Odolnost lidí k výškám</i> .....	5
3.2 SKOK A PÁD.....	6
3.2.1 <i>Mechanismus pádu</i> .....	6
3.3 ROZDĚLENÍ ZPŮSOBŮ ZÁCHRANY.....	8
3.3.1 <i>Způsoby záchrany sebevrahů</i> .....	8
3.3.2 <i>Záchrana pomocí dopadových technických prostředků</i> .....	9
3.3.3 <i>Vybrané případy zranění při záchrane osob seskokem</i> .....	9
3.4 VOLBA SPRÁVNÉHO ZPŮSOBU ZÁCHRANY .....	10
3.4.1 <i>Úloha ohlašovny požárů</i> .....	10
<b>4. TEORETICKÉ ŘEŠENÍ SITUACE PŘI ZÁCHRANĚ SEBEVRAHŮ</b> .....	12
4.1 CHARAKTER SITUACE .....	12
4.2 VELITEL ZÁSAHU.....	12
4.3 POSTUP VELITELE ZÁSAHU .....	13
4.4 ZPŮSOB JEDNÁNÍ SE SEBEVRAHEM .....	14
4.5 ÚKOLY A ČINNOSTI SIL A PROSTŘEDKŮ JPO .....	15
4.5.1 <i>Úkoly jednotek PO po příjezdu Policie ČR</i> .....	15
4.5.2 <i>Nasazované síly a prostředky jednotek PO</i> .....	16
4.6 ČASOVÉ VYMEZENÍ SPOLEČNÉHO ZÁSAHU JDNOTEK IZS .....	16
<b>5. PRAXE A KONKRÉTNÍ PŘÍPADY ZÁCHRANY SEBEVRAHŮ</b> .....	18
<b>6. STÁVAJÍCÍ PROSTŘEDKY PRO ZÁCHRANU OSOB Z VÝŠEK U HZS ČR</b> ....	21
6.1 ZÁCHRANNÉ SESKOKOVÉ MATRACE .....	21
6.1.1 <i>Nevýhody záchranných seskokových matrací</i> .....	26
6.2 DOPADOVÉ NAFUKOVACÍ PODUŠKY .....	26
6.2.1 <i>Nevýhody dopadových podušek</i> .....	27
6.3 ZÁCHRANNÉ SESKOKOVÉ PLACHTY.....	27

6.3.1	<i>Nevýhody záchranný seskokových plachet</i> .....	29
6.4	ZÁCHRANNÉ EVAKUAČNÍ RUKÁVY A ZÁCHRANNÉ TUNELY .....	29
6.5	ZHODNOCENÍ .....	30
<b>7.</b>	<b>KASKADÉRSKÁ ČINNOST V ČR A VYUŽITÉ ZKUŠENOSTI U SESKOKŮ</b> ...	<b>31</b>
7.1	OSLOVENÉ OSOBY A SPOLEČNOSTI .....	32
7.2	PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI .....	33
7.2.1	<i>Systém skládání krabic</i> .....	33
7.2.2	<i>Vlastnosti, poměr výšky seskoku a výplně krabic</i> .....	34
7.2.3	<i>Chování kaskadéra při seskoku</i> .....	35
<b>8.</b>	<b>TECHNOLOGIE ORIGAMI</b> .....	<b>37</b>
<b>9.</b>	<b>NÁVRH POSTUPU ŘEŠENÍ</b> .....	<b>40</b>
9.1	ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VÝPOČTY .....	40
9.1.1	<i>Pohyb těles v gravitačním poli a teorie biomechanických pádů</i> .....	40
9.1.2	<i>Vodorovný vrh</i> .....	41
9.1.3	<i>Šikmý vrh vzhůru</i> .....	41
9.1.4	<i>Volný pád</i> .....	42
9.1.5	<i>Experimentální zjištění rychlosti</i> .....	43
9.1.6	<i>Zhodnocení</i> .....	43
9.2	VÝBĚR VELIKOSTI A TVARU ZÁCHYTNÉHO SYSTÉMU .....	43
9.2.1	<i>Řešení velikosti dopadové plochy</i> .....	44
9.2.2	<i>Řešení tvaru záchytného systému</i> .....	44
9.2.3	<i>Posouzení výšky a tloušťky stěn kartonového záchytného systému</i> .....	49
9.3	ŘEŠENÍ STATICKÉ ÚNOSNOSTI ZÁCHYTNÉHO SYSTÉMU .....	50
9.3.1	<i>Program NEXIS 32</i> .....	50
9.3.2	<i>Postup výpočtu</i> .....	50
9.3.3	<i>Výsledné hodnoty</i> .....	51
9.4	CELKOVÝ NÁVRH .....	52
<b>10.</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>53</b>
<b>11.</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>55</b>

# 1. ÚVOD

Hasičský záchranný sbor, jako složka integrovaného záchranného systému, má být připraven na řešení složitých podmínek při ochraně osob, zvířat a majetku a zajišťovat pomoc při mimořádných událostech, do kterých spadá i záchrana osob z výšek.

Jedná se o specifickou činnost, kdy je vysoké riziko zranění jak na straně zasahujících hasičů tak na straně zachraňovaných osob. Vždy je lepší vyřešit situaci jakýmkoliv jiným způsobem nežli seskokem, jako například únikovými cestami, technickými prostředky, vyjednáváním a v krajní nouzi i tzv. omezením osobní svobody. Seskok do evakuačního zařízení je až poslední možnost záchrany osob. Je nutné kalkulovat s holým faktem, že ohroženým osobám skokem do seskokového zařízení pouze zvýšíme šanci na přežití.

Má diplomová práce mapuje typy seskokových zařízení využívaných u HZS ČR. Tato seskoková zařízení jsou určena pro hromadnou záchranu osob. Diplomová práce má ale specifitější zaměření a liší se tak v názvu zadání diplomové práce a řeší způsoby záchrany jednotlivců, sebevrahů.

V životě se řídím myšlenkou, že každý lidský život je jedinečný a každý z nás má hodnotu, která nelze ocenit, a která nemizí i při sebemenších psychických či fyzických problémech. V dnešní době se naše země nenachází ve složitých geopolitických podmínkách, kdy by nás akutně ohrožoval lidský terorismus v podobě sebevražedných atentátníků, mořských pirátů atd. Věřím, že jsme myšlenkově tak vyspělým národem, že u nás nehrozí žádný krvavý politický převrat, kdy by potlačením umíraly stovky lidí. Jsme národ, který již v minulosti několikrát světu dokázal, že nadnárodním problémům lze čelit i bez vzájemného ubližování na zdraví. Rovněž jsme i technicky vyspělá země a včasně zajišťujeme výměnu stárnoucí techniky za novější a bezpečnější. Dle mého názoru existuje malá pravděpodobnost, že by na našem území mohlo dojít k jejímu selhání s následkem úmrtí velkého množství osob. Proto si myslím, že by myšlenka záchrany lidského života jako jednotlivce neměla být opomíjena.

Má diplomová práce řeší druhou nejčastější příčinu usmrcení sebevrahů v České republice a to pád či seskok z výšky. Zkoumá možnost, která je netradiční a která se fyzikálním principem rozložení energie padajících osob liší od stávajících seskokových prostředků. Zabývá se záchranou osob seskokem či pádem do papírového kartonu. Zohledňuje vlastnosti papírového kartonu z pohledu ekonomického, praktického (systém sestavování) a také působení tohoto materiálu na lidský organismus. V první řadě diplomová práce zodpovídá základní otázku, zda je vůbec možné zachraňovat osoby seskokem do papírového kartonu.

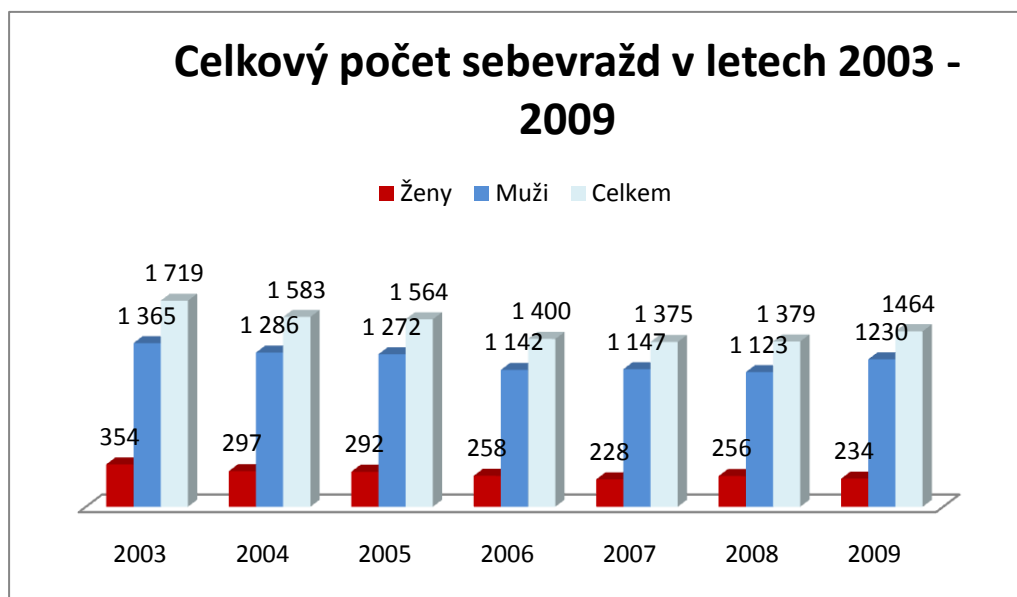
## 2. STATISTIKY SEBEVRAŽD

Pro potřeby mé diplomové práce jsem využil hodnoty ze statistiky sebevražd, se zaměřením na seskoky a pády z výšek. Zjišťoval jsem jejich počty a porovnával s ostatními typy pro ověření, jak často přistupují osoby v ČR právě k řešenému způsobu sebevraždy.

Základní statistika v období 2003-2008 byla vyhodnocena ČSU dne 17. 4. 2009 a statistika za rok 2009 byla dodatečně doplněna ze dne 1. 4. 2009. Rok 2009 nebyl ještě stále ČSU dořešen, chybí rozdělení na jednotlivé typy sebevražd.

Sebevražda je ve statických pojmech chápána jako úmyslné sebepoškozování. Z údajů, z let 2003 až 2009 je zřejmý nárůst sebevražd. Jejich zvyšující se počet je dán zatížením České republiky dlouhodobou nezaměstnaností, která roste díky vlivu celosvětové finanční krize.

*Graf č.1: Počty sebevražd letech 2003-2009*

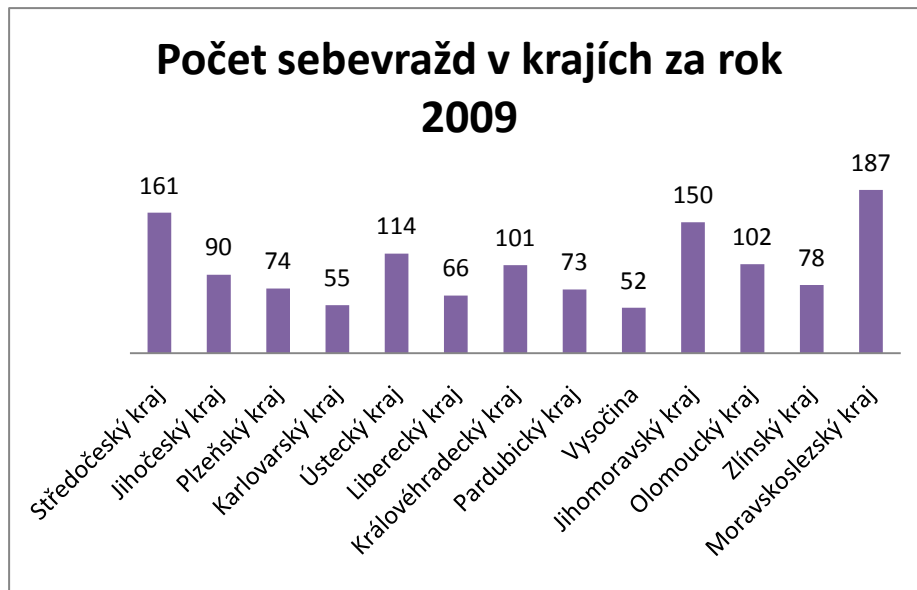


*Zdroj: <http://czso.cz/>, ze dne 18. 3. 2010.*

Psychologické studie mluví o tom, že nárůsty počtu sebevražd jsou svázány s obdobím zásadních změn. Bylo tomu například v třicátých letech 20. století v období ekonomické krize, na začátku 2. světové války nebo v období normalizace na přelomu 60. a 70. let minulého století.

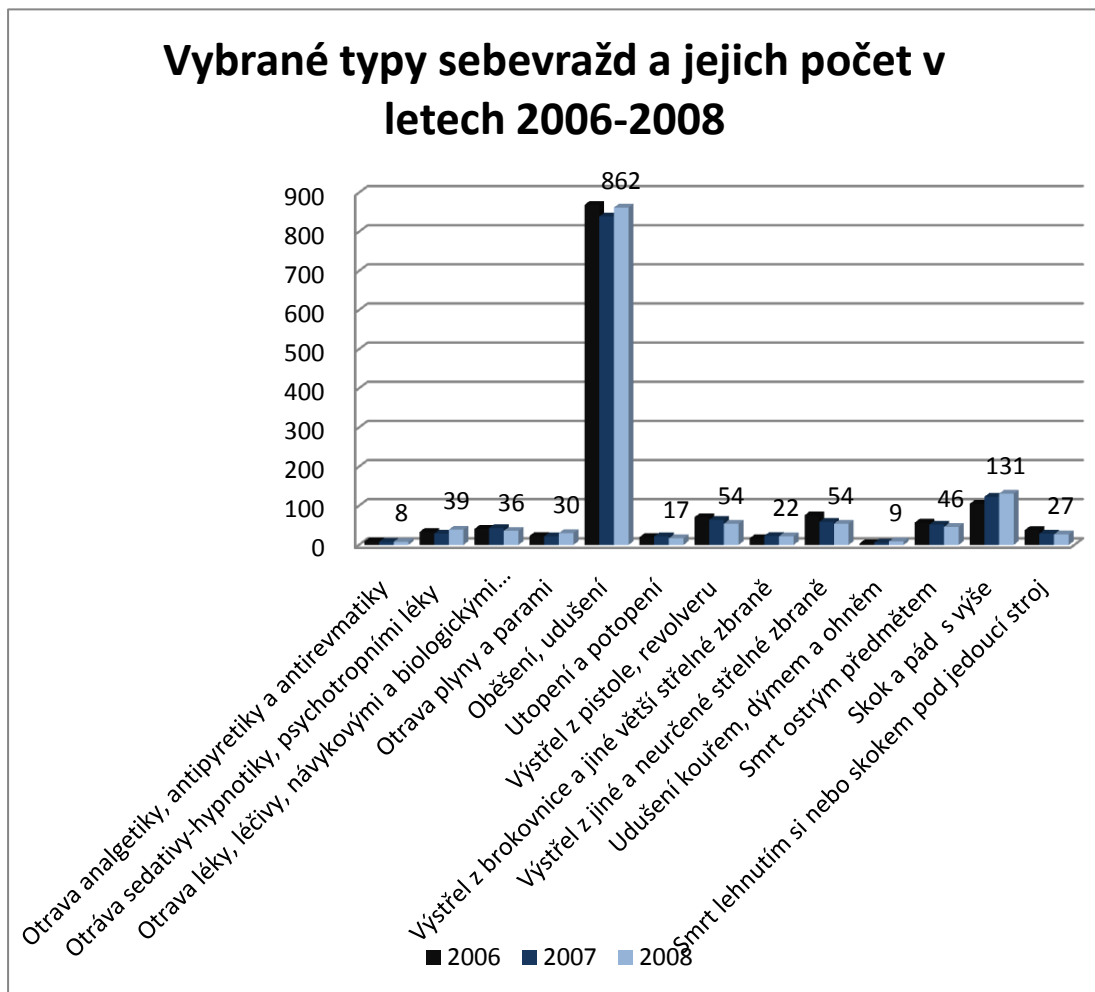
Mezi nejčastější faktory, které ovlivňují počty sebevražd, také patří dluhy a ztráta dítěte či partnera v osobním životě. Muži celkově jako "hlavy rodin" a převládající osoby v ředitelských a jiných výkonných funkcích konají sebevraždy až 4x častěji než ženy.

Graf č.2: Sebevraždy v jednotlivých krajích



Zdroj: <http://czso.cz/>, ze dne 18. 3. 2010.

Graf č. 3 : Nečastější typy sebevražd



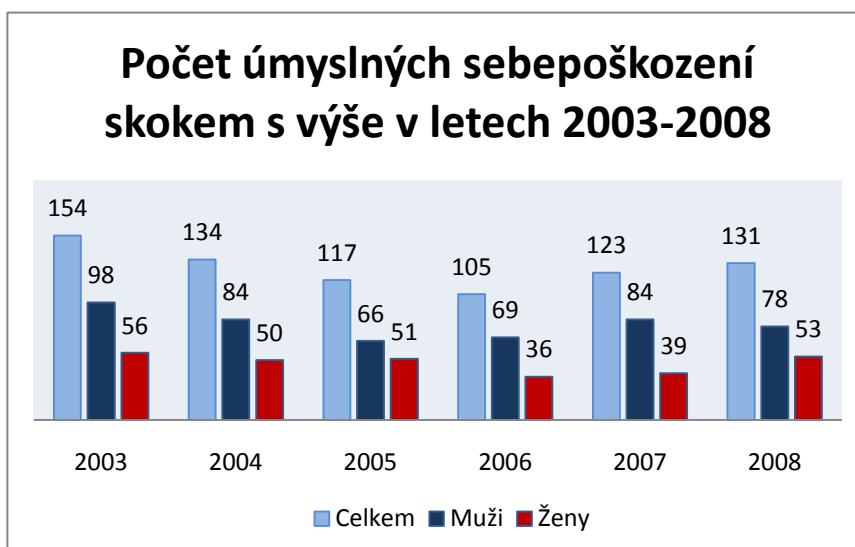
Zdroj: <http://czso.cz/>, ze dne 18. 3. 2010.



V počtu sebevražd uskutečněných v jednotlivých krajích je na prvním místě Moravskoslezský kraj. Je to jasný příklad výše zmiňovaných důvodů. Naopak nejméně sebevražd je na Vysočině. Působí zde ale také faktor množství obyvatel v daném kraji.

Nepřekonaným nejčastějším způsobem sebevraždy stále zůstává oběšení a udušení. Je to dáno u většiny osob strachem z výšek, pocitem nejméně bolestivého usmrcení, ale také například množstvím výškových budov a míst vhodných pro sebevraždu seskokem. Ta je až na druhém místě v pořadí.

**Graf č. 4 : Sebevraždy seskokem a pádem z výšky**



**Zdroj:** <http://czso.cz/>, ze dne 18. 3. 2010.

Opět je u seskoků z výšek stejné pořadí, jako je celkově v ČR. Muži skáčí nejčastěji. Zajímavé je, že množství sebevražd tohoto typu zůstává stále po 6 let ve stejném rozsahu 100 až 150 za rok. Nedochozí k žádným velkým výkyvům. Odhaduje se, že každoročně na Zemi zahyne při pádu z výšky asi 500 tisíc lidí. Nejčastější věk “skokanů“ se pohybuje od 40-60 let a dále nad 70 let života [16].

### 3. ZÁCHRANA OSOB Z VÝŠEK

Záchrana osob z výšek je náročnou činností, která vyžaduje značný teoretický rozhled, technickou zručnost a také praktické zkušenosti. Jen dobře odborně připravený hasič může tento typ zásahové činnosti provádět. Aby bylo možné řešit problematiku diplomové práce, je nutné proniknout do základních informací ohledně záchrany v těchto podmínkách.

#### 3.1 VÝŠKA

Pojem „výška“ je definován právním předpisem<sup>1</sup> takto: *„Za práci ve výšce a nad volnou hloubkou se považuje práce a pohyb pracovníka, při kterém je ohrožen pádem z výšky do hloubky, propadnutím nebo sesutím. Při této činnosti musí být pracovník zajištěn proti pádu“.*

V metodickém pokynu „Práce ve výškách a nad volnými hloubkami v podmínkách požární ochrany“<sup>2</sup> je dále uvedena definice pojmu: *„nebezpečná výška“*, která zní *„místo, kde musí být pracovník zajištěn prostředky osobního zajištění proti pádu, nad vodou nebo jinými látkami, kde hrozí nebezpečí poškození zdraví nezávisle od výšky a na ostatních pracovištích od výšky 1,5 m“.*

Nutné je také brát při práci ve výškách zřetel na tzv. **„Ohrožený prostor“**. Jedná se o prostor se zvýšeným úrazovým rizikem vyvolaným nebezpečím pádu předmětů z výšky. Tento fakt je nutné zohlednit právě při záchraně osob z výšky.

##### 3.1.1 Odolnost lidí k výškám

Výška je z pohledu odolnosti lidí pojem značně rozdílný. Někomu se zdá výška tři metrů maximum, které je schopen podstoupit, pro jiného není nic pohybovat se 100 m nad zemí. Strach z výšek je však pro všechny běžné lidi přirozený. Ten, kdo tvrdí, že se výšky nebojí, buď lže, nebo má pravdu a v takovém případě se jedná o značně nebezpečnou osobu, která ohrožuje nejen sebe, ale také okolí.

---

<sup>1</sup> Vyhláška ČÚBP č. 324/1990 Sb. Část devátá - Práce ve výškách a nad volnou hloubkou § 47 Základní ustanovení.

<sup>2</sup> Viz Sbírká pokynů náčelníka HS Sboru PO MV ČR č. 3/1991, ve znění Sbírký pokynů náčelníka HS Sboru PO MV ČR č. 6/1991.

Důvěra v technické prostředky („dále jen TP“), které při práci ve výškách nebo při záchraně osob z výšek používáme, má velký vliv na prováděnou činnost. Kvalita techniky, její bezvadný stav a znalost jejích technických možností vede ke zvýšené soustředěnosti hasičů při plnění úkolu.

## 3.2 SKOK A PÁD

Skok je brán jako nesamovolný pohyb člověka. Prováděný z místa nebo s rozběhem. Budeme dále v rámci sebevrahů uvažovat možnost odrazu z místa.

Pád je děj, který se jen stěží může jasně definovat. Pád je vlastně situace, která vznikne náhle. Většinou tak náhle, že si postižený vůbec nestačí vážnost situace uvědomit. V podstatě se rozhoduje mezi životem a smrtí. Pro záchranu se obvykle dá udělat velmi málo a většinou postižení ani nevědí, že by se vůbec něco dalo dělat.

### 3.2.1 Mechanismus pádu

Pád může být vyvolán<sup>3</sup> celou řadou objektivních, ale i subjektivních příčin. Mezi objektivní příčiny můžeme zařadit:

- a) **nepozornost** - zakopnutí, zachycení oděvu na hranici nebezpečné výšky, špatně zvolený kotevní bod, únava atd.
- b) **jiné selhání** - nepředpokládané přírodní jevy (vítr, náhlá námraza atd.), selhání techniky, materiálu, náhlé zdravotní problémy atd.
- c) **způsob sebevraždy** – pád z budov, mostů a také pád do volných hloubek

Jako subjektivní příčina se může projevit již zmíněný panický strach z výšky a pocit, že je člověk přitahován k zemi a následný pád.

### Rychlost při pádu

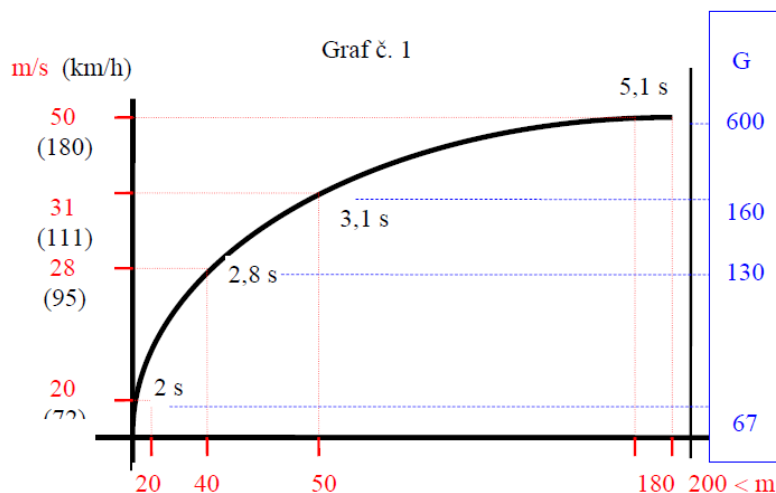
Aby bylo možné osvětlit otázku zranění organismu při pádu, je nutné zjistit, jakou rychlostí vlastně člověk padá. Pouhý výpočet tíhového zrychlení neukáže skutečnou rychlost padajícího člověka. Rychlost reálného pádu samozřejmě snižují různé předměty a nárazy padajícího o terén či konstrukce.

---

<sup>3</sup> Bojový řád jednotek PO, Metodický list č. 4/N

Při přemetu se pádová energie přeměňuje v energii rotačního pohybu a rychlost pádu se tak příslušně sníží. Při nárazech se část pádové energie přemění v ničivou práci, čili zlomeniny kostí, luxace kloubů a jiná zranění, což opět výslednou rychlost pádu redukuje. Lidské tělo sice samo o sobě neklade příliš velký odpor, ale po proletění asi 180 metrů dojde ke zbrzdění a stabilizaci rychlosti na cca 180 km.h<sup>-1</sup>

**Graf č.5: Závislost rychlosti padající osoby na výšce pádu**



**Zdroj:** <http://skolenihasicu.kvalitne.cz>, ze dne 27. 4. 2010.

Z grafu č. 1 je patrné jakou rychlostí, za jak dlouho a s jakým přetížením dopadne člověk z uvedených výšek. Vzhledem k uvažovanému odporu vzduchu jsou hodnoty pouze orientační.

### **Mechanismus zranění**

Zranění po pádu vznikají v důsledku mnohonásobného přetížení působícího na organismus. Jde vlastně o změnu hybnosti v impuls síly. Pro vznik poranění je rozhodující, jak jsou rozděleny a amortizovány síly při nárazu. Nejdříve dochází k deformaci těla. Jeho elasticita může být taková, že se od země odrazí, a pak je nacházíme i půl metru od místa prvního dopadu. Člověk je uzpůsoben k tomu, aby vydržel nemalé namáhání. Tak například obratle se lámou až při 20 G. Kostí, zejména dlouhé, mají svou buněčnou strukturu, jsou v nich obloukové pruhy kostní tkáň, jakési výztuže, probíhající ve směru největšího namáhání. Pružnost tkání, kostí a tuku, hraje rovněž důležitou roli při snížení intenzity poškození po nárazu. Meze pevnosti se překračují teprve po několika setinách sekundy, a pak se kosti

lámou, tkáně a vazy se trhají, praskají vnitřní orgány, může se například utrhnout srdce od cévní stopky, aorty, na které visí.

Častý důsledek smrti po pádu je špatně nebo vůbec nechráněná hlava. Lebeční kost je příliš tenká (na temeni u dospělého člověka 4-7 mm). Nebezpečný je také otřes mozku, který provází každý velký pád. Mnohdy dojde k dočasné ztrátě paměti, může být však také trvalá. Po pádu je nebezpečná rovněž skutečnost, že ne všechna zranění se projevují navenek. Často dojde k poškození vnitřních orgánů. S každým člověkem po těžkém pádu zacházíme velice šetrně a vždy předvídáme vnitřní zranění [7].

### **3.3 ROZDĚLENÍ ZPŮSOBŮ ZÁCHRANY**

Pro snazší orientaci v tak rozsáhlé problematice je nutné přistoupit k základnímu dělení záchrany osob z výšky. Toto rozdělení nám pomůže zejména při volbě správného způsobu záchrany.

*Podle množství osob:*

1. Rozdělení podle množství zachraňovaných osob.
  - a) záchrana jednotlivců (1 až 10 osob),
  - b) záchrana hromadná (10 a více osob).

*Podle způsobu provedení:*

2. Rozdělení záchrany z výšky podle základního způsobu provedení.
  - a) primární způsob záchrany (využití k tomuto účelu určených stavebních prvků jako únikové cesty všech typů, evakuační výtahy atd.),
  - b) sekundární způsob záchrany (záchrana technickými prostředky a metodami určenými pro improvizovaný způsob záchrany).
3. Rozdělení záchrany z výšky podle druhu události.
  - a) záchrana osob z výšky při požárech,
  - b) záchrana osob z výšky při jiných typech zásahu (sebevraždy),

#### **3.3.1 Způsoby záchrany sebevrahů**

1. Záchrana pomocí výškové techniky
  - a) samostatným sestupem osob po žebříku,

- b) spuštění pomoci pracovního výtahu (na AŽ s dostupnou výškou nad 37m),
- c) spuštění v koši,

Pro všechny používané typy výškové techniky platí obecné zásady jejich nasazení.

## 2. Záchrana pomocí lezecké techniky

Jde o využívání metod, znalostí a dovedností horolezců, speleologů a dalších složek, které vypracovaly precizní způsoby záchrany. Provedení záchrany pomocí lezecké techniky při dodržení bezpečnostních zásad lze označit za spolehlivé [3].

## 3. Záchrana pomocí dopadových technických prostředků

Tento typ záchrany je nejvíce zajímavý z hlediska diplomové práce a bude podrobně rozebrán v dalších částech práce.

### 3.3.2 Záchrana pomocí dopadových technických prostředků

Záchranu seskokem je potřebné chápat jako skutečně poslední reálnou šanci na zvýšení šance k přežití v kritických případech. VZ by měl k tomuto způsobu dojít až po vyčerpání všech ostatních možností. Jak bylo podotknuto v úvodu práce, ohroženým osobám skokem do seskokového zařízení pouze zvýšíme šanci na přežití.

Kinetická energie u seskokových zařízení držených hasiči je přenášena dílem na pružnost materiálu a dílem na organismus držících. To znamená, že prozatím hasiči nedisponují technikou, která by měla tzv. deformační zóny a vynechávala by se pružnost materiálu, jenž má za následky většinu zranění po dopadu. U podušek se pak tato energie přemění na průtokovou energii zásoby vzduchu vytlačovaného z komor. Je tedy i při dopadu do tohoto typu zařízení určitý odpor v závislosti na hmotnosti těla a velikosti otvorů v podušce.

### 3.3.3 Vybrané případy zranění při záchraně osob seskokem<sup>4</sup>

Pro důkaz nebezpečnosti a nedokonalosti záchrany osob seskokem do seskokového zařízení uvádím stručný popis některých nehod, které se udály v posledních pěti letech v Evropě:

---

<sup>4</sup> GR HZS ČR, Konspekt odborné přípravy – Záchrana osob, 7.1 Nebezpečí a očekávané zvláštnosti

- V Düsseldorfu (SRN) se zřítily zmatená žena na hasiče ze záchytného družstva a způsobila mu těžká zranění;
- Ve Wuppertalu (SRN) narazil muž (90 kg) při skoku ze 13,5 m (přes drženou plachtu) až na zem a svým zraněním podlehl. Došlo k protržení plachty. Jeden hasič utrpěl natržení svalu a roztržení kostí v pravém kolením kloubu, ostatní hasiči měli natržené šlachy na pažích;
- V Düsseldorfu (SRN) seskočil muž do dosud nepřipravené matrace z výšky druhého poschodí, utrpěl těžká zranění;
- V Lodzi (Polsko) došlo k zoufalému skoku dvou osob z výšky 14. poschodí do nafukovací podušky. První osoba prorazila jednu z komor a vyvázla s těžkými zraněními, druhá osoba, jež skočila, na místě zemřela;
- Ve Wuppertalu (SRN) se při cvičném skoku zranil hasič tak, že musel být předčasně vyřazen ze služby [6].

### **3.4 VOLBA SPRÁVNÉHO ZPŮSOBU ZÁCHRANY**

Určit rychle správný způsob záchrany není snadné. Je nutné brát zřetel na mnoho okolností (počet ohrožených osob, míra jejich ohrožení, přístup k nim atd.). Při zásahu může nastat nepřehledné množství různých situací, je však nezbytné znát alespoň situace, které můžeme nazvat standardními.

#### **3.4.1 Úloha ohlašovny požárů**

Svou důležitou roli v otázce záchrany osob z výšky sehrává již operační středisko (dále jen „OPIS“) nebo ohlašovna požárů, která zprávu o události přebírá. Není vždy jednoduché od volajícího zjistit všechny potřebné informace, důležité zejména pro vyslání příslušných jednotek PO na místo zásahu, dále pro volbu potřebné techniky a TP, nutných k provedení záchrany osob, případně k vyrozumění součinnostních složek v rámci IZS (lezecké skupiny, leteckou službu, atd.).

Při přebírání tísňové zprávy podle platného předpisu<sup>5</sup> se ve vztahu k záchraně osob z výšky obsluha operačního střediska (ohlašovny požárů) snaží zjistit následující informace v případě, že se jedná:

---

<sup>5</sup> Bojový řád jednotek PO, Metodický list č. 2/O

- a) o požár objektu nebo počet podlaží (z tohoto údaje již můžeme předpokládat počet případně ohrožených osob, volit správnou techniku, zejména výškovou atd.),
- b) jsou-li vidět bezprostředně ohrožené osoby (na balkónech, parapetech, střeších atd.).

Podle získaných informací o množství ohrožených osob je nezbytné vyhlásit příslušný stupeň poplachu<sup>6</sup>, aby již v počátku byl na místě dostatek sil a prostředků k provádění okamžité záchrany z výšky. Pro připomenutí uvedme, že:

- a) I. Stupeň - „malý případ“, se vyhláší, pokud jsou ohroženy jednotlivé osoby (požár rodinného domku, záchrana sebevrahů),
- b) II. Stupeň - „střední případ“, je vyhlášován, jestliže jsou ohroženy desítky osob (požár v panelovém domě atd.),
- c) III. Stupeň - „velký případ“, se vyhláší při ohrožení stovek osob (obchodní centra, nemocnice, divadla atd.).

V případě, že jde o záchranu z výšky a nejedná se o požár, je potřebné pro další rychlé provedení zásahu zjistit:

- a) jakému jsou ohrožené osoby vystaveny nebezpečí (pádu z výšky, do hloubky apod.),
- b) druh stavby, konstrukce nebo jiné místo, na kterém se ohrožené osoby nachází (stožár vysokého napětí, most atd.), a poloha těchto osob (visí, sedí, leží, jsou nebo nejsou zajištěny apod.),
- c) přístupnost místa pro výškovou techniku,
- d) zdravotní stav ohrožených (při vědomí, v bezvědomí, jiná zranění).

---

<sup>6</sup> Sbíрка pokynů vrchního požárního rady ČR č. 11/1995, Postup při zpracování požárního poplachového plánu, čl. 2 Stupně požárního poplachu.



## **4. TEORETICKÉ ŘEŠENÍ SITUACE PŘI ZÁCHRANĚ SEBEVRAHŮ JEDNOTKAMI IZS**

Podle českého právního řádu sebevražda ani příprava k ní nejsou trestným činem ani přestupkem, takže veškeré zákroky k potencionálnímu sebevrahovi je nutné vést buď jako k osobě nemocné (důvodné podezření na duševní nemoc nebo intoxikaci psychoaktivními látkami), případně jako k osobě, která svým jednáním ohrožuje svůj život, život či zdraví jiných osob nebo majetek [6].

### **4.1 CHARAKTER SITUACE**

Osoba nebo osoby demonstrují úmysl spáchat sebevraždu (suicidium). Při pokusu o sebevraždu nebo jejím dokonání dojde ke zranění nebo usmrcení této osoby. Možnost, že vznikne újma na životě, zdraví nebo majetku jiným nezúčastněným osobám, lze s velkou pravděpodobností vyloučit.

Po nahlášení události informuje OPIS nejbližší stanici PČR a ta je povinna ověřit situaci na místě. Po ověření OPIS vysílá do daného místa jednotku HZS a např. lezeckou skupinu, AP, nebo AŽ s potřebnými technickými prostředky (v AP a AŽ bývají uloženy evakuační prostředky). Zároveň je do místa sebevrahova seskoku vyslána RZS a je kontaktován psycholog, který také míří do místa události. Po příjezdu k místu zásahu rozhoduje velitel zásahu o dalším postupu jednotky a techniky a koordinuje činnost s PČR.

### **4.2 VELITEL ZÁSAHU**

Velitelem zásahu je příslušník Policie ČR. Do příjezdu Policie ČR řídí součinnost složek IZS vedoucí lékař zdravotnické záchranné služby nebo velitel jednotky požární ochrany. Velitel zásahu na místě může zřídit štáb velitele zásahu, do kterého určí:

- vyjednaváče Policie ČR (Závazný pokyn policejního prezidenta č. 132/2003). Vyjednaváč provádí suicidální intervenci nebo je koordinátorem vyjednávacího týmu, pokud situace vyžaduje přítomnost celého týmu,
- velitele jednotky požární ochrany,
- lékaře ZZS,
- další zástupce složek IZS, ze kterých vytvoří dokumentační skupinu,
- další právnické nebo fyzické osoby potřebné k řešení mimořádné události.

### 4.3 POSTUP VELITELE ZÁSAHU<sup>7</sup>

Velitel té složky IZS, která se dostaví na místo zásahu jako první, odpovídá za provedení prvotních nezbytných úkonů na místě události. V případě, že se na místo události dostaví další složky IZS stává se, není-li na místě rozhodnuto jinak, velitelem zásahu, a to do doby převzetí řízení zásahu příslušníkem Policie ČR.

1. Vyhodnotí oznámení a následně
  - a) při jízdě na místo události požaduje od příslušného operačního střediska dostupné údaje a jsou-li známé i případné změny ve vývoji situace,
  - b) při příjezdu na místo události svolá přítomné velitele (vedoucí) složek IZS, vyžádá si informace o dosavadním průběhu zásahu a stanoví taktiku dalšího postupu,
  - e) vyžádá si vyjednavče Policie ČR. Současně si vyžádá potvrzení jeho dostupnosti včetně předpokládané doby příjezdu,
2. Stanoví prostor, ze kterého budou evakuovány osoby, kterým hrozí případná újma na životě nebo zdraví (nebezpečnou zónu) a prostor, ze kterého budou vykázány nepovolané osoby (vnější zóna), včetně způsobu provedení a zajištění uzávěry.
3. Po konzultaci s vedoucími zúčastněných složek IZS rozhodne o provedení
  - a) technického zabezpečení zásahu (např. spojení, osvětlení atd.),
  - b) přípravy na záchranné a likvidační práce (např. instalace záchranné matrace v dopadové ploše, připravenost výškové techniky apod.),
4. Zajistí po konzultaci s vedoucím lékařem ZZS případný převoz zraněné osoby do zdravotnického zařízení k ošetření a předání osoby do ústavní péče.
5. Zajistí navázání komunikace s osobou se sebevražednými úmysly
  - a) za pomoci vyjednavče,
  - b) není-li k dispozici, za pomoci na místě příslušného lékaře, případně jiné vhodné osoby (např. hasiče s lezeckým výcvikem) jako řešení s cílem zklidnit situaci na místě.
6. Uloží zabezpečit podmínky pro práci vyjednavče nebo lékaře, zejména zajištění jeho bezpečnosti, např. proti pádu z výšky v případě nedostupnosti místa vyjednávání za pomoci hasiče.

---

<sup>7</sup> Katalogový soubor typové činnosti STČ – 02/IZS, Demonstrování úmyslu sebevraždy

7. Zabezpečí samostatné, nikým nerušené nepřetržité spojení s vyjednavatelem.
8. Pokud vyjednavatel požaduje pro osobu se sebevražednými úmysly rozhovor nebo kontakt s jinou osobou, požádá územně příslušné Operační středisko Policie ČR o kontaktování a případnou dopravu této osoby na místo zásahu.
9. Organizuje záchranné práce podle průběhu vyjednávání.
10. V případě úspěchu vyjednávání
  - A. Zváží vhodný způsob omezení osobní svobody osoby a v případě nutnosti rozhodne o provedení tohoto opatření (po konzultaci s vyjednavatelem a lékařem).
    - a) předá osobu lékaři ZZS k prevozu do
      - zdravotnického zařízení,
      - příslušného zdravotnického zařízení s ústavní péčí a zásah ukončí.
    - b) předá osobu příslušníkům Policie ČR k dalšímu opatření a zásah ukončí.
  - B. Propustí osobu a zásah ukončí.

#### **4.4 ZPŮSOB JEDNÁNÍ SE SEBEVRAHEM**

V zásadě se nikdy nejedná tak, že by dotyčný psycholog nebo první osoba v kontaktu se sebevrahem spoléhala na seskok sebevraha do matrace či podušky. Vždy je vhodnější situaci vyřešit bezbolestnou cestou.

Při prvním kontaktu se snaží daný záchranář dodržovat určitá pravidla, která jsou obecně platná:

- 1) Klidným hlasem zřetelně, pomalu a jednoduše oslovuje osobu a zeptá se na její úmysly.
- 2) Nechá osobu hovořit o čem chce. O ničem ji nepřesvědčuje. Mluví co nejméně. Důležité je poslouchat. Jednání by situaci nemělo zhoršovat.
- 3) Řídí se svými pocity a rozumem. Získává čas do příjezdu policejního vyjednavatele.
- 4) Nepřibližuje se k ozbrojené osobě.
- 5) Myslí na svoji bezpečnost a jistě. Nesnaží se za každou cenu chytat osobu nad volnou hloubkou proti její vůli a bez vlastního zajištění.
- 6) Vyjednávání lze postupně s ohledem na situaci doplnit opatřeními k překažení sebevražedného úmyslu, např. zajištěním osoby proti pádu, instalací matrace na předpokládané dopadové ploše apod.

## 4.5 ÚKOLY A ČINNOSTI SIL A PROSTŘEDKŮ JPO<sup>7</sup>

Do příjezdu Policie ČR, která převezme řízení společného zásahu složek integrovaného záchranného systému, velitel jednotky požární ochrany s právem přednostního velení (dále jen „velitel jednotek PO“) zajistí:

1. Uzavření místa zásahu a pokusí se od přítomných osob zjistit předchozí chování osoby, která hodlá spáchat sebevraždu.
2. Navázání kontaktu s osobou se sebevražednými úmysly a zahájení klidné komunikace s touto osobou,
3. Bezpečný přístup lékaře ZZS k osobě se sebevražednými úmysly, pokud je přítomen na místě a zdá se být k navázání dialogu vhodnější.
4. Přípravu na záchranné práce během dialogu s osobou a mimo její dohled (rozvinutí seskokové matrace, podušky či plachty).
5. Předání osoby se sebevražedným úmyslem zdravotnické záchranné službě nebo Policii ČR i za cenu dočasného omezení její svobody, pokud osoba upustí od sebevražedného úmyslu nebo se podaří jí v provedení pokusu o sebevraždu zabránit.
6. Provedení záchranných prací (např. rychlé uhašení, vytažení z vody apod.) pokud osoba uskuteční sebevražedný pokus nebo se jí pokus o sebevraždu nepodaří a předání osoby ZZS.

Pokud osoba dokoná rozšířenou sebevraždu a je nutno provádět výhradně záchranné a likvidační práce, velitel jednotky PO se stává velitelem zásahu po předání Policií ČR a zabezpečí neodkladné provedení záchranných a likvidačních prací.

Pokud je sebevražda dokonána, zváží velitel jednotek PO potřebnost posttraumatické intervenční péče zasahujícími příslušníky, vzhledem k traumatizujícím událostem.

### 4.5.1 Úkoly jednotek PO po příjezdu Policie ČR

1. Předání velení u zásahu Policii ČR.
2. Zabezpečení bezpečného přístupu vyjednavče k osobě se sebevražednými úmysly (např. jištění lanem apod.).
3. Podílení se na činnosti dokumentační skupiny ustanovené velitelem zásahu.

---

<sup>7</sup> Katalogový soubor typové činnosti STČ – 02/IZS, Demonstrování úmyslu sebevraždy

4. Provádění záchranných prací podle požadavků velitele zásahu a místních podmínek a provedení odpovídajících likvidačních prací na místě zásahu.

#### **4.5.2 Nasazované síly a prostředky jednotek PO**

- a) 1-2 družstva s CAS s prostředky pro záchranu nebo evakuaci osob s ohledem na místní podmínky [13],

Pro případ hrozby sebevraždou skokem z výšky může velitel přítomné jednotky PO podle situace na místě dále povolat:

- lezeckou skupinu nebo družstvo,
- automobilový žebřík nebo automobilovou plošinu,
- technický automobil se záchrannou matrací,
- prostředky pro práci na vodě a skupinu potápěčů u skoků do vody,

Výběr místa nasazení matrace se v první řadě řídí podle možností na místě zásahu a skutečností z toho vyplývajících. Ustavení by mělo proběhnout na volné ploše mimo dosah ostrých nebo bodajících předmětů. Záchranná matrace musí být chráněna před silným účinkem teploty. Přesnou polohu ustavení záchranné matrace určí velitel zásahu.

Záchranná matrace se použije, jen pokud je použití jiné možné záchrany vyloučeno (např.: automobilového žebříku) nebo je-li použití záchranné matrace z časových důvodů nutné. Možnost zranění při použití záchranné matrace není v každém případě vyloučeno!

- b) další síly a prostředky podle požadavků velitele zásahu při hrozbě nebo uskutečnění rozšířené sebevraždy.

#### **4.6 ČASOVÉ VYMEZENÍ SPOLEČNÉHO ZÁSAHU JEDNOTEK IZS**

Za ukončení společného zásahu složek IZS je považován okamžik:

- kdy osoba upustí od svého jednání nebo při pokusu o sebevraždu dojde k jejímu zranění a je předána do péče zdravotnické záchranné služby,
- při pokusu o sebevraždu dojde k usmrcení této osoby a je provedeno ohledání místa činu (při této činnosti mohou být využity na místě příslušné síly a prostředky jednotek požární ochrany (např. specialisté hasiči-lezci, výšková technika apod.),

- jsou ukončeny záchranné a likvidační práce v případě, že při pokusu o sebevraždu vznikla újma na životě, zdraví nebo majetku jiným nezúčastněným osobám a je provedeno ohledání místa činu,
- jsou ukončeny záchranné a likvidační práce po uskutečněné rozšířené sebevraždě a je provedeno ohledání místa činu.

O ukončení společného zásahu vždy rozhodne velitel zásahu.

## 5. PRAXE A KONKRÉTNÍ PŘÍPADY ZÁCHRANY SEBEVRAHŮ

Jednotka hasičského sboru bývá u místa seskoku sebevraha druhá v pořadí po PČR která událost nahlásila nebo ověřila. Psycholog je na místě události do 1 hodiny. Při zjišťování informací ze zásahů na danou problematiku bylo zjištěno, že se v určitých případech psycholog nestihl dostavit vůbec.

Ve většině případů si sebevrah vybírá nesnadno dostupná místa k seskoku, jako jsou stožáry, balkóny, střechy budov atd. V takový moment jednotka HZS jedná jako první s danou osobou. Například jsem se dozvěděl o případu úspěšné záchrany bez přítomnosti psychologa ze dne 13. 5. 2008 v areálu automobilky Škoda, kdy jednotka zasahovala na špičce komína. Zajištění sebevraha, je tedy vyhodnoceno jako hlavní úloha HZS, tzn. sestavení potřebné jednotky pro zajištění sebevraha a rozestavení technických prostředků jako je matrace, plachta a poduška.

Vzhledem k tomu, že při výcviku je zakázáno provádět cvičné skoky do matrací a plachet díky nebezpečnosti (plachty) a cenové náročnosti (matrace a podušky), nelze takovou činnost prakticky secvičit a předem na ni jednotku připravit.

- Vzniklá tak velké riziko
- pádu zachraňovaného na hasiče,
  - zranění hasičů po zachycení skoku,
  - zranění zachr. osob po dopadu.

Trénink na seskokových prostředcích se také neprovádí z důvodu jejich nedokonalosti. Z níže uvedené fotografické sekvence, je patrné, že dopadající osoba do matrace nedopadla přímo na střed, ale na nestabilní kraj, který uvedl matraci do pohybu a tím zmenšil možnost akumulace energie padající osoby. Video pochází z Čínské lidové republiky, což je velice zajímavé s ohledem na soudobý tvrdý přístup čínské vlády k svým občanům.

Tento video záznam je také velice poučný ve využití hasební vody k ztlumení odrazu sebevraha. Osoba se snaží odrazit od parapetu okna a přeskočit tak připravovanou záchrannou seskokovou matraci. Hasičská jednotka v koši AP úspěšně tlumí tento pokus proudem vody mířený na sebevraha. Celé drama se odehrává v 21 sekundách, od chvíle objevení sebevraha v okně [17].

**Obr. č.1: Záchrana sebevraha v Číně, “uklouznutí“ sebevraha po seskokové matraci**



**Zdroj: [http://www.zkouknito.cz/video\\_37282\\_jak-sundad-sebevraha-po-cinsku](http://www.zkouknito.cz/video_37282_jak-sundad-sebevraha-po-cinsku),  
ze dne: 21. 4. 2010.**

Další video sekvence pochází z Ruské federace a demonstruje prakticky “běžný typ sebevraždy“, kdy postarší osoba zřejmě tělesně indisponovaná - se sníženou možností pohybu, se rozhodla ukončit svůj život skokem z balkónu svého bytu [18]. Věk by odpovídal největší skupině “skokanů“. Nejedná se o skok z velké výšky, tím pádem ani o technicky náročnou záchranu.

**Obr. č.2: Neúspěšná záchrana sebevraha v Rusku, nepřítomnost seskokového prostředku**



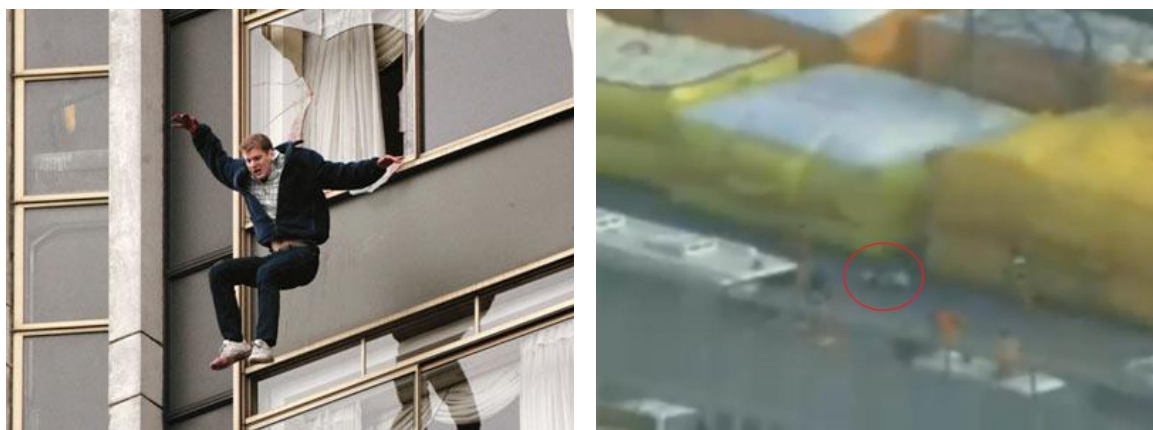
**Zdroj: <http://www.zkouknito.cz/video-zachrana-sebevraha-se-nedari?m=6516fc8ca5>, ze dne  
21. 4. 2010.**



Osoba byla jedním záchranářem zajištěna za zábradlím balkónu. Zarážející je okolnost velké časové prodlevy od chvíle zajištění osoby až do jejího samotného odpoutání, která činí cca 20 minut. Také velkou roli hraje nečinnost přihlížejících záchranářů.

Tento typický případ skákající osoby z menší výšky, z balkónu svého bytu je velice častý. Jedná se tedy o případ, kdy by řešený jednoduchý kartonový systém s malým rizikem osobu při pádu zachránil.

***Obr. č.3: Případy nevyužitelnosti evakuačních technických prostředků - vlevo náhlý skok, vpravo dopad mimo podušky***



***Zdroj: [www.youtube.com](http://www.youtube.com), ze dne 21. 4. 2010.***

V některých případech je ale celá událost v tak rychlém časovém sledu, že není možný žádný způsob záchrany. Jedná se o případy, kdy se prudkou reakcí z klidové polohy osoba například rozběhne a proskočí oknem, jak je tomu na obrázku vlevo výše. Jedna se o náhlý myšlenkový sled, kdy osoba i půl hodinu před událostí netušila, že sebevraždu vykoná. Jsou také případy, kdy ani záchranný seskokový prvek není efektivní. Opět obrázek výše v pravo naznačuje, že soba doslova přeletěla 6 dopadových podušek. Jsou to extrémní důkazy nepoužitelnosti záchranného seskokového systému.

## **6. STÁVAJÍCÍ PROSTŘEDKY PRO ZÁCHRANU OSOB Z VÝŠEK U VYBRANÝCH KRAJŮ HZS ČR**

Zhodnocení stávajících seskokových prostředků je nutno provést z hlediska analýzy jakým způsobem přistupují k záchraně osob jednotlivé vybrané kraje. Tyto údaje budou dále využity například pro řešení rozměrů zamýšleného seskokového prostředku. Je nutné podotknout, že celkový přehled v ČR neexistuje, každý kraj si tento typ vybavení pořizuje individuálně. Pojem vybrané kraje zahrnuje pouze ty kraje, které byly ochotny spolupracovat a poskytnout informace z hlediska poskytnutí údajů o využití seskokových prostředků. Údaje poskytlo 9 ze stávajících 14 krajů ČR a to Hl. m. Praha, Středočeský, Ústecký, Karlovarský, Plzeňský, Jihočeský, Jihomoravský, Zlínský, a Moravskoslezský kraj [21].

Jako stávající prostředky pro záchranu osob z výšky lze uvažovat:

- Záchranné seskokové matrace
- Dopadové nafukovací podušky
- Záchranné seskokové plachty
- Záchranné evakuační rukávy (vertikální, spirálové)
- Záchranné tunely

Všechny tyto prvky patří společně se záchranným polyamidovým lanem, nosítky, výstrojí pro práci ve výškách a nad volnou hloubkou a prostředky pro práci s nebezpečnými látkami a pro dekontaminaci do takzvaného záchranného příslušenství [1].

### **6.1 ZÁCHRANNÉ SESKOKOVÉ MATRACE**

Obecně lze říci, že záchranná seskoková matrace je nouzový prostředek k zachycení padajících nebo skákajících osob. Záchytná výška je dána typem matrace. Jedná se o prostředek s možností opětovného použití, s vícenásobnými seskoky v daný moment. Jsou nejvyužívanějším seskokovým prostředkem. Bývají konstruovány dle soudobých technických znalostí, bezpečnostních norem a pravidel. Maximální výška k využití matrací je 40 metrů.

## ZÁCHRANNÁ MATRACE VETTER SP 25

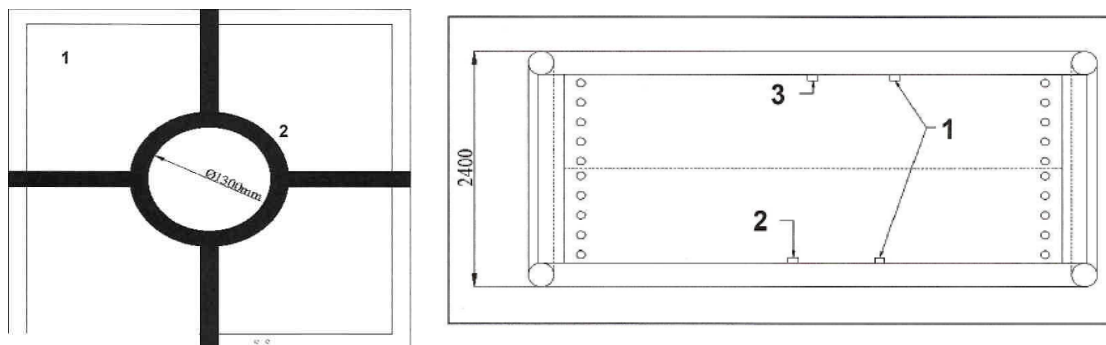
Tento typ matrace je využíván v Hl. m. Praha. VETTER záchranná matrace se skládá ze samonosné nafukovací trubicové konstrukce. Označení SP 25 udává maximální záchytnou výšku a to 25 m. Trubicová konstrukce je vyrobena z pevné látky povrstvené neoprenem. Venkovní plachta je z nehořlavého, tepelnému záření odolného materiálu. Otevřením ventilu na tlakové láhvi, umístěné na samonosné konstrukci se nafoukne na max. tlak 0,5 baru. Zabudovaný pojistný ventil zamezí přefouknutí a nedovolenému vzestupu tlaku z důvodu teplotních vlivů.

*Obr. č.4: Záchraná matrace VETTER typ SP 25*

*Zdroj: [www.fireproductsearch.com](http://www.fireproductsearch.com), ze dne 19. 4. 2010.*

Záchraná matrace se ustaví v průběhu max. 66 vteřin. Teprve když se záchranná matrace úplně ustaví, je připravena k použití. Po nárazu zátěže se podpěry ohnou směrem do vnitřního prostoru. Po odlehčení se samonosná konstrukce vrátí sama opět do své původní formy. Po několikeré změně zátěže je možné, že dojde k malému odpuštění vzduchu přes pojistný ventil. Vyrovnaní je možné provést také krátkým otevřením ventilu na tlakové láhvi.

*Obr. č.5: Dopadová plocha a čelní pohled na matraci*



*Zdroj: [www.fireproductsearch.com](http://www.fireproductsearch.com), ze dne 19. 4. 2010.*

Z obrázku č.2 vlevo, je bodem 1. označena doskoková plocha, bodem 2. poskoková plocha. V pravé části obrázku bod 1. značí odvětrávací ventily, bod 2. plnicí vstup a bod 3. bezpečnostní ventil. Matrace je vytvořena dle platných technických norem EN ISO 12100 a DIN 14151. Životnost je 15 let.

**Tabulka č.1 - Technické parametry matrace VETTER**

Venkovní rozměry cca.:	4.600 x 4.600 mm
Výška cca.:	2.400 mm
Povolený pracovní tlak:	0,5 baru
Jmenovitý objem:	1.493 litrů
Spotřeba vzduchu:	2.240 litrů
Doba plnění:	60 vteřin
Váha, včetně tlakové láhve, max.:	94 kg
Rozměry, složené (DxŠxV), max.: mm	1.100x630x450
Rozsah pracovních teplot:	-20 / +50 °C

Zdroj: [www.fireproductsearch.com](http://www.fireproductsearch.com), ze dne 19. 4. 2010.

### ZÁCHRANNÁ MATRACE LORSBACH SP 23 (velikost 2, Typ 1)

Seskoková matrace umožňuje záchranu osob z výšky max. 23 metrů (dle DIN 14151, díl 3). Je vyrobena z vysokopevnostního materiálu odolného proti protržení. Seskoková matrace je uprostřed rozdělena vodorovnou dělicí stěnou na dvě nad sebou ležící komory. Povrchová úprava je odolná vůči požáru. Nafukování vzduchem z tlakové láhve 300 bar je možné provést do jedné minuty. Samosrovnávací schopnost po každém seskoku do cca 20 s.

**Obr. č.6: Záchranná matrace LORSBACH SP 23**



Zdroj: [www.hzsmsk.cz](http://www.hzsmsk.cz), [www.fireproductsearch.com](http://www.fireproductsearch.com), ze dne 19. 4. 2010.

Technické parametry:

- možnost rozložení např. přes obrubník nebo kamenitý terén,
- půdorysné rozměry v nafouknutém stavu (pro zásah) 4,5 x 4,5 m, výška 2,4 metrů,
- průměr dopadové plochy cca 3 m,
- rozměry ve složeném stavu délka 1,25 m, šířka 0,65 m, výška 0,5 m,
- nepromokavý pevný obal se dvěma uchy na delších stranách umožňující přenášení,
- hmotnost včetně tlakové láhve cca 95 kg,
- teplotní rozsah použití matrace -20°C - +50°C.

Tento typ matrace využívá Jihomoravský i Plzeňský kraj. Bývá uložena v AZ. Seskoková matrace musí být pravidelně po každém použití podrobena vzhledové a funkční kontrole. Hlavní přezkoušení se provádí v letech 5, 8 a 10 u výrobce (stojí to cca 600 – 800 euro). Životnost matrace SP 23 je omezena na přibližně 12 let.

### **ZÁCHRANNÁ MATRACE LORSBACH SP 40**

Seskoková matrace SP 40 je matrace velikosti 3 a je určena výlučně pro nasazení u jednotek požární ochrany. Slouží k zachycení padajících nebo skákajících osob. Přídavné vybavení tvoří 5 kusů šestilitrových vzduchových lahví, které jsou potřebné k plnění, případně doplňování, vzduchu po pádu.

**Tabulka č.2 - Základní takticko-technické údaje**

délka	8 500 mm
šířka	8 500 mm
výška	3 700 mm
rozměry v zabaleném stavu	1 700 x 950 x 750 mm
celková hmotnost	250 kg
max.výška záchrany	40 m
doba plnění	2 min
potřebná plocha	8 800 x 8 800 mm
obsluha	4 osoby

**Zdroj: <http://www.brigadyr.net>, ze dne 20. 4. 2010.**

Maximální výška záchrany je 40 m. Životnost matrace SP 40 je omezena na přibližně 15 let. Revize SP 40 se provádí v letech 1 - 4, 6,7,9,11,12 a 14 na autorizovaném místě (HS č.1 Ostrava Zábřeh). Konstrukční provedení je shodné se seskokovou matrací SP 23. Po otevření ventilu na tlakové láhvi je seskoková matrace rozložena a připravena k použití nejdéle od 120 sekund.

***Obr. č.7: Seskoková matrace LORSBACH SP 40***



***Zdroj: <http://www.brigadyr.net>, ze dne 20. 4. 2010.***

Oba typy seskokových matrací SP 23 i SP 40 systému Lorsbach jsou založeny na stejném principu. Při vstoupení a pádu tělesa do seskokové matrace, se kostra deformuje, vnitřní objem komor se zmenší a vzduch, nacházející se uvnitř uniká. Vlivem zvýšení vnitřního tlaku a deformace proudí vzduch z otvorů. Kinetická energie padajícího tělesa se mění na energii unikajícího vzduchu z komor a deformační práci kostry. Propojením horního a spodního rámu osmi sloupy je dosaženo stabilního odlehčení, které způsobuje, že při pádu tělesa do bíle označené plochy působí deformace kostry směrem ke středu seskokové matrace. Tím je také zabráněno, že těleso sklouzne směrem ke středu seskokové matrace a je vtaženo jako do nálevky. Po odstranění břemene se seskoková matrace sama působením pružné kostry postaví a je opět cca za 30 sekund připravena k novému použití. Doplnění vzduchu není zapotřebí, pokud se matrace sama vrací do původního tvaru. Pokud k automatickému srovnání do původní polohy nedochází, musí obsluha tahem za madlo nevrátivšího se rohu pomoci správnému narovnání.

Tento typ matrace využívá hasičský sbor pouze v Moravskoslezském kraji.



### **6.1.1 Nevýhody záchranných seskokových matrací**

Základní nevýhodou záchranných seskokových matrací je jejich pořizovací hodnota, která se pohybuje od 200 tis. do 1 mil. korun. Náklady vložené do pořízení ale nejsou konečné, je nutné platit také revize matrace prověřenou osobou s certifikátem, která je proškolená výrobcem. To je velmi důležitý aspekt vzhledem k četnosti využití tohoto technického prostředku.

Z technických nevýhod to může být nestabilita na povrchu. Kvůli předešlému seskoku se může poloha záchranné matrace posunout. Seskokovou matrací je třeba v tomto případě znovu ustavit. Také vzniká možnost narušení matrace ostrými předměty. Záchranná matrace je konstruována jen pro vertikální seskoky. Nikdy se nesmí používat pro záchranu osob při bočních seskocích nebo u seskoků pod různým úhlem.

Velký vliv na matrace mají také teploty ovzduší. Dle zkušeností musí být matrace chráněny před účinky vysokých teplot a při dlouhodobém působení slunce.

S ohledem na sestavení matrace je celkový postup “náročnější” vzhledem k možnému řešení diplomové práce. Je tím zamýšleno celkové rozbalení, využívání a složení matrace, kontrolování tlaku v matraci, tlaku v lahvích, doplňování lahví atd.

V technických návodech a příručkách k matracím je zmiňován i takzvaný trampolínový efekt. Jde o jistý odpor po dopadu tělesa do záchranné matrace, kdy není zcela energie tělesa převedena na energii unikajícího vzduchu a kde tato část energie působí jako protireakce, kdy dochází k zpětnému odražení tělesa. Při tomto nežádoucím efektu může dojít i k vážným zraněním (zlomeninám).

## **6.2 DOPADOVÉ NAFUKOVACÍ PODUŠKY**

U dopadových nafukovacích podušek byl odvozen vývoj ze záchranných matrací. Základní požadavkem byl zmírnit tzv. trampolínový efekt, který je u matrací právě výrazný. Jedná se o balónový princip. Poduška jako vzduchový vak není tlakována, je pod stálým prouděním vzduchu. Mívá větší rozměry pro bezpečné pohlcení energie padajícího. Není v současné době informace o jejich využívání u HZS ČR. Jsou ale v ČR dostupné, proto bude popsán jeden zástupce této kategorie.

## DOPADOVÁ NAFUKOVACÍ PODUŠKA TYP M2

Poduška se nafukuje proudem vzduchu pomocí dvou rukávů s ventilátory se spalovacím motorem (2x PAPIN 500). Doba celkového nafoukání je 40 sekund. Rychlost dofoukání ušlého vzduchu po seskoku je 15 sekund. Materiálem podušky je polyester potažený PVC pro zajištění těsnosti. Poduška je nevržena pro seskoky do výšky 16 metrů.

- Rozměry: 7500 x 5500 x 2350 mm
- Hmotnost: 160 kg

*Obr. č.8: Dopadová poduška typ M2*



*Zdroj: <http://www.fireshop.cz/>, ze dne 24. 4. 2010.*

### 6.2.1 Nevýhody dopadových podušek

Základní nevýhody jsou shodné jako u seskokových matrací. U podušek není přítomný trampolínový efekt. Díky nepřítomnosti pružných prvků je akumulace energie soustředěna do objemu podušky. Tím pádem jsou větší rozměry podušky a tím se také zvyšuje její hmotnost.

Z hlediska využívání podušek je nutné použít zdroje energie, jako jsou pohonné hmoty nebo elektrický proud k provozu ventilátorů. Čímž se využití podušek prodraží.

## 6.3 ZÁCHRANNÉ SESKOKOVÉ PLACHTY

Jedná se o nejjednodušší a nejstarší způsob záchrany osob seskokem či pádem z určité výšky. Byl vyvinut v době, kdy nebyly dostatečné znalosti a technologie k využití například pryžotextilních tkanin, plastových hmot a pěn. Jedná se také o cenově velice přijatelnou možnost, která by i v dnešní době neměla konkurenci. Tyto všechny výhody ale převyšuje její riziko ohrožení života jak u zachraňovaných osob tak u záchranářů.



## ZÁCHRANNÁ SESKOKOVÁ PLACHTA (TECHNOLEN 09)

Tento typ býval v minulosti velmi rozšířen u hasičských sborů prakticky ve všech krajích ČR. Postupem doby je ale pro technické nedostatky a staří vyřazován. V minulosti, v 70 až 80 letech jej vyráběla společnost Technolen Lomnice nad Popelkou. V současné době na její výrobu drží podnikovou normu společnost Svitav s. p. Svitavy.

**Obr. č.9: Záchranná seskoková plachta v provedení TECHNOLEN 09**



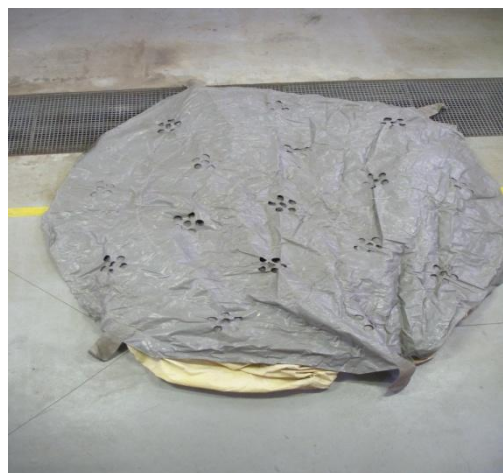
**Zdroj:** <http://www.hzscb.cz>, ze dne 20. 4. 2010.

Záchrannou seskokovou plachtu tvoří šestihran s průměrem 3,6 m a výškou 1,3 m. Je určena pro záchranu osob seskokem z výšky max. 12 metrů výšky. Prakticky je pro současné použití nevyužitelná z důvodu nebezpečí úrazu. Na některých stanicích se ale i nadále uchovává a jednou ročně probíhá vizuální kontrola instruktorem lezecké skupiny. Funkční zkoušky se již neprovádí.

**Obr. č.10: Vypouštěcí otvory**

Obsluhu této seskokové plachty tvoří 6tičlenný tým. Princip je založen na zbrzdění pádu přeměnou dopadové energie na energii unikajícího plynu z plachty. Proto má plachta ve spodní podstavě 16 vypouštěcích otvorů.

Tento typ záchranného prostředku ještě stále využívá Jihočeský, Plzeňský, Královéhradecký a Jihomoravský kraj.



**Zdroj:** <http://www.hzscb.cz>, ze dne 20. 4. 2010.

### **6.3.1 Nevýhody záchranný seskokových plachet**

Záchrana osob pomocí seskokových plachet je již velice zastaralá a prakticky se v dnešní době již nevyužívá. Při seskoku existuje velké riziko nejen zranění zachraňovaných osob při dopadu na napnutou plachtu, ale také zranění záchranářů, kteří plachtu napínají. Nejedna případ v historii je tomu důkazem.

Velké riziko v dnešní době využívaných plachet je jejich stáří. Od dob převratu v roce 1989 se výroba těchto prostředků prakticky zastavila a veškeré funkční kontroly na stanicích u již pořízených plachet se časem přestaly provádět. Probíhají pouze vizuální kontroly, které ale neprokáží odolnost materiálu a švů. Vzniká tak ještě větší riziko úrazu.

Mezi základní nevýhody patří také využitelná seskoková výška pro seskokové plachty. Je uváděno, že schopnost zachránit osobu je u plachet do 12 m. Musíme uvážit, že právě tuto výšku dokonale pokrývají žebříky a jiné technické prostředky. Proto je její všestrannost velice omezena a nedá se použít například pro řešenou záchranu sebevrahů.

Využití bývá také omezené ze stránky potřebných osob pro sestavení a napnutí. Pro tento prostředek je minimum 6 osob. Což je pro jednu hasičskou jednotku nedosažitelný počet (nepočítáme-li velitele jednotky, jako velitele celého zásahu).

## **6.4 ZÁCHRANNÉ EVAKUAČNÍ RUKÁVY A ZÁCHRANNÉ TUNELY**

Evakuační rukávy a záchranné tunely nespádají do prostředků, které je dobré zhodnotit z hlediska vývoje nového systému. Jedná se o typ hromadné záchrany, kdy je možno zachránit i více osob najednou a v delším časovém intervalu i desítky osob. Jejich princip se ale nedá vztahovat na záchrany sebevrahů, kdy je nutné systém rozvinout mimo dohled zachraňovaného. Rukávy a tunely ale zažívají v dnešních dobách velký rozvoj a prakticky v každém kraji se využívá minimálně jeden zástupce. Uvádím tedy jen pro informovanost nejznámější evakuační rukáv EUROACE.

### **ZÁCHRANNÝ EVAKUAČNÍ RUKÁV EUROACE S-1-F/N**

Tento typ mobilního evakuačního rukávu je možné uchytit na koš vysokozdvížné plošiny Bronto. Je uschován v přenosné tašce se čtyřmi držadly, která je bez problému přemístitelná 4 hasiči. Pracovní výška rukávu je dle typu 5 – 44 m. Jedná se o kolmý spirální evakuační rukáv. Vyznačuje se silnou impregnací proti ohni a nízkou hmotností - 1,5 kg/m. Kluzná dráha ve formě spirály je točení doleva a max. rychlost skluzu je 2 m/s.

**Obr. č.11: Evakuační rukáv EUROACE**

Vzdálenost vstupních otvorů je 2 m. Garance je nejméně 10 let (od dne výroby), že při uskladnění nevzniknou žádné škody na zařízení, nemůže dojít k zauzlování lan a samotného nosného lana, které neztratí potřebnou pevnost pro předepsané zatížení. Po 3000 skluzech je rukáv potřeba přezkoušet. Životnost rukávu je 15 let.



**Zdroj:** <http://www.hzsmsk.cz>, ze dne 25. 4. 2010.

## 6.5 ZHODNOCENÍ

I přes podporu pana kpt. Ing. Jakuba Nebesáře z oddělení služeb na GŘ HZS Praha se nepodařilo shromáždit informace ze všech krajů České Republiky. Řada krajů na potřebné otázky nereagovala. I tak je ale možné si udělat částečný přehled o zajištění evakuace osob z výšky pomocí dostupných evakuačních prostředků.

**Tabulka č.3 - Množství evakuačních prostředků ve vybraných krajích**

Kraj	Záchranné seskokové matrace	Záchranné seskokové plachty	Záchranné tunely a rukávy
Hl. m. Praha	1	?	?
Středočeský	2	-	2
Ústecký	-	-	1
Královéhradecký	1	2	4
Plzeňský	1	1	2
Jihočeský	-	4	2
Jihomoravský	1	3	1
Zlínský	-	-	1
Moravskoslezský	13	-	5

? - nedodány informace

**Zdroj: Vlastní tvorba**

Řada z dotázaných krajů disponuje prostředky, které jsou vysokého stáří, nebo již nesplňují bezpečnostní požadavky (nalezené porušené švy atd.).

Pro potřeby diplomové práce je tedy možné z poskytnutých údajů vytvořit rozměrový základ, z kterého může vycházet i vytvářený kartonový záchytný systém. Jde o rozměry dopadové plochy, které lze teoreticky získat z největší matrace LORSBACH SP 40.

## 7. KASKADÉRSKÁ ČINNOST V ČR A VYUŽITÉ ZKUŠENOSTI U SESKOKŮ Z VÝŠEK

Aby bylo možné začít vytvářet nový seskokový systém, je potřebné získat zkušenosti osob, které s danou problematikou pracují. Rozhodl jsem se proto zkontaktovat s jednotlivými kaskadéry a společnostmi sdružujícími kaskadéry v České republice.

Čeští kaskadéři všeobecně patří mezi špičku ve svém oboru. Specializují se na velké spektrum činností, které například zahrnují přízemní boje, šerm, horolezectví, potápění, motorismus, práce se živými zvířaty a také pády a skoky z výšek, které jsou pro mou diplomovou práci velice důležité.

Čeští specialisté jsou při seskocích a pádech charakterističtí jistou odlišností od svých zahraničních kolegů. Evropané a američtí kaskadéři využívají pro rozložení energie padající osoby různé typy matrací a podušek schválených pro záchranářské jednotky. Češi vzhledem k ekonomické náročnosti těchto prostředků a velice častému používání zvolili jednodušší a dostupnější variantu a to kartonové krabice.

*Obr. č.12: Kaskadérská činnost – skoky a pády do kartonových krabic*



*Zdroj: <http://www.doubleteam.cz>, ze dne 20. 4. 2010*

Nejedná se o jen tak seskládané krabice. Pro sestavování platí jistý, níže popsáný systém. Krabice je možné dle dostupných informací použít prakticky pro jakoukoliv seskokovou výšku. Z technického hlediska nejde jen o využití kartonu jako stavebního prvku, ale také tvaru krabice jako takové a její schopnosti se rychle rozložit a při větším tlaku také deformovat a trhat. Samozřejmě má vliv i tloušťka a typ kartonu vzhledem k povaze padajícího tělesa.

**Obr. č.13: Netradiční skoky do krabic za pomoci odrazových ramp**



**Zdroj: <http://www.doubleteam.cz>, ze dne 20. 4. 2010.**

Kartonové krabice poskytují dostatečné deformační zóny, které pohlcují energii udělené osobě při volném pádu. Tuto vlastnost matrace, podušky a plachty postrádají. Samozřejmě se může stát, že u těchto prvků dojde k deformaci či protržení, v tomto případě jde o negativní efekt, který má za následek až usmrcení osoby.

Kartonové krabice se zdaleka nepoužívají jen k utlumení pádu a skoku osob. Jsou v ČR využívány také pro ztlumení dopadů vozidel a větších těles, jestliže není možné dopad ztlumit jiným způsobem, jako je např. vodou ve vodní nádrži.

Tento systém využití kartonu se stal u profesní činnosti kaskadérů velice oblíbený a rozšířil se do velkého množství zemí, kde je dále zdokonalován.

## **7.1 OSLOVENÉ OSOBY A SPOLEČNOSTI**

Pro získání více informací o tomto záchytném systému jsem zkontaktoval 9 subjektů zabývajících se kaskadérskou činností. Vzhledem k množství vykonávaných činností a pracovní vytíženosti bylo ochotno spolupracovat 6 subjektů. Jsou to:

- Bc. Jiří Hrbáček (agentura AGLITAS, s.r.o.)
- Rudolf Bok (samostatný kaskadér, herec, světový rekordman, elektrikář, spisovatel, básník, správce objektu, textař, mystik, údržbář, scénárista, vodní záchranář, metař, voják elitní jednotky atd.)
- Ladislav Lahoda (agentura FILMKA stunst team - nejstarší agentura v ČR)
- Luděk Jelen (Unie českých kaskadérů)
- Radek Bruna (filmový kaskadér, dublér, herec)
- Jiří Kouba (Agentura filmových kaskadérů IPON)



S těmito vybranými osobami byla provedena konzultace a ověření, zda je možné se myšlenkou záchrany osob z výšek pomocí kartonu zabývat. Všichni dotázaní odpověděli pozitivně, že systém záchrany jednotlivců - sebevrahů by mohl být založen na principu využití papírového kartonu.

Touto základní podporou osob zkušených v praxi jsem dále mohl pokračovat ve vypracovávání diplomové práce. V případě většinové záporné odpovědi by byla činnost ukončena a diplomová práce byla uznána za nevhodnou, což se nestalo.

## 7.2 PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI

Z dlouhodobé komunikace s jednotlivými kaskadéry byly zjištěny specifikace ohledně seskoku do kartonových krabic, ze kterých by bylo vhodné u vytváření nového systému vycházet.

### 7.2.1 Systém skládání krabic

Jednotlivé krabice, které se pro seskoky užívají, nejsou jejich uzavíracími plochami spojeny v pevný útvar lepidlem nebo jiným typem spoje, ale jsou systematicky těmito uzavíracími plochami prokládány.

**Obr. č.14: Skládání krabic a stahování jednotlivých pater**



**Zdroj: <http://www.doubleteam.cz>, ze dne 20. 4. 2010.**

Pak se skládáním vedle sebe vytváří jednotlivá patra vždy tak, aby roh krabice byl v polovině strany krabice ve vedlejší řadě. Jinak řečeno, nesmí být krabice sestavovány rovnoměrně s rohy v jedné linii. Dle zkušeností kaskadérů, vytváří 4 krabice uložené vedle sebe rovnoměrně do čtverce uprostřed (kde se dotýkají všechny 4 krabice rohy) tuhý bod, který je při dopadu osoby do systému krabic velice bolestivý. Posunutím tedy jedné řady o polovinu délky strany jedné krabice proti řadě vedle ní, se tak předchází možný úrazům.

Dále se jednotlivá patra krabic stahují textilními pruhy s ráčnou, obvykle ale prý postačí provaz. U stahování provazem se pro lepší uchycení provazu vytváří na rozích jednotlivých pater zářezy, do kterých je při stahování provaz zaveden. Nesmí být ale však moc hluboké, aby nenarušovaly stabilitu při dopadu. Viděl jsem i případ, kdy jednotlivá patra byla vzájemně stáhnuta (obtočena) potravinářskou fólií, kdy seskoková výška do tohoto celku překračovala 30 metrů.

Do každé mezery mezi patry nebo řady se vkládají takzvané proložky, což jsou roztržené a rozložené krabice na plochu, nebo rovné pláty kartonu (ekonomicky náročnější). Tyto proložky mají velký vliv na pohlcení energie padající osoby. Není to tedy pouze o postavení krabic, ale také o mezi výplní těchto pater.

Čas skládání je závislý na množství krabic. Jejich počet se určí dle seskokové výšky a hmotnosti kaskadéra. Obvykle trvá klasický systém 10 lidem zhruba jednu hodinu.

### **7.2.2 Vlastnosti, poměr výšky seskoku a výplně krabic**

Velikost krabice je závislá na charakteru daného seskoku. Bylo mi řečeno, že standardní velikost krabice je srovnatelná s velikostí klasického rodinného televizoru (neuvažujeme ploché LCD).

Při otázce, jestli existuje poměr výšky krabic k dopadové výšce, odpovídali dotázaní kaskadéři vcelku rozdílně. Bylo to dáno typem využívaného kartonu. Dva poměry se ale shodovali nejvíce a to:

- Seskoková výška 10 metrů k 1,6 metrům výšky krabic s hmotností osoby 75 kg.
- Seskoková výška 15 metrů ke 2,5 metrům výšky krabic s hmotností osoby 70 kg.

Existuje i možnost snižování výšky krabicového systému vhodnou výplní, jako například drobný polystyren, velké množství malých prvků z polyetherové pěny nebo polyuretanové pěny.

Typ kartonu je obvykle dvouvrstvý. To znamená složení z rovného/vlnitého/rovného/vlnitého a nakonec rovného pásu papíru. Tloušťka tohoto typu bývá kolem 5 mm.

Pro zajištění základní impregnace se celý systém přetahuje igelitovou plachtou. Tato plachta při vypnutí může zvýšit počet seskoků do daného místa. Pohltí energii u prvních sérií seskoků, kdy deformace krabic není tak razantní. U dalších sérií po kontrole stavu systému probíhají seskoky bez fólie.

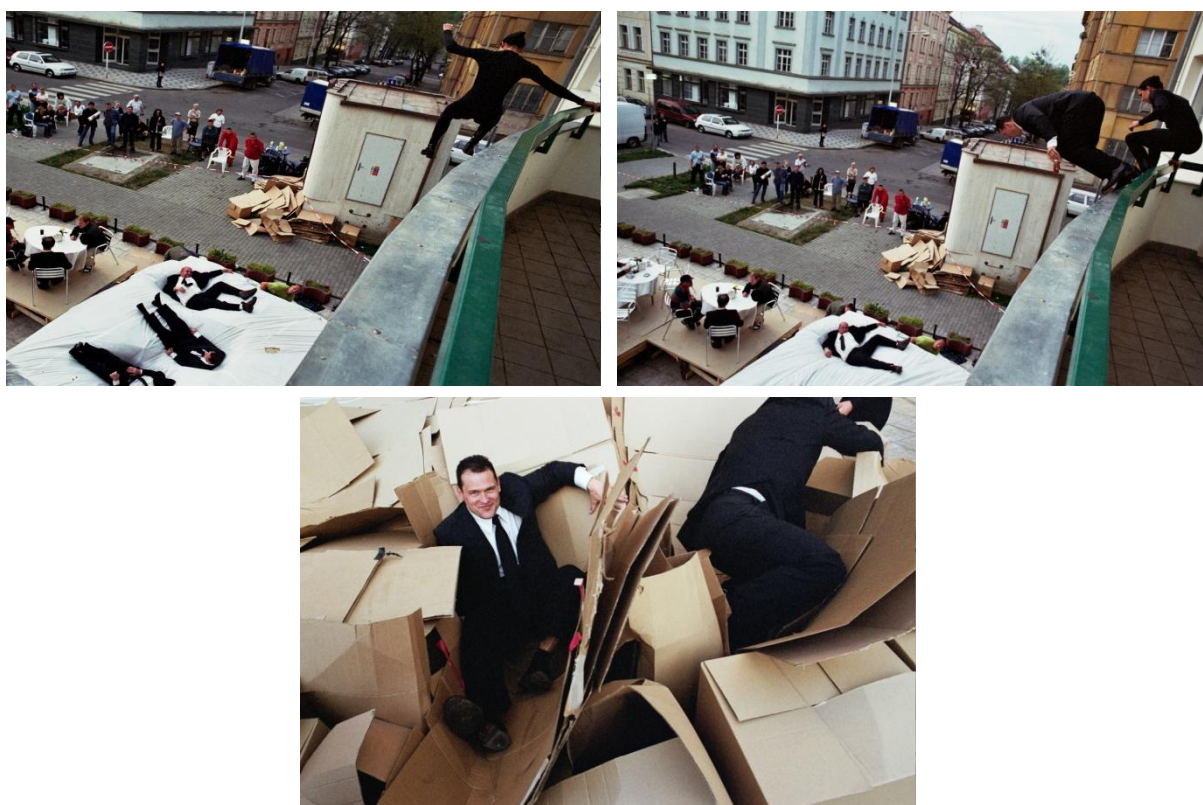
### 7.2.3 Chování kaskadéra při seskoku

Chování kaskadéra závisí na požadované poloze při skoku. Je důležité jestli má skákat “po hlavě” nebo “po nohách”.

Když osoba skáče “po hlavě”, padá tak, že padá na záda a rozloží své tělo do plochy. Při druhé variantě skoku “po nohou” se osoba snaží zabalit do klubička (slangovým výrazem klasický kufr) a dopad tak působí jako dopad do vody. Oba styly jsou v dokonalém provedení bezpečné. Problémem je, že sebevrah styl neřeší.

U seskoků do krabic není přítomný trampolínou efekt, jelikož se celý systém chová homogenně. Proto je možné si dovolit skočit blíže ke krajům systému (obrázek č.15), aniž by se osoba obávala sklouznutí mimo dopadovou plochu jako u matrací a podušek.

*Obr. č.15: Seskoky do krabic v blízkosti hran systému*



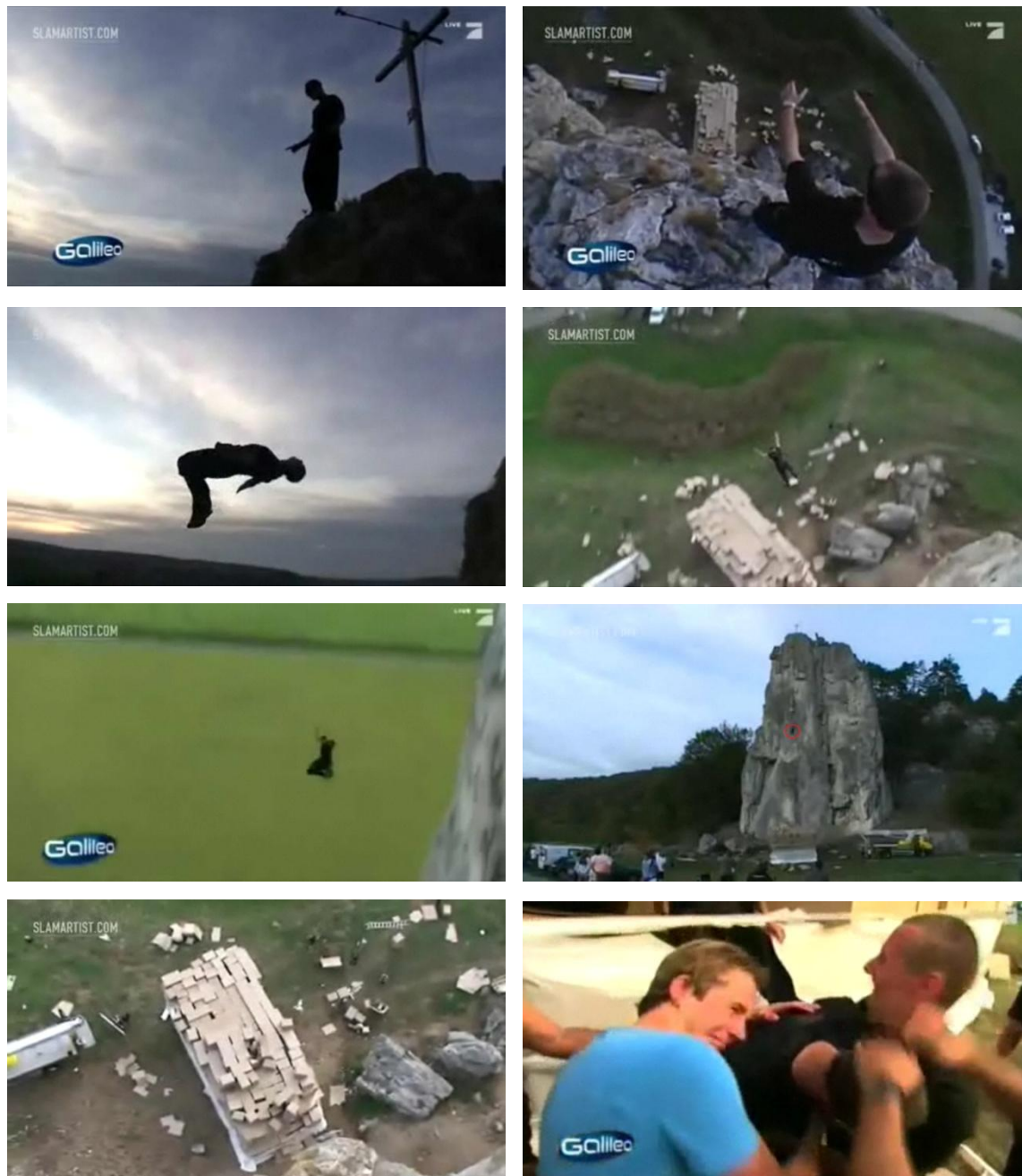
*Zdroj: kaskadér Rudolf Bok*

Maximální seskoková výška do kartonových krabic zatím nebyla stanovena. Poslední uznané maximum má kaskadér Ferdinand Ficher ze Stuttgartu, ze Spolkové republiky Německo. Skočil přesných 150 stop (45,72 m). Nebyl to žádný riskantní záměr, ale jak



dokládá video sekvence, byl to předem systematicky připravený skok. Všimněte si předpažených rukou, dle kterých skokan předběžně určí směr a dráhu jeho letu.

*Obr. č.16: Skok Ferdinanda Fichera z výšky 46 metrů do krabic*



Zdroj: <http://www.slamartist.com> ze dne 20. 4. 2010.

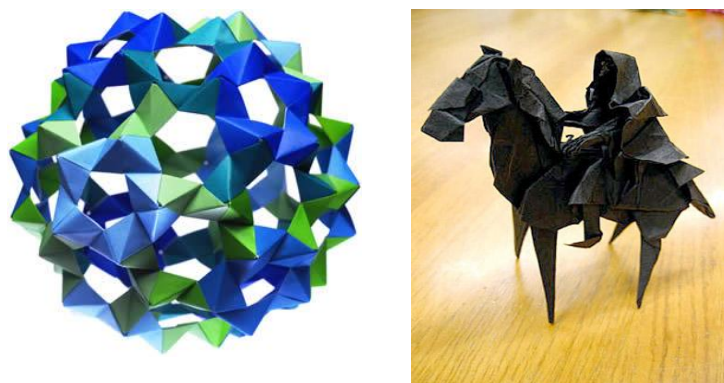
## 8. TECHNOLOGIE ORIGAMI

Jelikož jsou krabice velice časově náročné na sestavení do potřebného tvaru a výšky s využitím velkého množství osob (10 osob standartě sestaví systém do 1 hodiny), je nutné se zaměřit na zjednodušení vzhledem k sebevrahům, pro jejichž seskoky je diplomová práce prioritně zaměřena. Jak je uvedeno v zadání diplomové práce, mohlo by se jednat o zjednodušení pomocí japonské techniky skládání papíru origami.

Nejen výše uvedené nevýhody kartonových krabic jsou podstatné. Závisí také na objemu, který systém zabírá při skladování a převážení k místu využití. Technologie origami by tyto problémy mohla odstranit.

Origami (japonsky: 折り紙; z japonského *oru* - skládat, *kami* - papír) je japonské umění skládání rozličných motivů z papíru. V průběhu staletí se origami vyvinulo ve zvláštní formu umění s mnoha možnostmi vytváření i použití a bylo převzato i v dalších kulturních okruzích. Dodnes má většina skládaných tvarů svůj vzor ve světě zvířat a rostlin [20].

**Obr. č.17: Ukázka - vlevo tradiční styl origami, vpravo moderní styl origami**



**Zdroj: <http://www.origami.cz>, ze dne 22. 4. 2010.**

V současné době existují v Japonsku dva druhy origami - tradiční a moderní, které se od sebe značně liší. Pro *tradiční* origami je typické, že se skládají vždy z jednoho kusu papíru, bez použití nůžek, lepidla apod. a také bez dalšího zdobení. Postup jejich skládání bývá velmi přesně předepsán, takže výsledky by se od sebe neměly příliš lišit, ať je složí kdokoli. U *moderních* origami je oproti tomu ponechán značný prostor pro vlastní fantazii skládajícího. Autoři japonských příruček přitom zdůrazňují, že je hlavně třeba nechat se "vést srdcem". Zatímco soubor tradičních origami je víceméně uzavřen, každý rok se v Japonsku objevují stovky nových moderních skládanek.

O původu Origami v Evropě existuje spousta teorií. Odhaduje se, že bylo vyvinuto kolem 13. století. Zatímco Japonci si samozřejmě myslí, že se do Evropy dostalo Origami z Japonska, Španělé tvrdí, že vzniklo jako samostatný druh umění ve Španělsku, i když nějaký podíl prý má i Leonardo da Vinci. Jisté je, že španělští Mauři využívali Origami při studiu geometrie. Klasická španělská skládanka - pajarita (u nás známá jako koník), má být údajně nejstarší skládankou v Evropě (vznikla asi ve 13. století) a z ní se pak odvinula celá evropská větev Origami, čili španělsky papiroflexia [19].

Dne 2. září 2003 vzniklo občanské sdružení Česká origami společnost (dále jen „ČOS“), která se propagací a šířením techniky v ČR zabývá.

Myšlenka využití technologie origami je založena na zpracování vybraného, nebo nově vytvořeného útvaru, který by byl vhodný pro daný účel a splňoval tak potřebné nároky, čímž by byl zvýhodněn oproti stávajícím systémům. To znamená, nižší objem při skladování, přijatelná hmotnost, minimální nároky na údržbu, minimální čas (vždy menší než u matrací a podušek) na sestavení, nízká pořizovací cena a lepší záchranné vlastnosti než u stávajících prostředků.

Vybraný útvar by vytvářel jeden záchranný systém bez množství dílů, jako jednu rozměrovou plochu pro dopad.

Začal jsem tedy vyhledávat možné útvary. Zdálo se, že by toto hledání nemuselo trvat dlouho. Ale opak byl pravdou. Žádný požadovaný útvar, který by splňoval požadavky, jsem nikde neobjevil. Prohledal jsem mnoho odkazů na webových stránkách v ČR a ve světě.

***Obr. č.18: Ukázka vyhledaných tvarů origami, ale nevhodných pro řešení DP***



**Zdroj: [www.papercraftcentral.net](http://www.papercraftcentral.net), ze dne 19. 4. 2010.**

V další fázi jsem se tedy rozhodl zahájit průzkum v literatuře. Jako knihovnu jsem zvolil Moravskoslezskou vědeckou knihovnu v Ostravě, sídlící na Nové radnici. Bohužel ani v knihovně po prohlédnutí cca 8 knih o origami a skládání domácích dekorací, nepřicházela



žádná motivace. Podařilo se mi ale získat záznam o využití origami v praxi. Jedná se o video studenta Edwarda Lana. Vyobrazuje studentskou práci, rozkládací útvar, ze kterého se dá vytvořit pohovka, či sedačka. Princip je založen na harmonice složené z žeber tenkého, velmi jemného papíru.

***Obr. č.19: Snímky z video sekvence s názvem Silla\_China, využití origami v praxi***



***Zdroj: Edward Lan***

Přes všechnu snahu se ale využití japonského stylu origami skládání papíru pro splnění podmínek k vytvoření záchranného jednorázového systému neprokázalo.

Na toto dosavadní zjištění navazuje můj vlastní návrh útvaru dle zkušeností kaskadéra pana Lud'ka Jelena nazvaný objekt A a po konzultaci s panem Pavlem Novákem ze společnosti Obal Opava druhý útvar nazvaný objekt B (informace o těchto objektech viz kapitola 9.3.)

## 9. NÁVRH POSTUPU ŘEŠENÍ

V případě kdyby byl znám útvar (viz. origami), který by měl potenciál zachytit skok a pád, jsem sestavil možný postup k vytvoření nového systému a ověření jeho vlastností.

### 9.1 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VÝPOČTY

Pro správnou funkci systému je potřeba veškeré údaje o systému podrobit teoretickému početnímu ověření. Předchází se tak možným nehodám a zraněním při testech systémů v praxi. Je tedy potřeba znát základní vstupní údaje, jako například vzdálenost tělesa od jeho počáteční osy při zahájení pohybu do bodu dopadu na pevný povrch, rychlost tělesa před dopadem na pevný povrch atd. K tomuto početnímu řešení mi pomůže teorie základní biomechaniky pádu z výšky.

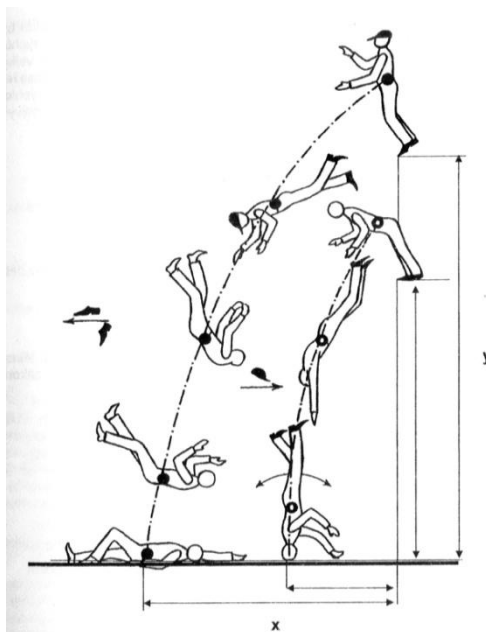
#### 9.1.1 Pohyb těles v gravitačním poli a teorie biomechanických pádů

Z obecného hlediska lze na pád člověka z definované výšky pohlížet jako na pohyb otevřeného kinetického řetězce (ve výjimečných případech se může jednat o uzavřený řetězec). Rozhodující je pak kinematika těžiště těla, tedy pohyb hmotného bodu v gravitačním poli [9].

Pro všechny následné úvahy předpokládáme následující mechanické podmínky:

- 1) Těleso se při pádu chová jako otevřený kinematický řetězec
- 2) Těžiště těla se při pádu pohybuje po parabole
- 3) Z polohy ve stoje se do okamžiku ztráty kontaktu těžiště těla pohybuje po kružnici.
- 4) Na tělo působí jen ty síly, které vznikly v okamžiku odrazu.
- 5) Odpor vzduchu zanedbáváme (experimentálně zjištěno do 152 metrů nad zemí).

*Obr. č.20: Schéma pádu těla z výšky*

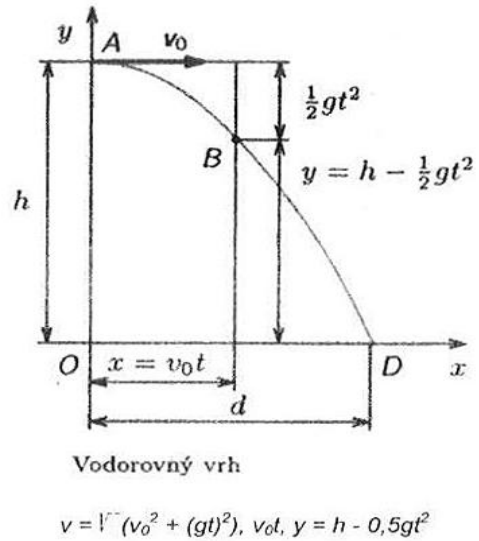


*Zdroj: Biomechanika pádu z výšky, Jiří Kraus a kol.*

### 9.1.2 Vodorovný vrh

Udělíme-li tělesu v homogenním tíhovém poli Země počáteční rychlost  $v_0$ , koná složený pohyb zvaný vrh. Pro případ vrhu platí velikost okamžité rychlosti a polohy tělesa v daném čase  $t$  vztah pro rychlost uvedený ve spodní části obrázku.

Obr. č.21: Vodorovný vrh



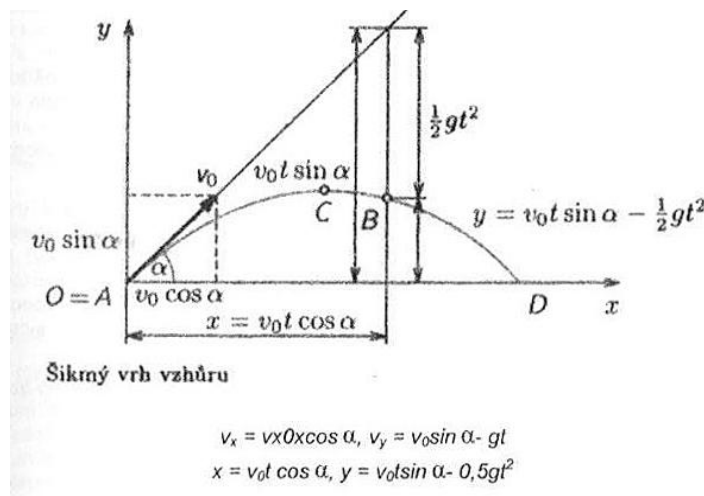
Zdroj: Biomechanika pádu z výšky, Jiří Kraus a kol.

### 9.1.3 Šikmý vrh vzhůru

Pro šikmý vrh vzhůru s nulovou odvrhovou výškou platí, že délku šikmého vrhu vyjádříme vztahem:  $l = \frac{v_0 \cdot \sin 2\alpha}{g}$ , kde  $l$  je délka dopadu,  $v_0$  je odvrhová rychlost odrazu a úhel odvrhu je  $\alpha$ .

Šikmý vrh s nenulovou výškou odskoku, délku šikmého vrhu s nenulovou odrazovou výškou vyjádříme vztahem:  $l = \frac{v_0 \cdot \sin 2\alpha}{g} \left( \sin \alpha + \frac{2 \cdot g \cdot h}{v_0^2} \right)$ , kde  $l$  je délka dopadu,  $v_0$  je rychlost odrazu (horizontální složka),  $h$  je výška skoku a úhel odvrhu je  $\alpha$ .

Obr. č.22: Šikmí vrh vzhůru



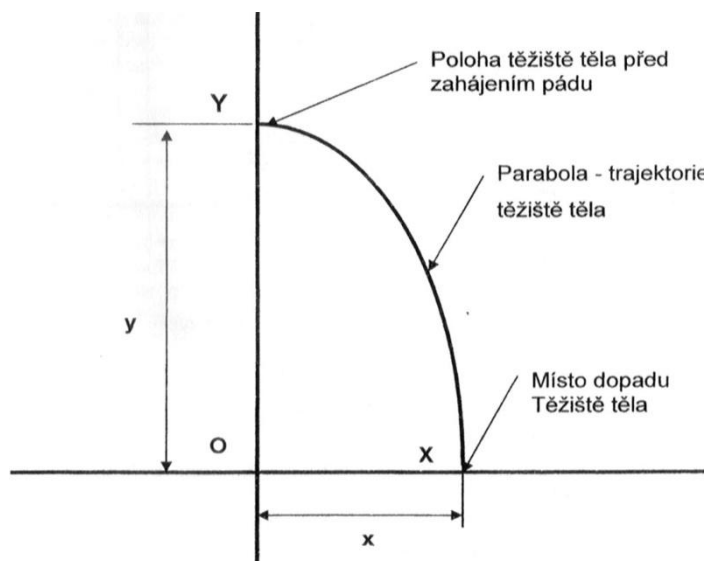
Zdroj: Biomechanika pádu z výšky, Jiří Kraus a kol.

### 9.1.4 Volný pád

Jednoduchým pohybem v homogenním poli Země je volný pád. Pro volný pád tuhého tělesa z výšky ( $y$ ) platí vztah pro výpočet doby pádu ( $t$ ):  $y = 1/2 \cdot g t^2$ , doba pádu:  $t = \sqrt{2y/g}$ .

Dopřednou horizontální složku rychlosti ( $v$ ) těžiště tělesa pak lze vyjádřit podle délky dopadu ( $x$ ) jako  $v = x \cdot \sqrt{g/2y}$ .

**Obr. č.23: Schéma trajektorie těla při pádu z výšky**



Lidské tělo má ovšem odlišné mechanické vlastnosti než tuhé fyzikální těleso. Pro pád lidského těla budou sice platit obecné vlastnosti a fyzikální zákony, ale je potřeba provést mírnou korekci podle biologických vlastností lidského těla [9].

*Zdroj: Biomechanika pádu z výšky, Jiří Kraus a kol.*

**Obr. č.24: Kinematické podmínky pro vrh a pád těla ze zvýšené podložky**

- $x_T$  – dopad těžiště těla
- $h$  – výška pádu
- $\alpha_0$  – úhel odrazu
- $v$  – horizontální složka vektoru dopředné rychlosti

$$x_T = \frac{v^2 \cdot \cos \alpha_0}{g} \cdot (\sin \alpha_0 + \sqrt{\sin^2 \alpha_0 + \frac{2h \cdot g}{v^2}})$$

Lze odvodit vzorec pro výpočet rychlosti  $v_0$  na počátku vodorovného vrhu:

$$v_0 = \frac{-g \cdot f \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} + \sqrt{2 \cdot g^3 \cdot f^2 \cdot h - 2 \cdot a_{2z} \cdot g \cdot f \cdot [f \cdot h \cdot (a_{2z} - g) - s \cdot a_{2z}]}}{a_{2z}}$$

Doba pohybu celkem

$$t = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{a_{2z}} + \frac{v_0}{g \cdot f}$$

*Zdroj: Biomechanika pádu z výšky, Jiří Kraus a kol.*

### 9.1.5 Experimentální zjištění rychlosti

Experimentálně bylo zjištěno, že těleso pohybující se volným pádem má v první sekundě rychlost 9,81 m/s. Dále pak v 6-7 sekundě má těleso rychlost 65 m/s tj. 216 km/h. Poté se již rychlost volného pádu nemusí zvyšovat, pokud osoba padá v tzv. prsní poloze s velkým čelním odporem [9]. Na rychlosti je závislá dráha tělesa viz Příloha č.1.

**Obr. č.25: Rychlost těla dle typu pohybu**

Charakter skoku	Horizontální složka rychlosti [m.s <sup>-1</sup> ]
Odraz, aktivní skok	2,634
Spontánní pád	0,997
Strčení druhou osobou	1,438
Skok ze sedu	0,898
Krok vpřed - normální	0,649
Krok vpřed - maximální	1,041
Krok vzad – normální	0,598
Krok vzad - maximální	1,007
Pád vpřed ze dřepu s rotací na záda	1,304
Skok ze startovního bloku (výška 1 m)	3,032

**Zdroj: Biomechanika pádu z výšky, Jiří Kraus a kol.**

### 9.1.6 Zhodnocení

Dle typu konaného pohybu osoby se vyřeší hodnota rychlosti, která bude potřebná k výpočtu statického zatížení. To znamená, že se určí výpočtem nebo zvolením z experimentálních dat. Dále se řeší délka vzdálenosti od osy těla před započítáním pohybu po místo dopadu. Ta se použije jako předběžný ukazatel umístění systému při dané výšce seskoku a také k určení velikosti dopadové plochy. Jestliže určitá hodnota bude zvolena špatně, výsledek se následně projeví u statického ověření.

## 9.2 VÝBĚR VELIKOSTI A TVARU ZÁCHYTNÉHO SYSTÉMU

Výběr velikosti a tvaru systému má velký vliv na budoucí schopnost zachytit množství energie a ztlumit tak pád. Je ale otázkou jak velký by prostředek měl být. Jestli by se mělo pohlížet více na ekonomickou stránku a vytvářet systémy bez rezervních nadsazených rozměru, nebo raději přidávat určitý rozměr navíc pro lepší bezpečnost. Také je otázka jestli by nebylo vhodné vytvořit jednu univerzální velikost pro všechny seskokové výšky nebo typové systémy pro danou výšku seskoku. Správný směr by měla ukázat až praxe.



### 9.2.1 Řešení velikosti dopadové plochy

Pro určení dopadové plochy existují dva základní směry:

- A) První směr se zakládá na vypočtených údajích odskokové vzdálenosti od osy těla skákající osoby. Tato odskoková vzdálenost vytváří poloměr kolem těla osoby a plochu kterou osoba může zasáhnout. Tuto vzdálenost teoreticky můžeme vzít a vytvořit z ní dopadový čtverec. Je nutné ale brát v úvahu že dotyčný sebevrah při spatření systému se bude snažit tento systém překonat. Proto bych tedy volil délku strany systému jako 4x odskokové vzdálenosti. A to z důvodů, že 2x odskokové vzdálenosti pouze opisuje odskokový poloměr a 3x nezaručí zajištění bezpečného dopadu osoby u kraje systému (ale mohl by být také dostatečný vzhledem k ekonomické náročnosti). U 4x se přikláním k teorii, že by byla možnost zadržet skok i kratším rozběhem. Teoreticky by se mohlo jednat o dostačující rozměry.
- B) Druhý směr využívá již zjištěné poznatky z praxe, z doposud využívaných matrací a podušek (plachty díky jejich nevyužitosti zanedbávám). Můžeme využít rozměry použité u matrací pro záchranu z daných výšek popsané v kapitole 6. Možné rozměry dopadové plochy jsou uvedeny v tabulce č.4.

**Tabulka č.4 - Rozměry dopadových ploch matrací a podušek**

<i>Typ matrace</i>	<i>Max. seskoková výška [m]</i>	<i>Rozměr dopadové plochy</i>
VETTER SP 16	16	<b>3,5 x 3,5 m</b> (výška 1,7 m)
LORSBACH SP 23	23	<b>4,5 x 4,5 m</b> (výška 2,4 m)
VETTER SP 25	25	<b>4,6 x 4,6 m</b> (výška 2,4 m)
LORSBACH SP 40	40	<b>8,5 x 8,5 m</b> (výška 3,7 m)
M2 (poduška)	16	<b>7,5 x 5,5 m</b> (výška 2,35 m)

**Zdroj: Vlastní tvorba**

### 9.2.2 Řešení tvaru záchytného systému

Jak už bylo poznamenáno v závěru kapitoly 9.3., nebylo možno uplatnit zkušenosti ze sestavování papíru dle japonského stylu origami. Na toto dosavadní zjištění navazuje můj

vlastní návrh útvaru dle zkušeností kaskadéra pana Luďka Jelena nazvaný objekt A a po konzultaci s panem Pavlem Novákem ze společnosti Obal Opava druhý útvar nazvaný objekt B. Jsou to jen teoretické nápady a návrhy nepodložené žádnými testy a výpočty. Jsou to pouze tvarové modely, které by potřebovaly jistě mnoho doladění a ověření.

Dále v závěru této kapitoly následuje zhodnocení různých možností volby a typu tvaru záchytného systému, které je také motivující a v kterém jsou uvedeny další kaskadéry navrhované možnosti.

### **Objekt A**

Po rozhovoru se zkušeným kaskadérem panem Luďkem Jelenem, jsem se rozhodl modelově zrealizovat jeho myšlenku. Pan Jelen navrhoval vzít vysoké krabice (tvaru hranolu), položit je a spojit delší stranou tak aby utvořili jeden útvar. Toto spojení by předcházelo vytvoření tuhého bodu (viz kapitola 7.2.1.). U vytváření tohoto útvaru mi pomohla i krabička společnosti vyrábějící kosmetiku. Systém uzavírání byl velice zajímavý (viz obrázek č.25).

***Obr. č.26: Uzavírání na krabičce Garnier***



***Zdroj: Vlastní tvorba***

Model je složen z klasického kancelářského papíru. Zkoušel jsem jej v této podobě skládat na menší úvar. Otázkou by bylo, jak by se objekt A choval v praxi, jestli by bylo možné složení i v kartonové podobě a nebyla by pak narušena jeho statika při rozložení.

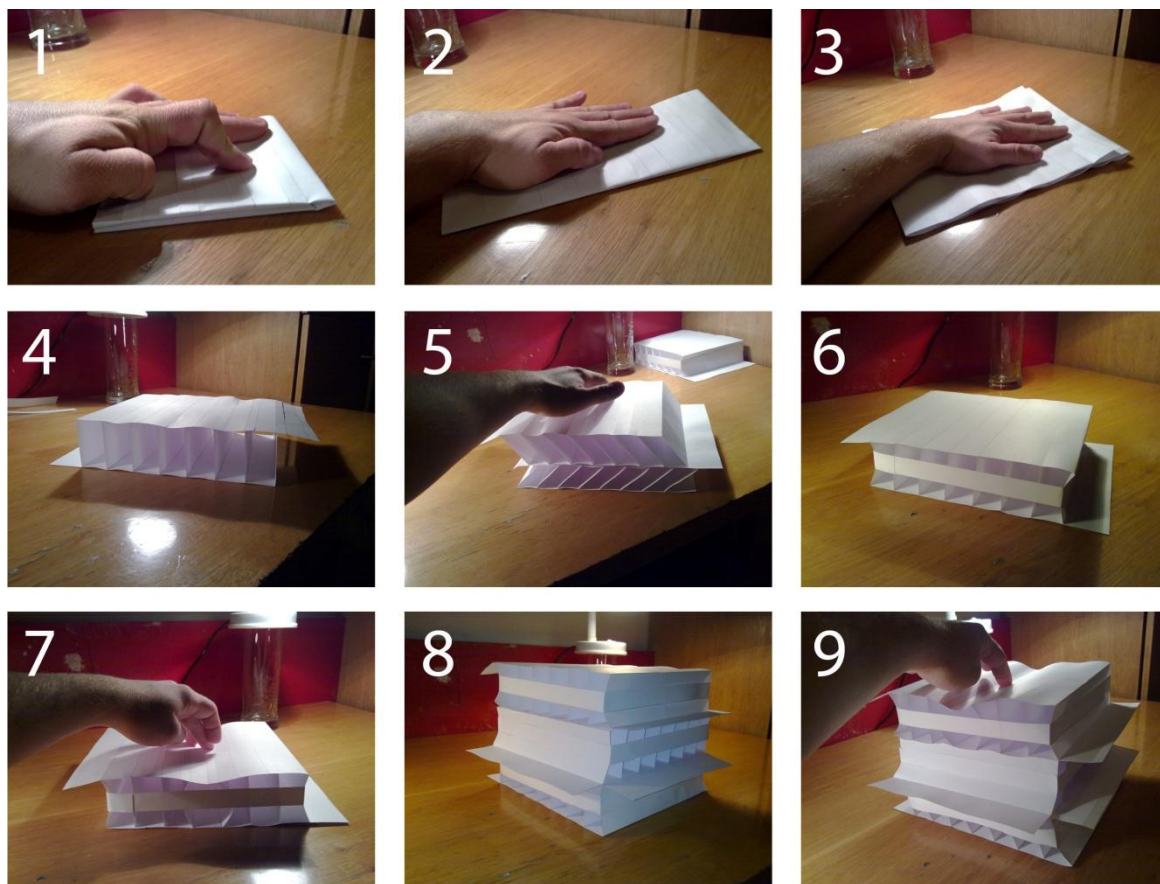
***Obr. č.27: Objekt A - základní díl***



***Zdroj: Vlastní tvorba***

Samotný základní díl tohoto systému není moc stabilní. Proto by bylo vhodné celý díl stáhnout u kaskadérů osvědčenými textilními popruhy a ráčnou. U modelu toto stáhnutí je provedeno páskem papíru.

*Obr. č.28: Objekt A a jeho jednotlivé stupně sestavování*



*Zdroj: Vlastní tvorba*

System by byl univerzální, použitelný pro jakoukoli seskokovou výšku. Dle výšky seskoku by byl určen počet dílů systému, které by se skládali jednotlivě na sebe.

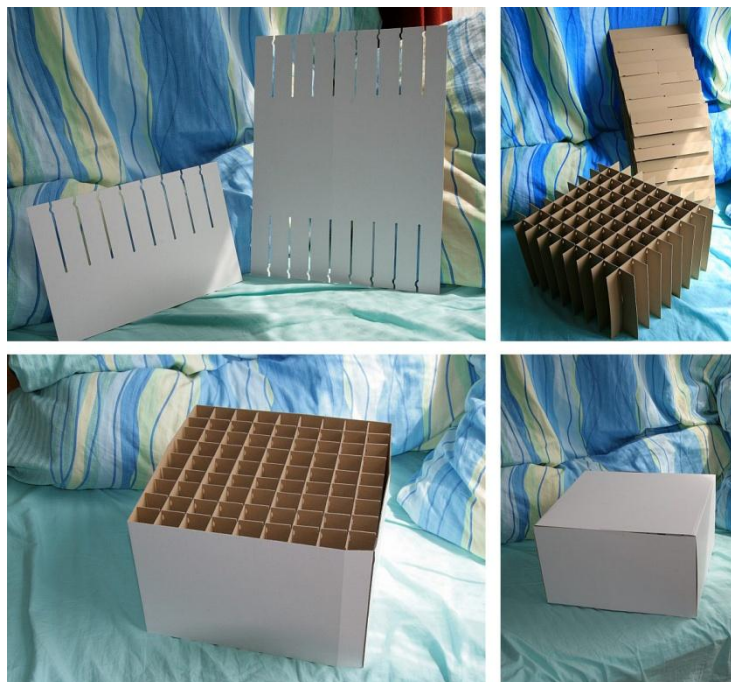
Mohla by i vzniknout možnost nevyužívat jeden typ kartonu, ale od vyšších pater postupně tloušťku zesilovat, tak aby byla větší schopnost pohlcení energie a zbrzdění těla.

Další otázkou je jakým způsobem spojovat jednotlivé díly systému, aby daný objekt A mohl vzniknout. V praxi se spoje lepí silikonovým lepidlem. Toto silikonové lepidlo ale pojí dva díly pouze povrchově. Nebylo by tedy dostatečně pevné. U silových spojů se využívají ke spojení dvou částí z kartonu proužky plechu. To by bylo ale velmi nebezpečné z pohledu dopadu padající osoby a možného ohrožení těmito proužky.

## Objekt B

Pro nabrání inspirace a nasbírání informací ohledně vlastností kartonu jsem navštívil pana Pavla Nováka ze společnosti Obal Opava zabývající se návrhem kartonových obalů na jakýkoli výrobek. Pan Novák byl v celku skeptický k této problematice, ale ochotně odpovídal a radil. Navrhnul mi zkusit systém založený na běžně u obalů využívaných takzvaných hřebenu.

*Obr. č.29: Objekt B - hřebenový systém*



*Zdroj: Vlastní tvorba*

Aby bylo možné systém využít, je nutné do mezipater systému vložit již zmiňované (viz kapitola 7.2.1.) proložky. Ty zajistí, že tělo nedopadne tvrdě na utvořené mřížky. Dopad jen na mřížky by byl značně pro tělo destruktivní.

Využité by také musely být jisté deformační zóny. Jednalo by se o úmyslně vytvořené zářezy či ohyby, které by v případě dopadu tělesa způsobily destrukci daného hřebenu vlivem velkého tlaku až by se těleso zpomalilo pouze na ohyb dané části systému.

Systém z takzvaných hřebenu nevyužívá žádný spojovací materiál a je jednoduše sestavitelný a následně složitelný (bez nutnosti rozebrání jednotlivých hřebenu).

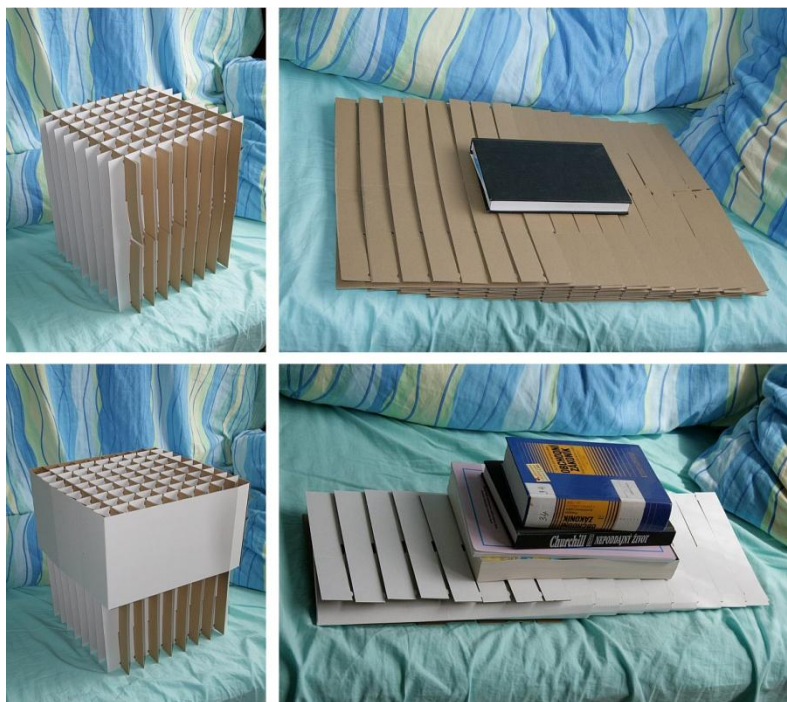
Obvod systému by měl být stáhnutý obvodovými stěnami, které by teoreticky systém staticky zpevnily.

Pro seskoky z větších výšek by bylo možné využít větší verzi tohoto systému, takzvaný oboustranný hřeben. Je to dvojnásobný původní hřeben.



Skládaní a princip by byl shodný s původní verzí.

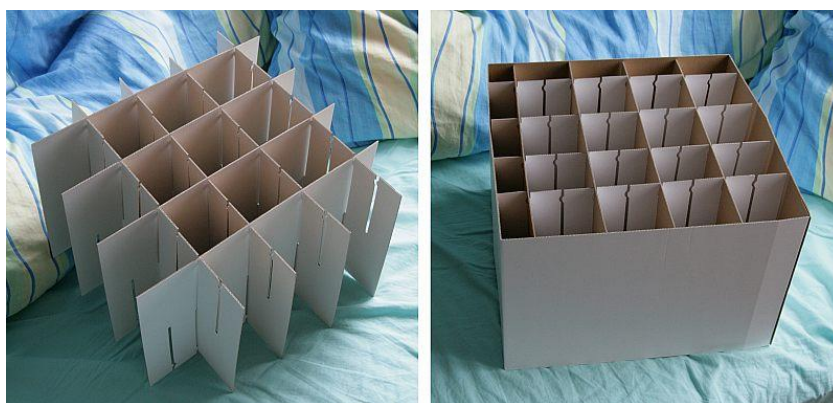
**Obr. č.30: Objekt B – dvojnásobný hřeben**



**Zdroj: Vlastní tvorba**

Variabilnost toho systému dokládá i změna počtu mřížek využitelná například pro nižší seskokové výšky.

**Obr. č.31: Objekt B – snížení počtu hřebenů**



**Zdroj: Vlastní tvorba**

Celkově jsou oba návrh omezeny výrobními podmínkami závodu. Závisí na velikosti strojů zpracovávajících karton z jednoho celku. Ve společnosti Obal Opava jsou nedostatečné podmínky pro reálné vytvoření systémů. Při jiném řešení - spojování více menších ploch, by byl systém více náchylný k nespolehlivosti u záchraně.

## Další možnosti

Při vytváření kapitoly zhodnocující stávající evakuační technické prostředky v ČR, mě napadla myšlenka spojit princip stávajících prostředků a využití papíru do jednoho systému. Vytvořit papírový vak s vyznačenými ventilačními otvory, které by se při dopadu osoby do systému protrhly a únikem vzduchu z vaku by byl pohyb těla zpomalen.

Nebo také zkombinovat podušku s několika vrchními vzduchovými komorovými vrstvami, které by nemusely být přímo z papíru, a které by se mohly protrhnout a tím zpomalit rychlost těla před samotným kontaktem s poduškou (a zabránily tak trampolínovému efektu). Tyto vrstvy by musely být vyměnitelné.

Dalším způsobem řešení by mohly být opět krabice, ale nikoli vyrobené z kartonu, ale z měkké gumy. Byly by složeny do malého objemu a následně při vybalování by se automaticky samy rozložily do svého aktivního tvaru. Mohly by být tvarovány tak, aby do sebe zapadaly jako stavebnice a nebyly by omezeny počtem použití.

Poslední možné řešení vychází ze zhlédnutého videa, kdy si početná mládež v ruském městě Magadan krátí volnou chvíli.

*Obr. č.31: Skoky ze střechy panelového domu*



*Zdroj: <http://www.youtube.com>, ze dne 18. 4. 2010.*

Dle této ukázky usuzuji, že i skoky do prašných směsí by nemusely být destruktivní ani zranitelné v závislosti na hustotě dané směsi. Využít by se dal i tvrdnoucí pěnový nástřík, sahající do potřebné výšky, se stejným tlumícím efektem jako skoky do sněhu v daném videozáznamu.

Možností je tedy velké spektrum, jen je nutné mít schopnosti a finanční prostředky k dosažení úspěchu v dané oblasti.

### 9.2.3 Posouzení výšky a tloušťky stěn kartonového záchytného systému

Určení výšky a tloušťky dopadového prostředku je nejsložitější záležitostí. Vycházel bych ze zkoušky typu “pokus - omyl“.

Určí se výška dle nejvhodnějšího stávajícího prostředku (matrace či podušky), dosadí se společně s vyřešenou dopadovou plochou a potřebnými vlastnostmi kartonu do programu pro statické řešení únosnosti NEXIS 32 (viz níže popsaná kapitola 9.3.) a vyhodnotí se výsledek. Zároveň s výškou se posoudí i tloušťka stěn. Jako základní typ tloušťky se zvolí údaje poskytnuté kaskadéry (dvouvrstvý karton, síla 5 mm). Jestli při zatížení průměrné hmotnosti lidského těla bude výsledek záporný (tělo laicky řečeno propadne až na povrch), v zadání výšky a tloušťky se provede korekce (navýšení) a znovu se provede ověřovací výpočet. Celý cyklus se bude opakovat až do pozitivního výsledku. Následně se provedou ověřovací testy v praxi.

### **9.3 ŘEŠENÍ STATICKÉ ÚNOSNOSTI ZÁCHYTNÉHO SYSTÉMU**

Pro ověření statické únosnosti tloušťky kartonu a navržené výšky seskokového kartonového systému jsem zvolil program NEXIS 32 verze 3.40.11.

#### **9.3.1 Program NEXIS 32**

Program určený pro více použití, jako výpočty vnitřních sil v konstrukci, která je zatížená silovými a deformačními účinky vnějšího prostředí. Po výpočtu vnitřních sil se provádí statický posudek a dimenzování průřezů konstrukce. Software vyvíjí česká společnost SCIA CZ, s.r.o. Velikost programu je 27 MB a je běžně ke stáhnutí na internetových stránkách.

Výuka ovládání tohoto programu probíhá například v rámci výuky na VŠB - TU Ostrava, na Fakultě stavební v oboru Architektura a stavitelství.

#### **9.3.2 Postup výpočtu**

Postup výpočtů:

- 1) Zadání dat o projektu
  - Typ konstrukce a norma, dle které je výpočet proveden (např. EC 1-3 pro beton, pro karton to může být tenká dřevina s upravenými parametry popřípadě přímo norma pro papír).
- 2) Zadání geometrie
  - Samotné nakreslení geometrické konstrukce prozatím, bez zadání vlastností daného materiálu.

### 3) Zadání průřezu

- Zde se provede zadání tvaru průřezu. Pro karton by to neměl být problém. Vrstvy kartonu a jeho vnitřní vlnění se zanedbá.

### 4) Zadání vlastností materiálu daného průřezu pro karton:

- Statický modul pružnosti materiálu
  - Poissonův součinitel
  - Objemová hmotnost (hustota kartonu)
  - Tepelná roztažnost

### 5) Po nastavení vlastností průřezů zadáváme nastavení typu vazby mezi jednotlivými prvky (vetknutí, posuvná podpora, kloub, tuhé vazby, křížení atd.)

### 6) Zadání zatížení v kN

- k výpočtu zatížení se užije horizontální složka rychlosti těla

### 7) Volba kombinace zatížení

- na únosnost, na použitelnost (samotné zatížení může být stálé, krátkodobé, nahodilé atd.)

### 8) Výpočet

- po konzultaci by výpočet ručně trval den v programu proběhne za pár sekund

## 9.3.3 Výsledné hodnoty

Pro zobrazení výsledků je potřebná volba ikony Vykreslit

Zobrazí: 1) Deformace

2) Reakce

3) Deformace prutů

4) Síly v prutech

5) Únava a napětí

Výsledné dosažené hodnoty jsou: N - normálová síla, V - posouvající síla, M - moment.

Z výsledných hodnot najdeme maximální hodnotu zkoumaných veličin. Následně se provede posudek, jestli navržený průřez a výška systému vyhoví na navrženou sílu.



## 9.4 CELKOVÝ NÁVRH

Celkový návrh bude proveden po dosažení pozitivních výsledků ve statickém výpočtu, při určených rozměrech dopadové plochy. Návrh bude zahrnovat prioritně závěrečné testy v reálných podmínkách.

Testy budou zahrnovat:

- Dopad do záchranného kartonového systému s použitím testovacího závaží o hmotnosti osoby a testy s biomechanickou figurínou s veškerými vlastnostmi lidského těla.
- Následně při pozitivních výsledcích u předchozích dopadů, může být ověřen pokus skoku do systému s náležitě poučenou osobou, konající jen na vlastní nebezpečí.
- Proběhne test rozměrové skladnosti, jaký bude objem po složení a po rozložení systému.

## 10. ZÁVĚR

Diplomovou prací byla zjištěna základní odpověď na otázku, jestli vůbec je možné zachraňovat osoby, sebevrahy z výšky seskokem do papírového kartonu. Ano, je to možné při vytvoření patřičného systému, který by umožňoval snadnou přepravu a skladnost papírového kartonu.

Před zahájením řešení byly popsány základní pojmy týkající se výšky a jejího nebezpečí pro základní informovanost vzhledem k problematice.

Byl vyhodnocen postup jednotek HZS a IZS v rámci společného zásahu při záchraně osob z výšek a osob jako sebevrahů. Bylo popsáno teoretické jednání se sebevrahem a postup velitele u zásahu, na které vhodně navazuje kapitola týkající se zkušeností ze zásahu, která popisuje odlišnosti od teorie činností v praxi.

Dle poskytnutých informací pana kpt. Ing. Jakuba Nebesáře z oddělení služeb na GŘ HZS Praha bylo provedeno ověření množství a typů využívaných evakuačních systémů v 9 krajích ČR, které byly ochotny spolupracovat. Bylo zjištěno, že seskokové plachty jsou dostupné ve většině krajů, ale svým stářím se již nepoužívají, jen evidují. Také probíhá obměna evakuačních zařízení za moderní evakuační rukávy a tunely, které jsou v dnešní době velmi preferované. Zjištěné technické údaje jednotlivých evakuačních prvků jako matrace a podušky byly dále využity k teoretickému určení navrhovaného kartonového systému.

Největším přínosem diplomové práce byla dlouhodobá konzultace se 6 společnostmi sdružující kaskadéry a osobami zabývajícími se kaskadérskou činností, která přinesla objektivní zhodnocení skoků do kartonu, zkušenosti z praxe, technické parametry, fyzické zkušenosti z dopadů do kartonu, rady a návrhy tvaru kartonového systému. Díky těmto informacím se mohla práce rozvinout v postup návrhu dopadového místa z kartonu.

Zkusil jsem v diplomové práci ověřit, jestli by bylo možné využít japonský styl skládání papíru origami, který měl potenciál pro zajištění skladnosti a možnosti snadné přepravy. Tento potenciál se však nepodařilo prokázat. Nebyl nalezen potřebný útvar pro sestavení, který by umožňoval bezpečný seskok do něj.

V poslední části diplomové práce byl vytvořen teoretický postup, který by umožnil vytvoření mobilního seskokového kartonového systému i s ověřením statiky tohoto systému. V této části byly uvedeny vlastní návrhy tvaru systému a další možné typy ze zkušeností kaskadérů a pana Pavla Nováka ze společnosti Obal Opava.

Celkově byl kartonový seskokový systém uznán za přijatelný. Z ekonomického hlediska je cenově výhodnější nežli stávající dopadové systémy, efektivnější z hlediska

dopadu těla do dopadové plochy, má lepší technické parametry a nízké požadavky na údržbu. Našel by využití v přípravě hasičských jednotek jako prostředek pro nácvik seskoku a v kaskadérských činnostech. Mohl by být umístěn ve výškových budovách. Uplatnit by se mohl i v běžném životě, například jako záchytná plocha u spících dětí na dvoupatrových postelích. Velké plus by byla ekologičnost a recyklovatelnost systému.

Vznikla ale také řada otázek, které by bylo nutno dořešit před zahájením využívání kartonového systému v praxi. Je potřebné získat informace nejen z českých zdrojů, jak bylo provedeno v diplomové práci, ale provést konzultace také se zahraničními kaskadéry, kteří mají zkušenosti se skoky do krabic z extrémních výšek (Ferdinand Fischer, Německo, skok ze 46 metrů) a kteří by mohli podat ještě objektivnější informace. Je potřebné dořešit základní odolnosti vůči povětrnostním vlivům a hlavně odolnosti vůči vlhkosti a přímému kontaktu s vodou, která obecně papír velmi ovlivňuje. Je tedy nutné podrobit tuto problematiku řadě testů a zkoušek, které nejsou v možnostech jednotlivce.

## 11. LITERATURA

### Tištěné zdroje

- [1] DOHNAL J., LOŠÁK J. *Technické prostředky PO I.* I. vyd. Ostrava: SPBI, 1998. 99 s. Spektrum. Sv. 9 ISBN: 80-86111-22-9
- [2] DVOŘÁČEK P. *Technické prostředky.* Frýdek – Místek: odborné učiliště PO MV. Skriptum.
- [3] LOŠÁK J. *Technické prostředky PO II.* I. vyd. Ostrava: SPBI, 1999. 125 s. Spektrum. Sv. 19. ISBN: 80-86111-45-8
- [4] KOLEKTIV AUTORŮ. *Fire-fighters Handbook. Essentials of Fire fighting and Emergency Response. Second Edition.* New York: DELMAR THOMSON LEARNING, 2000, 980 s. ISBN 1-4018-3575-9
- [5] LORSBACH, P. *Zkušenosti a myšlenky týkající se záchrany seskokem.* Brandschutz 3/88, překlad MV - ředitelství HZS ČR, P 502
- [6] OLDŘICH, V. *1-2-02 Konspekt požární taktika - Záchrana osob z výšky.* I. vyd. Praha: GŘ HZS ČR, 2006, 27 s.
- [7] KOUTEK J., KOCOURKOVÁ J. *Sebevražedné chování.* nakl. Portál s.r.o., 2007. 128 s. ISBN 978-80-7367-349-9
- [8] KOLEKTIV AUTORŮ. *Výcvik se seskokovou matrací.* Cvičební řád jednotek požární ochrany, Metodický list číslo 22 DR5 3. GŘ HZS ČR, 2008, 2 s.
- [9] STRAUS, J. *Biomechanika pádu z výšky.* I. vyd. Praha: Policejní akademie České republiky, 2004, 88 s. ISBN 80-7251-149-1

### Právní předpisy

- [10] Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů.
- [11] Vyhláška č. 49/2003 Sb., o technických podmínkách požární techniky, ve znění pozdějších předpisů.

- [12] Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému, ve znění vyhlášky č. 429/2003 Sb.
- [13] Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 40/2001, kterým se vydává Bojový řád jednotek požární ochrany, ve znění pokynu č. 38/2002 Metodické listy „O“ 1-7, „O“ 10-12, „N“ 6 a „N“ 15
- [14] Vyhláška č. 324/90 Sb., Část IX. Práce ve výškách a nad volnou hloubkou.

## Internetové zdroje

- [15] *Novinky.cz* [online]. 10. 2. 2010 [cit. 2010-03-14]. Mladíci zabíjeli nudu skákáním ze střechy čtyřpatrového domu. Dostupné z WWW: <<http://www.novinky.cz/koktejl/191624-mladici-zabijeli-nudu-skakanim-ze-strechy-ctyrpatroveho-domu.html>>
- [16] *Český statistický úřad* [online]. 2009 [cit. 2010-04-20]. Zemřelí podle seznamu příčin smrti, pohlaví a věku v ČR. Dostupné z WWW: <<http://www.czso.cz/csu/2009edicniplan.nsf/p/4017-09>>
- [17] *Zkoukni to* [online]. 12. 2. 2009 [cit. 2010-04-21]. Jak sundat sebevraha po čínsku. Dostupné z WWW: <[http://www.zkouknito.cz/video\\_37282\\_jak-sundad-sebevraha-po-cinsku](http://www.zkouknito.cz/video_37282_jak-sundad-sebevraha-po-cinsku)>
- [18] *Zkoukni to* [online]. 11. 5. 2009 [cit. 2010-04-21]. Záchrana sebevraha se nedaří. Dostupné z WWW: <<http://www.zkouknito.cz/video-zachrana-sebevraha-se-nedari?m=6516fc8ca5>>
- [19] *Origami* [online]. 4. 1. 2009 [cit. 2010-3-5]. Origami. Dostupné z www: <<http://www.origami.cz/welcome.html>>
- [20] *Origami* [online]. 26. 2. 2010 [cit. 2010-4-15]. Origami. Dostupné z www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Origami>>

## Další podklady

- [21] Materiály pana kpt. Ing. Jakuba Nebesáře
- [22] Informace pana Pavla Nováka ze společnosti Obal Opava

## Seznamy:

### Seznam zkratek

AP	Automobilová plošina
AŽ	Automobilový žebřík
ČSO	Česká společnost origami
ČSU	Český statistický úřad
DP	Diplomová práce
GŘ HZS ČR	Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	Jednotka požární ochrany
MU	Mimořádná událost
OPIS	Operační a informační středisko
PČR	Policie České republiky
RZS	Rychlá záchranná služba
TP	Technické prostředky
VZ	Velitel zásahu
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

## Seznam obrázků

Obr. č.1: Záchrana sebevraha v Číně, “uklouznutí“ sebevraha po seskokové matraci.....	19
Obr. č.2: Neúspěšná záchrana sebevraha v Rusku, nepřítomnost seskokového prostředku.....	19
Obr. č.3: Případy nevyžitelnosti evakuačních technických prostředků - vlevo náhlý skok, vpravo dopad mimo podušky.....	20
Obr. č.4: Záchranná matrace VETTER typ SP 25.....	22
Obr. č.5: Dopadová plocha a čelní pohled na matraci.....	22
Obr. č.6: Záchranná matrace LORSBACH SP 23.....	23
Obr. č.7: Seskoková matrace LORSBACH SP 40.....	25
Obr. č.8: Dopadová poduška typ M2.....	27
Obr. č.9: Záchranná seskoková plachta v provedení TECHNOLEN 09.....	28
Obr. č.10: Vypouštěcí otvory.....	28
Obr. č.11: Evakuační rukáv EUROACE.....	30
Obr. č.12: Kaskadérská činnost – skoky a pády do kartonových krabic.....	31
Obr. č.13: Netradiční skoky do krabic za pomoci odrazových ramp.....	32
Obr. č.14: Skládání krabic a stahování jednotlivých pater.....	33
Obr. č.15: Seskoky do krabic v blízkosti hran systému.....	35
Obr. č.16: Skok Ferdinanda Fichera z výšky 46 metrů do krabic.....	36
Obr. č.17: Ukázka - vlevo tradiční styl origami, vpravo moderní styl origami.....	37
Obr. č.18: Ukázka vyhledaných tvarů origami, ale nevhodných pro řešení DP.....	38
Obr. č.19: Snímky z video sekvence s názvem Silla_China, využití origami v praxi.....	39
Obr. č.20: Schéma pádu těla z výšky.....	40
Obr. č.21: Vodorovný vrh.....	41
Obr. č.22: Šikmí vrh vzhůru.....	41
Obr. č.23: Schéma trajektorie těla při pádu z výšky.....	42
Obr. č.24: Kinematické podmínky pro vrh a pád těla ze zvýšené podložky.....	42
Obr. č.25: Rychlost těla dle typu pohybu.....	43

Obr. č.26: Uzavírání na krabičce Garnier.....	45
Obr. č.27: Objekt A - základní díl.....	45
Obr. č.28: Objekt A a jeho jednotlivé stupně sestavování.....	46
Obr. č.29: Objekt B - hřebenový systém.....	47
Obr. č.30: Objekt B – dvojnásobný hřeben.....	48
Obr. č.31: Objekt B – snížení počtu hřebenů.....	48
Obr. č.32: Skoky ze střechy panelového domu.....	49



## **Seznam tabulek**

Tabulka č.1 - Technické parametry matrace VETTER.....	23
Tabulka č.2 - Základní takticko-technické údaje.....	24
Tabulka č.3 - Množství evakuačních prostředků ve vybraných krajích.....	30
Tabulka č.4 - Rozměry dopadových ploch matrací a podušek.....	44

## Seznam grafů

Graf č.1: Počty sebevražd letech 2003-2009 .....	2
Graf č.2: Sebevraždy v jednotlivých krajích.....	3
Graf č. 3: Nečastější typy sebevražd.....	3
Graf č. 4: Sebevraždy seskokem a pádem z výšky.....	4
Graf č.5: Závislost rychlosti padající osoby na výšce pádu .....	7

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 : Závislost trajektorie tělesa na rychlosti

Příloha č. 1 Závislost trajektorie tělesa na rychlosti

