

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD  
Ústav ošetřovatelství

Tomáš Večeřa

**Speciální činnosti letecké záchranné služby**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Kika

Olomouc 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 10. června

---

podpis

Děkuji leteckému záchranáři Mgr. Tomáši Kikovi za nesmírnou vstřícnost, ochotu, profesionální přístup a čas, který věnoval vedení této bakalářské práce a také za možnost doprovodit bakalářskou práci jeho vlastními fotografiemi.

**Anotace:**

**Typ závěrečné práce:** Bakalářská práce

**Téma práce:** Letecká záchranná služba

**Název práce:** Speciální činnosti letecké záchranné služby

**Název práce v AJ:** Technical aspects of helicopter rescue service

**Datum zadání:** 2020-01-31

**Datum odevzdání:** 2020-06-10

**Vysoká škola, fakulta, ústav:** Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav ošetřovatelství

**Autor práce:** Večeřa Tomáš

**Vedoucí práce:** Mgr. Tomáš Kika

**Oponent práce:**

**Abstrakt v ČJ:** Přehledová bakalářská práce se zabývá záchranou osob leteckou záchrannou službou v limitních podmínkách. Cílem práce je sumarizace aktuálních dohledaných poznatků o speciální činnosti, kterou tato výjezdová skupina může provádět. Z dohledaných vědeckých informací vyplývá, že se jedná o komplexní náročnou činnost, vyžadující vysokou odbornost, fyzickou zdatnost a pravidelný trénink leteckých záchranářů. Při zdravotních komplikacích či nouzi člověka v obtížně přístupné nebo vzdálené lokalitě mohou speciální činnosti významně pomoci při záchraně osoby. Bakalářská práce je zaměřena na dva nejrozšířenější způsoby dosažení a evakuace pacienta, kterými jsou záchrana pomocí palubního jeřábu a podvěsu. Pacienti v kritickém stavu mohou v průběhu evakuace vyžadovat podporu ventilace. Práce proto také popisuje způsoby ventilace pacienta se zajištěnými dýchacími cestami v průběhu evakuace. Poslední část je věnována významu letecké záchranné služby u lavinové nehody. Nasazení záchranářského vrtulníku představuje významný časový benefit a právě čas je klíčový faktor rozhodující o životě, nebo smrti. Předložené poznatky jsou čerpány z databází EBSCO, PubMed a Google Scholar, přičemž bylo použito 27 dohledaných článků.

**Abstrakt v AJ:** This bachelor thesis is focused on the rescue of people by helicopter rescue service in extreme conditions. The aim of this study is to summarize data related to helicopter rescue techniques, which could be provided by this type of emergency medical service. Data obtained from published research articles refer about its complexity and difficulty requiring high expertise, fitness and regular training of air rescuers. Helicopter rescue techniques can significantly help to rescue people in need or people with medical problems who are located in remote area or poorly accesible site. This thesis is focused on two most common rescue methods of reaching and evacuating people. These are Human Hoist Operation and Human External Cargo. Patients in critical condition may require ventilation support. The work also describes ventilation of patients with secured airways during the evacuation. The last part of the work is devoted to an importance of helicopter rescue service in an avalanche accident. Deployment of rescue helicopter represents a significant time benefit. Time plays crucial role determining life or death. Published data were obtained from EBSCO, PubMed and Google Scholar databasis. This bachelor thesis is based on 27 research articles.

**Klíčová slova v ČJ:** helikoptéra, letecká záchranná služba, speciální činnosti, podvěs, palubní jeřáb, lavina, záchrana z laviny, ventilace, zajištění dýchacích cest

**Klíčová slova v AJ:** helicopter, helicopter emergency medical service, helicopter rescue service, helicopter rescue techniques, haul, hoist, human external cargo, human hoist operation, avalanche, avalanche rescue, ventilation, airway management

**Rozsah:** 49 stran/ 13 příloh

## Obsah

Úvod.....	6
1 Popis řešeršní činnosti.....	9
2 Speciální činnosti letecké záchranné služby.....	11
2.1 Záchrana člověka z nepřístupného terénu pomocí palubního jeřábu a podvěsu.....	15
2.2 Speciální činnosti při zajištění dýchacích cest a ventilaci pacienta.....	25
2.3 Činnost letecké záchranné služby při lavinové nehodě.....	30
2.4 Význam a limitace dohledaných poznatků.....	37
Závěr.....	39
Referenční seznam.....	40
Seznam zkratk.....	47
Seznam příloh.....	49

## Úvod

Dosažitelnost zdravotnické pomoci je v případě zdravotních obtíží člověka lidským právem, které je v mnoha případech omezováno. Limitujícími faktory pro poskytnutí zdravotní péče jsou často nebezpečné podmínky ohrožující záchranáře či nepřístupnost daného místa pro pozemní posádku záchranářů. Navzdory mnoha kontroverzím může časová prodleva v případě závažného poranění nebo onemocnění ohrozit zotavení či vůbec přežití pacienta (Tomazin et al., 2011, s. 335). Jednou z forem poskytování odborné zdravotnické péče ve ztížených podmínkách je letecká záchranná služba (LZS). Je-li vrtulník nasazen, může významně urychlit dobu prvního kontaktu zdravotníků s pacientem při poskytování kvalifikované přednemocniční péče (PNP) a následně i péče nemocniční, zejména u život ohrožujících stavů a tam, kde je časový faktor jednoznačným benefitem pro pacientův výsledný stav (SUMMK ČLS JEP, 2018, s. neuvedena). V případech ztíženého nebo naprosto nemožného pozemního přístupu k pacientovi je tak zásah LZS velice přínosný (Sviták, 2019, s. 24). V místě, kde vrtulník nemůže standardně přistát a pacient vyžaduje poskytnutí odborné zdravotnické péče, mohou být letečtí záchranáři nuceni dosáhnout nebo vyprostit dotyčného jiným než pozemním způsobem (Kolektiv autorů, 2018, s. 26). V takovém případě mohou být využity speciální záchranné a jistící pomůcky, pro jejichž nasazení se využívá pojem speciální činnost (SČ) (Kolektiv autorů, 2019, s. 30). Vrtulníky provádějící záchranné mise v horském terénu by proto měly být vybaveny nejlépe palubním jeřábem. Alternativou se také jeví využití podvěsu. Časná záchrana a přesun zdravotnické péče do místa události a rychlý transport pacienta do vhodného zdravotnického zařízení tak může výrazně prospět pacientovu zdraví (Tomazin et al., 2011, s. 335 - 338). V souvislosti s tímto je možné si položit otázku: Jaké existují aktuální poznatky o speciálních činnostech LZS?

Cílem práce je sumarizovat aktuální dohledané poznatky a podat komplexní informaci o speciálních činnostech LZS.

Cíl bakalářské práce je specifikován ve třech dílčích cílech:

1. Sumarizovat aktuální dohledané poznatky o záchraně osob z nepřístupného terénu s užitím podvěsu či navijáku.
2. Sumarizovat aktuální dohledané poznatky o speciálních činnostech při zajištění dýchacích cest a ventilaci pacienta.

3. Sumarizovat aktuální dohledané poznatky o činnostech LZS při lavinové nehodě.



## Seznam vstupní literatury:

KOLEKTIV AUTORŮ. *Dokument expertní pracovní skupiny ke stavu a budoucímu rozvoji LZS v ČR.* SUMMK ČLS JEP, 2018. Dostupné také z: [https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018\\_LZSVCR-1.pdf](https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018_LZSVCR-1.pdf)

KOLEKTIV AUTORŮ. *Manuál letecké výjezdové skupiny: výcvikový manuál.* 2019. Praha: Vzdělávací a výcvikové středisko, Zdravotnická záchranná služba hl. m. Prahy, 2019. ISBN 978-80-907428-1-9

SUMMK ČLS JEP. *Indikační kritéria pro nasazení letecké záchranné služby (LZS).* 2018. Dostupné také z: [https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018\\_LZS.pdf](https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018_LZS.pdf)

SVITÁK, Roman. Péče o pacienty se závažným úrazem a význam LZS v této péči. *Urgentní medicína.* 2016, **19**(3), 24. ISSN 1212-1924.

TOMAZIN, Iztok et al. Medical Standards for Mountain Rescue Operations Using Helicopters: Official Consensus Recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *High Altitude Medicine & Biology* [online]. 2011, 12(4), 335-341 [cit. 2019-11-23]. DOI: 10.1089/ham.2010.1096. ISSN 1527-0297. Dostupné z: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ham.2010.1096>

# 1 Popis rešeršní činnosti

*Pro dohledání validních informací byl použit standardní postup rešeršní činnosti.*

## Vyhledávací kritéria

Klíčová slova v češtině: vrtulník, letecká záchranná služba, lanové techniky, speciální činnosti, podvěš, palubní jeřáb, záchrana, letecká záchrana, horská služba, lavina, lavinová nehoda, záchrana z laviny, ventilace, zajištění dýchacích cest, trauma

Klíčová slova v angličtině: helicopter, hems, helicopter emergency medical service, air medical, air ambulance, medevac, rope, rope rocedures, helicopter rescue techniques, short haul, hoist, winch, human hoist operation, human external cargo, rescue, helicopter rescue, mountain rescue, avalanche, avalanche accident, avalanche rescue, ventilation, airway management, trauma

Jazyk: angličtina, čeština

Období: 2004-2019

Další kritéria: recenzovaná periodika, plné texty



## Databáze

EBSCO, PubMed, Google Scholar



## Nalezeno

619 článků



## Vyřazující kritéria

Název, abstrakt nebo obsah článku neodpovídal cílům práce, duplicitní články, kvalifikační práce



## Sumarizace využitých databází a dohledaných dokumentů

EBSCO:217

PubMed: 75

GoogleScholar:327



### **Sumarizace vybraných nejvýznamnějších dohledaných periodik s IF a dokumentů**

Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine – 6 článků

Resuscitation - 4 články

Injury - 4 články

Wilderness & Environmental Medicine - 3 články

The American Journal of Emergency Medicine - 2 články

The Annals of Occupational Hygiene - 1 článek

Canadian Medical Association Journal - 1 článek

Acta Anaesthesiologica Scandinavica - 1 článek

Emergency Medicine Australasia 1 článek

Emergency Medicine Journal - 1 článek

Natural Hazards - 1 článek

Recenzovaná zahraniční periodika:

Air Medical Journal - 2 články



### **Počet použitých dokumentů**

Pro tvorbu bakalářské práce bylo použito 27 článků dohledaných rešeršní činností

*Celkový přehled použitých zdrojů je uveden v referenčním seznamu.*

## 2 Speciální činnosti letecké záchranné služby

Neoddělitelnou součástí organizace PNP v České republice (ČR) a dalších vyspělých zemích je LZS, jejíž forma je často označovaná také jako Helicopter Emergency Medical Service (HEMS). Tento typ výjezdové skupiny (VS) zdravotnické záchranné služby (ZZS) doplňuje efektivní systém pozemních složek ZZS, které jsou základní formou PNP. S cílem dosáhnout kvalitní péče pro pacienty a rovněž maximální bezpečnosti pro všechny strany, je poskytování této služby rozvíjeno již několik desítek let (Kolektiv autorů, 2018, s. 4-5).

Efektivní systém LZS je kombinací nákladné vyspělé techniky (helikoptéry, komunikační technologie atd.) a podstatně důležitější skupiny dobře organizovaných, vycvičených a erudovaných lidí (posádka vrtulníku, pracovníci operačního střediska apod.). Z pohledu pacienta by měla být péče o závažné poranění či onemocnění dobře koordinovaná a plynule navazující, počínaje vytočením čísla tísňového volání, po přilet vrtulníku a následnou péči (Tomazin et al., 2012, s. 2-5). LZS může být aktivována na základě požadavku pozemní posádky ZZS, častěji je však vzlet vrtulníku indikován přímo na podkladě přijatého tísňového volání. Prioritně LZS zajišťuje PNP u traumat a neúrazových stavů. Tyto zásahy jsou označovány jako primární. (SUMMK ČLS JEP, 2018, s. neuvedena).

Pacient může být letecky přepraven také mezi zdravotnickými zařízeními za účelem specializované nebo definitivní péče. Tyto transporty se řadí mezi sekundární zásahy, neznamená to však, že by z hlediska času mnohdy nebyly neodkladné. Vzlet může být proveden také za účelem přepravy zdravotníků, léků, jiného materiálu či pro účely transplantačního programu (Dobiáš et al., 2012, s. 637). V ČR je momentálně 10 stanovišť, na kterých činnost LZS provádějí státní subjekty (Policie a Armáda) a dále soukromí provozovatelé. V krajích, kde tato VS nemá základnu, je činnost poskytována primárně LZS ze sousedních krajů (Kolektiv autorů, 2019, s. 6).

Cílem takto organizované PNP je dosáhnout kvalitní péče o pacienty nacházející se ve ztížených podmínkách pro poskytnutí zdravotnické pomoci nebo v situacích, kde časový faktor je jednoznačným benefitem pro jejich výsledný zdravotní stav. Typickým příkladem takové situace jsou vážné zdravotní komplikace pacienta v nepřístupném horském terénu. Dostupnost LZS ovlivňuje celá řada faktorů, např. doba aktivace, což je čas od doby tísňového volání do vzletu vrtulníku, jak ukazují výsledky retrospektivní observační studie 6121 na sebe navazujících misí devíti základen HEMS umístěných v horských regionech čtyř

zemí (Slovinska, Rakouska, Švýcarska a Španělska). Přestože byly tyto základny umístěny v horském prostředí, všechny helikoptéry LZS, které se projektu zúčastnily, operovaly rovněž v rovinaté krajině. Vzájemný poměr zásahů v horách vůči těm v rovinatém terénu nicméně nebyl podroben zkoumání. Podkladem této studii byly pouze primární mise uskutečněné za denního světla. Jednotkou měření času byly minuty a celkový zdravotní stav pacienta byl definován pomocí skóre „National Advisory Committee for Aeronautics“ (NACA). Zda existuje souvislost mezi těmito parametry, byla také jednou z otázek, kterou se autor zabýval. Na základě výsledků studie ale vzájemnou souvislost vyvrátil s tím, že celkový zdravotní stav pacienta definovaný pomocí skóre NACA nebyl ovlivněn časy aktivace a doletu a nedošlo tak ke zhoršení zdravotních komplikací pacientů. Z analýzy dat vyplynulo, že průměrná doba aktivace činila 7,3 minut, s rozpětím od 2,9 do 17 min. a průměrný čas přiblížení (čas od doby tísňového volání po dolet k místu incidentu) 19,6 min. Velice významným zjištěním bylo, že státní provozovatelé (policie nebo armáda) měli ve srovnání s nestátními (soukromými) provozovateli podstatně delší dobu aktivace (14 versus 4 min.) a dobu přiblížení (36 versus 15 min.). Další faktorem, který ovlivňoval zkrácení aktivačního času, byla vzájemná vzdálenost mezi jednotlivými základnami HEMS. Základna, která byla vzdálená 90 km od jiné, měla průměrnou dobu aktivace méně než 3 min., což je méně, než měly základny, jejichž vzájemná vzdálenost nebyla tak velká. Průměrná doba aktivace na těchto základnách byla 7 min. Důležité je brát v potaz geografické charakteristiky místa, kde se základna nachází. Proměnnou, která nezanedbatelně zkracuje dobu aktivace, je rozloha oblasti, kterou LZS svou činností pokrývá. Základny s větší operační plochou (1 450 km<sup>2</sup>) ve srovnání se základnami s menším působištěm (750 km<sup>2</sup>) měly kratší dobu aktivace, dodávají autoři nakonec (Tomazin et al., 2012, s. 1-10). Kvalita poskytované péče také úzce souvisí se znalostmi a dovednostmi jednotlivých členů posádky. Nezbytná je souhra všech členů posádky v rámci jakékoliv prováděné činnosti, podmiňující nejvyšší možnou míru kvality péče a bezpečnosti. Všichni členové posádky HEMS jsou podřízeni legislativě, která se týká jejich vlastní role při provádění činnosti LZS, která je velice specifická (Kolektiv autorů, 2018, s. 29).

Posádka vrtulníku (viz obrázek 1 v příloze 1) je minimálně tříčlenná, přičemž platí, že velitelem letadla je pilot. Lékař a nelékařský zdravotnický pracovník pak tvoří zdravotnickou část posádky. Takové schéma dodržují zejména soukromí provozovatelé. Toto základní složení je v případě státních provozovatelů v ČR, kterými jsou Policie ČR a Armáda ČR, doplňováno dalšími členy technické posádky. Může se jednat o palubního inženýra nebo

dalšího pilota. Členem technické posádky, neboli Technical Crew Member (TCM) může být i zdravotník, musí ale pravidelně podstupovat k tomu určená školení. Pro všechny další členy posádky se používá označení Hems Crew Member (HCM). Složení posádky LZS soukromých provozovatelů se obecně řídí zvláštním leteckým předpisem „SPA.HEMS.130“. Ten také udává, že v případě noční mise jsou pro uskutečnění mise vyžadováni alespoň dva piloti nebo jeden pilot a jeden TCM (Kolektiv autorů, 2019, s. 31).

Členové posádky LZS tvořící její zdravotnickou část (HCM) by měli být silní po psychické a fyzické stránce, trénovaní v záchraně v horách a horské medicíně, aby byli schopni pracovat bezpečně i v náročných podmínkách, jak dokládají výsledky výzkumu zaměřeného na analýzu znalostí a dovedností nezbytných k provádění záchranných prací ve vysokohorském prostředí. Po vyloučení záchranných misí, které se neodehrávaly v horském terénu, netechnických zásahů (např. dopravní nehody či sekundární zásahy) a také zásahů odehrávajících se v prostředí upravených sjezdovek bylo z období jednoho roku do studie zahrnuto 452 z 2731 záchranných operací čtyř základen LZS. Dvě základny LZS se nacházely v oblasti Walliských Alp (Švýcarsko a Západní Alpy) zahrnující 246 z původních 1082 záchranných misí a dvě v Tyrolsku (Rakousko a Východní Alpy) které registrovaly 206 z 1649 operací. Každá mise podléhala analýze z hlediska nadmořské výšky, obtížnosti terénu dle škály Union Internationale des Associations d'Alpinisme (UIAA) pro skalnatý a členitý terén a z hlediska strmosti u ledových štítů a ledovců. Z analýzy vyplynulo, že nejméně 30.7 % všech operací vyžadovalo u záchranářů pokročilé dovednosti pohybu ve vysokohorském prostředí, v 6.0 % odpovídala náročnost terénu III° a ve 2.4 % IV° škály UIAA. Zhruba 1.5 % z celkového počtu misí se odehrávalo v ledových štítech strmějších více než 50° . V oblasti Walliských Alp byly pokročilé dovednosti vyžadovány v 36,9 % vybraných operací, kdežto v Tyrolsku se jednalo o 30,1 %. Ve srovnání s Tyrolskem je totiž terén v západních Alpách obtížnější. Aby byli záchranáři schopni pracovat bezpečně v 90 % všech záchranných operací, musí za příznivých podmínek zvládat pohyb v terénu o obtížnosti IV° škály UIAA a na 50° strmém ledovém svahu v kombinaci s adekvátní prací s lanem, ovládnutím technik jištění a znalostí možných rizik, jako jsou např. laviny, pády kamení a ledu (Küpper et al., 2013, s. 1180-1186).

Bezpečnost je jednou ze zásadních podmínek provádění letecké záchrany. Aby mohli jednotliví členové posádky LZS účinně vykonávat svou úlohu v záchranné akci, měli by být vhodně vystrojeni a vyzbrojeni. Výbava členů posádky závisí na místních podmínkách, počasí

a také na jejich úloze. Pochopitelně by měl ale každý nosit bezpečnostní postroj a helmu. Při speciálních činnostech (SČ) by měl být ideálně zvolen takový typ helmy, který je certifikovaný i na horolezeckou činnost a je schopen ochránit hlavu např. před padajícím kamením. Helma by měla umožnit rádiovou komunikaci mezi všemi členy posádky, operačními středisky a dalšími záchrannými složkami (Tomazin et al, 2011, s. 339). Důležitost ochranných rukavic by neměla být opomíjena. V případě HCM je součástí výbavy také materiál a pomůcky, které budou potřeba k ošetření a evakuaci pacienta, včetně léků (viz obrázek 2 v příloze 1) (ATE, 2018, s. 3-5). Silné obousměrné rádiové spojení by mělo zajistit zřetelnou komunikaci nejen mezi členy posádky LZS. V některých případech je ale nutná komunikace pomocí předem domluvených vizuálních signálů, např. u SČ (Generální štáb Armády ČR a generální ředitelství HZS ČR, 2019, s. 22).

### **Speciální činnosti LZS**

V případě nepřístupnosti pacienta pro pozemní posádky a nemožnosti jeho dosažení běžným způsobem činnosti LZS, mohou být využity zvláštní pomůcky a techniky, které posádce vrtulníku umožní či usnadní přístup k osobě vyžadující odbornou pomoc. Pro tyto odborné postupy se používá označení speciální činnosti. Přítomnost zdravotníka u indisponované osoby, který je schopen zajistit základní životní funkce a zmírnit utrpení podáním analgezie již v první fázi záchranné akce, je ve výsledku častokrát výhodnější, než kdyby byla zdravotnická fáze odloučena od technické části zásahu (Kolektiv autorů, 2018, s. 26-30). SČ LZS mohou být prováděny přímo na základě zhodnocení tísňové výzvy, pak se let označuje jako „H 1/1“. Někdy však mohou být SČ aktivovány až na podkladě zhodnocení situace pozemní posádkou a let se tak označuje „H1/2“. V České republice není tato činnost jednotně definovaná na národní úrovni a její provádění je založeno na dohodě uzavřené mezi provozovatelem LZS a ZZS kraje, kde to vyžadují lokální podmínky (např. obtížně přístupný terén) (Kolektiv autorů, 2019, s. 30-31). SČ nemusí být prováděny pouze v případě již přítomného zdravotního deficitu, zvláštní úlohou LZS jsou i zásahy uskutečňované s cílem odvrátit nebezpečí vzniku závažné zdravotní indispozice (SUMMK ČLS JEP, 2018, s. neuvedena).

Ideálním vybavením LZS pro SČ se jeví palubní jeřáb (PJ.) Zásahy s jeho využitím jsou označovány jako „Human Hoist Operation“ (HHO). Alternativou k PJ se jeví využití

podvěsu, kdy jsou osoby zavěšeny pod vrtulníkem na laně o fixní délce. V takovém případě se tato technika SČ označuje jako „Human External Cargo“ (HEC) (Tomazin, 2011, s. 338).

## **2.1 Záchrana člověka z nepřístupného terénu pomocí palubního jeřábu a podvěsu**

Významným faktorem přežití u závažných zdravotních komplikací je čas. Zejména v hornatém terénu, tak může nasazení LZS podstatně zkrátit trvání záchranné akce a kladně se promítnout v pacientově zdravotním stavu. Obtížný a nepřístupný terén pilotovi velice často neumožňuje přistání blízko místa neštěstí a musí být využity techniky SČ. Vrtulníky dominující touto specializací k místu incidentu transportují odbornou zdravotní péči, díky které pak pacient může přežít nejenom transport do zdravotnického zařízení (Pietsche et al., 2019, s. 1). Před zahájením záchranné operace se celá posádka helikoptéry domluví na ideálním průběhu akce a také na náhradním řešení, v případě nově vzniklých okolností a problémů. Cílem je maximální možná eliminace vzniku komplikací (ATE, 2018, s. 4-5 – 4-6). Od konceptu provozování LZS v dané zemi se odvíjí také způsob provádění SČ. LZS často provozují státní i civilní složky a není výjimkou, když každá disponuje jinou technikou a tak i možnostmi provádění SČ. Velikou výhodou je, pokud se složky vzájemně doplňují, jak je tomu např. v jednom regionu Norska, kde je zavedený koncept provozování LZS velice specifický. Provozovatelé se navzájem liší typem vrtulníku, počtem členů tvořících posádku, vybavením a také vlastní aktivací. Armádní systém LZS, aktivuje zejména speciální koordinační středisko pro záchranu spadající pod policii a civilní systém HEMS naopak zdravotnické operační středisko. HEMS systém je primárně určen pro pacienty se závažnými zdravotními komplikacemi. Technická záchrana a pátrání, neboli mise „Search and Rescue“ (SAR) jsou pak spíše doménou druhého provozovatele. Oba systémy jsou však propojeny, což dokládají výsledky retrospektivní observační studie, do které bylo z období 5 let zahrnuto 721 pacientů. Oba provozovatelé provedli téměř identický počet misí, armádní systém 359 a HEMS 362. Zdravotním komplikacím pacientů dominovaly ve 48% traumata, dále interní stavy ve 21% a v 9% se jednalo o psychiatrickou indikaci. Nejčastější zdravotnickou intervencí byla fixace zlomeniny v 6 % a dále zajištění dýchacích cest (DC) orotracheální intubací (OTI), která je odbornou veřejností považována za vhodnou metodu této intervence, u 3 % všech pacientů. Systém HEMS registroval u svých pacientů v průměru vyšší skóre NACA (3), než armádní provozovatel (2) a mise SAR oproti misím spadajícím zejména do působnosti HEMS zaznamenaly rovněž nižší průměrné hodnoty tohoto skóre (NACA 1 resp.



3). Evakuace pacienta palubním jeřábem nebo v podvěsu proběhla u 20 % všech zachraňovaných. Armádní LZS, která provedla 59 evakuací v rámci SAR misí a 62 v rámci misí spadajících spíše do činnosti HEMS, počtem evakuací výrazně převyšovala civilní složku, neboť ta provedla evakuaci pouze při 6 SAR a 14 HEMS misí. Potvrdila se úvodní hypotéza, že obě složky se svou činností navzájem doplňují. Armádní vrtulníky však provádějí časově náročnější mise, zasahují nad mořskými vodami a dokážou zachraňovat v extrémnějších podmínkách. Jejich činnost se týká spíše technické záchrany a je více komplexní. Provozovatel HEMS poskytuje odbornější zdravotnickou péči a v průměru zachraňuje pacienty s horším zdravotním stavem (Reid et al., 2019, s. 155-162).

Nepříznivé vnější podmínky mohou i přes maximální snahu a nasazení posádky HEMS znemožnit dostupnost nemocniční péče v rámci tzv. „zlaté hodiny“. Špatné počasí, nutnost provedení SČ či velká vzdálenost do traumacentra, tak mohou v případech potenciálního, až přímého ohrožení života pacienta výrazně omezit jeho šanci na přežití. V situacích, kdy není možné dopravit pacienta do 1 hodiny k cílové nemocniční péči, je důležitým faktorem přežití pacienta provedení život zachraňujících terapeutických intervencí přímo na místě události, jak dokazují výsledky švýcarské studie. Do studie, které se zúčastnila švýcarská LZS „Air Zermatt“ bylo zahrnuto 842 pacientů o závažnosti zdrav. stavu dle škály NACA > 2, kteří byli evakuováni v rámci SČ. 316 (37 %) misí se odehrávalo v obtížném a 437 (52%) v extrémně obtížném vysokohorském terénu. Bylo zjištěno, že průměrný čas aktivace byl 5 min. a čas doletu k místu incidentu 26 min. 254 pacientů (30 %) bylo dokonce potenciálně či přímo ohroženo na životě (NACA ≥4). Dominovaly úrazy dolních končetin (391), poranění horní končetiny (250) a následovala poranění hlavy a páteře. V 89 případech se jednalo o netraumatické zdravotní komplikace, které byly v porovnání s traumaty spojeny se závažnějším zdravotním stavem. Terapeutické intervence na místě incidentu předcházely evakuaci u 775 pacientů (92 %). Analgérie před evakuací byla provedena v 572 situacích (68 %) a po provedení SČ u 67 pacientů. OTI byla provedena u 29 pacientů před a u 14 poté. V rámci „zlaté hodiny“ bylo do nemocnice transportováno 33 % vážně zraněných pacientů (NACA 4-6). Tyto náročné záchranné operace vyžadují nejen výborné vzdělání v oboru, ale i manuální zručnost a pravidelný trénink, dodávají v závěru autoři (Pietsche et al., 2019, s. 1-7). Dlouhá přednemocniční fáze v kombinaci se závažným poškozením zdraví klade na záchranáře vysoké nároky, jak potvrzují Ausserer et al. (2017). Traumata tvoří většinu stavů, ke kterým je LZS vyslána. Rychlé efektivní zhodnocení

pacientova zdravotního stavu, vhodná terapie a časný a zároveň šetrný transport zraněného, vyžadují u leteckých záchranářů, kteří v nepřístupném a vzdáleném terénu zasahují, znalost speciálních postupů PNP o traumata, označované také jako „Advanced Trauma Life Support“ (ATLS). Vlivem těchto život zachraňujících intervencí na zdravotní stav pacienta v prostředí LZS se zabývala studie, do které bylo zařazeno 58 vážně zraněných osob uvedených v mezinárodním registru traumat nemocnice v Innsbrucku, který shromažďuje data o vážně zraněných pacientech, k jejichž úrazu došlo ve špatně přístupném horském terénu. Podmínkou zahrnutí do studie bylo splnění min. jednoho z těchto kritérií: systolický krevní tlak (TK) <90 mm Hg, počet dechů <10' nebo >30' a skóre dle Injury Severity Score (ISS)  $\geq 16$ . Vůbec nejčastějším mechanismem poranění byl pád. Více než 62 % záchranných akcí se odehrávalo v náročném terénu a s tím souvisí také evakuace pacienta v rámci speciální činnosti LZS, ke které došlo ve 40 případech. V součinnosti s pozemními záchranáři horské služby proběhlo 11 operací. Průměrný čas zásahu do předání pacienta v nemocnici byl  $80 \pm 44$  min. a u 10 pacientů fáze PNP přesáhla 120 min. Skóre ISS v průměru odpovídalo  $34 \pm 18$  bodům. Život ohrožující byly nejčastěji zranění v oblasti hlavy, krku a hrudníku. ATLS nebylo prováděno pouze u 1 osoby, která byla základně ošetřena. Žilní vstup byl zajištěn u 57 osob, se zahájením tekutinové resuscitace v 83 %. Více než polovina byla zanalgetizována a 21 pacientů bylo intubováno. Dohromady bylo ve velmi vážném stavu 31 pacientů. V případech, kdy je ohroženo zdraví pacienta nebo HCM nepříznivými okolními podmínkami, může být evakuace upřednostněna před ATLS intervencemi na místě události. K tomu došlo u 10 pacientů, kteří byli ošetřeni vzápětí. Zbývajících 75 % evakuovaných bylo přednostně ošetřeno na místě a následně transportováno. Život zachraňující úkony byly následně v nemocnici provedeny u 14 pacientů. U některých pacientů ani správné provedení ATLS intervencí nezvrátilo zlou prognózu. V přednemocniční péči zahynuli 4 a v nemocnici 6 pacientů (Ausserer et al., 2017, s. 20-24).

Špatný pozemní přístup k pacientovi není pouze typickou vlastností vysokohorského prostředí. Britská studie autorů Ellertona a Gilbertové (2010) dokládá potřebu specializace pro SČ u tamějších LZS, které operují ve špatně dostupném terénu Velké Británie. Nejméně ve 34 % zkoumaných případů by využití SČ výrazně usnadnilo a urychlilo transport pacienta do zdravotnického zařízení. Výchozí dokumenty studie tvořily výjezdové záznamy horské služby z oblasti Lake District. Autoři spolu se členy místní horské služby zakreslili do mapy ideální přístupové cesty k místu přistání helikoptéry, které bylo definováno jako prostor

o ploše čítající minimálně 50 m v průměru a o sklonu svahu do 15°. Každé místo události bylo zkontrolováno s cílem určit, zda je možné z něj evakuovat pacienta v rámci speciální činnosti. Zkoumaný vzorek čítal celkem 119 osob, při jejichž záchraně mohla být potřebná evakuace LZS. Průměrná horizontální vzdálenost transportu zraněného od místa incidentu k helikoptéře by činila 250 m a 26 pacientů by muselo být k helikoptéře transportováno trasou delší než 400 m. Helikoptéry LZS operující v nepřístupném terénu by proto měly disponovat potřebným vybavením a jejich posádky by měly být vyškoleny pro tyto případy (Ellerton et Gilbert, 2010, s. 56-59).

Obecně se způsob provádění SČ mezi jednotlivými provozovateli LZS vzájemně liší. Každá společnost provozující LZS má vlastní metodiku, podrobně popisující průběh správně vykonávané dané techniky SČ. V metodice jsou uvedeny také povolené, resp. dostupné evakuační prostředky (EP) vhodné k provádění technické záchran. LZS společnosti „Life Flight“ se základnou v Salt Lake City v Utahu k evakuaci 214 osob v rámci 171 záchranných operací používala v roce 2011 3 různé EP. Z 39 % dominovala evakuace pomocí evakuační sedačky, 31 % pacientů bylo vytaženo v transportním vaku a 30 % zachraňovaných osob bylo evakuováno v záchranné síti. U 61 % všech pacientů provedla posádka restrikcí pohybu krční páteře krčním límcem. Retrospektivní studie autorů J. Carpentera a F. Thomase (2013) se zaměřila na analýzu-záchranných misí prováděných v nepřístupném terénu v období 10 let (2001-2011). Akce prováděné nad vodní plochou a noční mise tato LZS neprovádí a tudíž do výzkumu nebyly zahrnuty. Indikací k provedení SČ byly nejčastěji úrazy spojené s pádem (38 %), uvíznutí (21 %) a v 8 % úrazy související se zimními sporty. U 5 osob byla prováděna KPR před tím, než záchranář dosáhl pacienta a 12 osob bylo prohlášených za mrtvé. Průměrná nadmořská výška, ve které byly prováděny záchranné akce činila  $2\,282 \pm 453$  m n. m. (Carpenter et al., 2013, s. 98-101). Zvolení správného EP pro záchrannou akci je nezbytné. Výběr EP se odvíjí od povahy zdravotních komplikací pacienta a místních podmínek (ATE, 2018, s. 3-1).

### **Evakuační prostředky**

Pokud zdravotní stav pacienta vyžaduje transport a evakuaci v poloze vleže, vhodným EP je záchranný vak (viz obrázek 3 v příloze 2) Platí, že pacient by měl být vytahován v doprovodu HCM, který monitoruje jeho aktuální zdravotní stav a v případě potřeby je mu rovněž psychickou podporou. Protože se tento prostředek snadno roztáčí, HCM

může správnou manipulací antirotační brzdy, která je součástí vaku, stabilizovat jeho polohu. Včas zahájený dopředný let je však hlavním faktorem, který rotaci omezuje. Protože záchranný vak nemá pevné dno, musí být používán v kombinaci s celotělovou vakuovou matrací. Záchranná síť slouží rovněž k evakuaci a transportu osoby v horizontální poloze. Nicméně v síti se nad i pod osobou nesmí nacházet žádné volné předměty, jako je např. izotermická folie, které by mohly ohrozit bezpečnost provádění SČ LZS. (ATE, 2018, s. 3-1). V případě přepravy pacienta v celotělové vakuové matraci může být tento EP také použit. Další EP pro své využití vyžadují přítomnost vědomí zachraňované osoby a její schopnost udržet se ve vertikální poloze. Evakuační sedačka (viz obrázek 4 v příloze 2) je určena k záchraně pacienta na krátké vzdálenosti. Protože vyhovuje dospělým i dětem, je pro tento typ záchrany vhodná. Záchranný popruh se nasazuje pod paže kolem hrudníku a slouží k evakuaci nezraněných osob. Aby evakuovaná osoba nevyklouzla z popruhu, v průběhu transportu musí držet ruce pod úrovní svých paží. Všechny vyjmenované EP lze využít při HHO i HEC (Phillips, 2013, s. 65-72).

Evakuace pomocí záchranného popruhu poměrně významně negativně ovlivňuje ventilační parametry plic, jak vyplývá z výsledků randomizované kontrolované zkřížené studie. Autor Murphy et al. (2011) se ve své práci zaměřili právě na vlastnosti respiračního systému při evakuaci pacienta různými EP. Součástí studie byla praktická část, která probíhala na simulátoru palubního jeřábu a zahrnovala celkem 27 zdravých dobrovolníků (12 žen, 15 mužů). Průměrný věk se pohyboval v rozmezí 35-44 let, průměrná váha a výška byly 75 kg resp. 174 cm a průměrné Body Mass Index 24,5. U respondentů byly průběžně měřeny respirační parametry jako vitální kapacita plic (VC), usilovně vydechnutý objem za 1 sekundu po maximální nádechu (FEV1), dále poměr FEV1/VC a inspirační kapacita plic (IC). Každý figurant podstoupil 5 měření, 1 kontrolní vsedě a další 4 v rámci EP. Dále byly sledovány jako sekundární parametry také hodnoty dechové a srdeční frekvence a saturace krve (SpO<sub>2</sub>) kyslíkem. Z důvodů vyloučení některých výsledků bylo nakonec použito 24 měření evakuace záchranným popruhem a 26 měření u zbývajících EP. Výsledky výzkumu potvrdily předešlé hypotézy a při simulaci evakuace záchranným popruhem se od kontrolního měření lišily nejvíce. Při použití tohoto EP bylo FEV1 v průměru nižší o 0,63 l, VC o 0,92 l a IC o 0,87 l. Tepová a dechová frekvence v rámci jedné minuty při evakuaci touto metodou vzrostla průměrně o 11,5 tepů respektive o 3,2 dechů a SpO<sub>2</sub> kleslo

o 3 %. Jedná se o užitečné informace, nicméně změna hodnoty těchto ukazatelů může být spojována se stresem, bolestí a pocitem úzkosti v průběhu evakuace. Také bylo zjištěno, že při evakuaci figuranta vleže na nosítkách došlo k mírnému snížení VC, nicméně IC vzrostla průměrně skoro o 0,5 l (Murphy et al., 2011, s. 123-126).

## **Human Hoist Operation**

HHO (viz obrázky 5-13 v příloze 3) je technikou SČ, při jejímž provádění je HCM nebo pacient zavěšen na ocelovém laně PJ a za účelem vysazení či evakuace je spouštěn nebo vytahován (Kolektiv autorů, 2019, s. 32). Záchrana pomocí PJ je velice efektivní. Naproti jiným záchranným technikám SČ, jejichž provedení je časově náročnější, PJ významně zkracuje dobu dosažení pacienta, resp. pacientův první kontakt s odbornou zdravotnickou péčí. Zároveň zkracuje dobu, kterou je záchranář ve visu pod vrtulníkem. Nevýhodou může být vyšší pořizovací cena a nutnost pravidelné údržby. Obsluha palubního jeřábu pracuje jištěná z otevřených dveří a ovládání jeřábu provádí z ovladače, ze kterého může odečítat odmotanou vzdálenost lana. (Phillips, 2013, s. 42-53). V závislosti na typu vrtulníku jsou LZS vybaveny různými typy PJ. U vrtulníků společnosti „Air Transport Europe“ (ATE) typu Agusta A-109 K2 je maximální délka lana 50 metrů a max. nosnost 204 kg, celková délka lana jeřábu helikoptéry Bell 429 stejné společnosti činí 88,4 m s nejvyšší povolenou nosností 249 kg. S ocelovým lanem PJ se musí zacházet šetrně. Jakékoliv poškození může skončit tragicky pro pacienta i HCM. Z důvodů eliminace možného poškození, by lano nemělo být od své vertikální osy vychýleno o více než 15°. Rovněž nesmí být vystaveno žádným pádům a nárazům. Pokud by došlo k působení rázové síly vlivem popisovaného pádu u dospělé osoby, muselo by být lano před následující misí vyměněno (ATE, 2018, s. 4-3) Konec lana je zakončen hákem s automatickým zámkem, do kterého se zajistí záchranáři nebo pacient. Pokud se lano beznadějně zamotá nebo dojde k nouzové situaci na palubě vrtulníku, může TCM lano přerušit. V průběhu vytahování pacienta jeřábem může být použito další pomocné lano, které je připevněno k nosítkům a nataženo na zem, kde je obsluhován jeho druhý konec. Helikoptéra může vlivem vzdušného proudu rotoru snadno roztočit nosítka, a proto může být žádoucí jejich stabilizace ze země. Proti rotaci ale běžně slouží antirotační křídlo transportního vaku, se kterým může letecký záchranář manipulovat a regulovat tak rotaci. Techniku provádění HHO lze rozlišit na statickou a dynamickou. Při první se vrtulník přiblíží nad místo události, spustí záchranáře a setrvává ve stejné pozici, než dojde k vytažení

posádky s pacientem. Záchranář je ale po celou dobu vystaven proudu vzduchu. Naopak při „Dynamic Hoist Technique“ spouštěný záchranář dosáhne místa v okamžiku, kdy je vrtulník nad místem incidentu. Po odpojení se od lana PJ vrtulník opouští místo a vrací se tehdy, když je záchranář s pacientem připraven k evakuaci. Zatímco helikoptéra opouští lokaci, probíhá zvedání jeřábem (Phillips, 2013, s. 42-53). Chování břemene na laně ovlivňuje výška, vlastní hmotnost a také vlastní tvar. Dále také proud vzduchu rotoru a to zejména ve vzdálenosti 1-1,5 násobku průměru rotoru pod vrtulníkem, tedy zhruba 10-15 metrů. Jeho klidnou polohu nejefektivněji stabilizuje včas zahájený dopředný let. V extrémních povětrnostních podmínkách, které neumožňují stabilní a kontrolovaný pohyb vrtulníku, nesmí být SČ prováděny. Použití PJ také není doporučováno v blízkosti bouřek (ATE, 2018, s. 4-1 – 4-11).

V horském prostředí o vysoké nadmořské výšce se může velice často a nepředvídatelně měnit počasí. Vlivem špatného počasí a následné hypotermie tak může z lehkého úrazu vzniknout život ohrožující stav. Není proto výjimkou, že posádka LZS v rámci SČ zachraňuje i osoby s lehčí povahou zdravotních komplikací, což dokládá studie, která se zabývá aspekty letecké záchrany v alpském prostředí při provádění HHO. Autoři zpětně posoudili 9879 záchranných misí provedených ze základny LZS „Air-Glaciers“ ve Švýcarsku z období 1. ledna 2003 a 31. prosince 2008. Z celkového počtu misí byl v 921 případech provedena technická záchrana HHO ve spolupráci se záchranářem horské služby. Kromě zranění, která vznikla v důsledku pádu (700 pacientů), tvořila 3 % provedených HHO technická záchrana při lavinové nehodě. Celkem 246 pacientů bylo ohroženo na životě (NACA 4-6), kdy u 16 pacientů musely být zajištěny DC OTI. U 52 % incidentů přecházela evakuaci analgezie. Vybavení vrtulníku PJ umožnilo rychlé vysazení lékaře k 57 pacientům s poraněním hlavy či polytraumatem, včasnou kontrolu jejich vitálních funkcí a zahájení terapie v rámci PNP (Pasquier et al., 2012, s. 1337-1380).

Při pádu, jako mechanismu zranění, velice často dochází k poranění končetin, pánve a v neposlední řadě také krku a hlavy. Rostoucí délka pádu je většinou přímo úměrná závažnosti zdravotního stavu a zraněné osoby, které jsou v přímém ohrožení života nacházející se v terénu, špatně dostupném pro pozemní techniku, vyžadují od počátku vysoce odbornou intenzivní péči, uvádí ve své odborné práci zkoumající typologii primárních misí australské LZS společnosti „GSA-HEMS“ u pacientů po pádu autoři Janssen a Burns (2012). Pokud se předpokládalo, že je osoba vážně zraněná, byl na místo spuštěn lékař i záchranář (47 misí). Lékař byl následně vytažen s pacientem vzhůru a záchranář ze země pomocným

lanem udržoval stabilitu nosítek při evakuaci, aby nedošlo k jejich rotaci. Pacienti s lehkými úrazy byli většinou vytaženi záchranným popruhem pouze v doprovodu záchranáře (22 misí). Z databáze záznamů o výjezdu registrovaných v období června 2007 – března 2010 vyhledávali autoři pod hesly „fall“, „cliff fall“, nebo „bush incident“ a použili 154 dokumentací. Osoby, které spadly z výšky >5 m, vyžadovaly intenzivnější odbornou péči, zahrnující např. OTI (6 %). 51 % pacientů utrpělo poranění pánve nebo končetiny, z blíže specifikovaných traumat dále dominovalo poranění hlavy či krku s 23 %, břicha ve 13 % a obličeje a hrudníku shodně u obou v 6 %. K řadě incidentů došlo v hornatém terénu, který je značně zalesněn a není dobře dostupný pozemní technikou. To vysvětluje vysokou incidenci evakuace palubním jeřábem, která byla provedena celkem při 72 záchranných misích. Převážně byli zranění transportováni do hlavního traumacentra, ve zbývajících případech byli směřováni do lokálních nemocnic (Janssen et Burns, 2012, s. 624-628).

Nutnost provedení evakuace mnohdy značně prodlužuje fázi PNP. Úrazy důležitých orgánových struktur mohou skončit fatálně a jakékoliv další prodloužení fáze PNP, snižuje pravděpodobnost přežití zraněného. Přesto, že je evakuace pacienta z místa události jediným řešením, může významně prodloužit dobu kontaktu pacienta s cílovou nemocniční péčí. Omezení trvání doby, po kterou jsou vykonávány SČ, na nezbytně nutnou dobu, proto mohou omezit mortalitu pacientů, jak vyplývá ze statistik LZS „REGA“ v západní části Švýcarska za období 10 let. V souvislosti s extrémními riskantními sporty evidovala tato LZS celkem 219 ošetřených zranění u osob starších 15 let Nejčastěji u pacientů došlo k poranění páteře v hrudní či bederní oblasti (31 %). Druhým nejčastějším bylo poranění mozku (16 %) následované úrazy hrudníku, přičemž všechna tato a další závažná poranění vedla v 85 případech ke kritickému stavu pacienta se skóre NACA  $\geq 4$ . Mortalita tohoto zkoumaného vzorku dosáhla v časovém okně 48 hodin od incidentu dohromady 11 %. Tyto extrémní sporty byly typicky prováděny v nepřístupném a nebezpečném terénu, který v rámci záchranné mise vyžadoval použití PJ. U zraněných pacientů, kteří se v těchto nepříznivých podmínkách nacházeli, tak mnohdy došlo ke značnému časovému prodloužení záchranné mise (Gosteli et al., 2016, s. 1414-1419).

HHO je však v porovnání s HEC, kdy musí helikoptéra přistát na místě relativně blízko incidentu a posádka sestrojít podvěs, časově významně méně náročná, zdůrazňuje výhody PJ Samdal et al. (2019). Pacient a záchranáři jsou po dobu vykonávání SČ vystaveni poměrně nebezpečnému prostředí (např. proud vzduchu rotoru), autor se proto ve své studii

zaměřené na typologii zásahů vrtulníku jednotky Search And Rescue (SAR) ze základny v Rygge zaměřil mimo jiné také na stanovení doby, po kterou musí posádka vrtulníku a pacient čelit takovému rizikovému prostředí. Aby mohl čas efektivně změřit, provedl simulaci HHO. K tomu posloužila 26 kg figurína, která byla umístěna celkem do 8 neznámých a pro pozemní posádku nepřístupných míst, do terénu nevhodnému k přistání helikoptéry. Nejprve byl spuštěn záchranář, poté lékař a nakonec nosítka. Poté, co byl pacient uložen do nosítek, v doprovodu lékaře byl vytažen na palubu. Záchranář musel být vytažen vždy nakonec. Terapeutické intervence nebyly předmětem zkoumání a nedošlo k jejich provádění. Měření započalo spatřením figuríny, přičemž byly měřeny časové intervaly k vůbec prvnímu kontaktu se záchranářem, kontaktu „pacienta“ s lékařem a k zavěšení figuríny s lékařem do lana navijáku. K měření času sloužily GPS hodinky, přičemž první z měřených časů byl  $4\pm 2$  min., doba do kontaktu „pacienta“ s lékařem činila  $6\pm 2$  min. a do počátku vytahování  $13\pm 2$  min. Hlavní část studie se zabývá již zmiňovanou typologií zásahů s HHO. Vrtulník SAR, který prováděl také simulaci HHO disponuje dvěma palubními jeřáby na pravé straně a svými technickými parametry je vhodný pro provádění záchranných misí i v nepříznivých podmínkách. Ve zkoumaném období provedl vrtulník celkem 500 záchranných misí, přičemž 148 (30 %) z nich zahrnovalo HHO. Při těchto misích pak bylo zachráněno 180 osob. Téměř polovina pacientů (49 %) byla zraněných, dalších 22 % nebylo zraněných, ale situace vyžadovala HHO. Zbýlých 29 % tvořily netraumatické zdravotní obtíže. 45 pacientů obdrželo dle škály NACA 4,5 nebo 6 bodů a nacházelo se tak v potenciálním či přímém ohrožení života, z nichž téměř polovina měla netraumatické zdravotní obtíže. Čas aktivace činil u vrtulníku SAR  $14\pm 7$  min a pokud se posádka nacházela přímo v hangáru, byl časový interval zkrácen na  $10\pm 4$  min. V porovnání s posádkami HEMS provádějícími záchrany osob technikou HEC, kdy od aktivace do vzletu helikoptéry v průměru uběhlo 9 (5-13) minut, byla doba aktivace jednotky SAR delší. V situacích, ve kterých hraje časový faktor velice významnou roli, tak může být jakékoliv zdržení fatální (Samdal et al., 2019, s. 1-11).

### **Human External Cargo**

Ačkoliv je provedení techniky HEC (viz obrázky 14-19 v příloze 4) v porovnání s technikou HHO časově náročnější, využití podvěsu výrazně urychlí první kontakt zdravotníka s mnoha pacienty o minimálně 30 minut, uvádí ve své další studii, rovněž autor



Samdal et. al.(2018). Klíčovou roli sehrála záchrana z podvěsu minimálně při záchraně 16 pacientů LZS. V 15 případech bylo NACA  $\geq 4$  a v 1 případě hrozil pád ze srázu. Nejen v těchto situacích našel podvės své opodstatnění. Z celkového počtu 5521 primárních misí proběhl v 59 (1,1 %) případech technický zásah HEC, kdy bylo evakuováno celkem 60 pacientů, kteří se nacházeli v obtížně dostupném místě. Retrospektivní studie se zabývala typologií zásahů, při kterých byli pacienti evakuováni technikou HEC prováděnou třemi základnami LZS jihovýchodní části Norska. Veškeré zásahy proběhly bez nehod a průměrná vzdálenost k místu incidentu tvořila v rámci jedné ze základen (Arendal) 83 km. Doba od obdržení výzvy do předání pacienta k nemocniční péči v průměru činila 82 min. Z evakuovaných pacientů celkem 48 utrpělo úraz, 2 nebyli zranění a 10 mělo interní obtíže. Dle sedmistupňové škály NACA byla průměrná závažnost zdravotního stavu 3,3 u traumat a 4,0 u pacientů s interními obtížemi. Celkem 15 pacientů bylo v ohrožení života (NACA 4-6) a u 5 pacientů byla provedena orotracheální intubace OTI. Ve 20 případech byla přítomnost lékaře přímo žádoucí z důvodu poskytnutí adekvátní terapie u závažného stavu. Přesto, že doba od obdržení výzvy do předání pacienta k nemocniční péči v průměru činila 82 minut a v některých případech tak nebylo dosaženo „zlaté hodiny“, využití podvěsu pomohlo zachránit životy mnoha lidí a v procesu záchrany hrálo nenahraditelnou roli (Samdal et al., 2018, s.315-314).

Záchrana z podvěsu vrtulníku umožňuje vysazení a evakuaci záchranáře či pacienta zavěšeného na konci lana z místa, kde vrtulník nemůže přistát. Významným benefitem podvěsu je nosnost celého zařízení, která je vyšší, než při záchraně HHO. (Phillips, 2013, s. 56-60). Kotevní zařízení ve spodní části vně helikoptéry může dosahovat nosnosti až zhruba 500 kg. Do dvou bodů tohoto zařízení je zavěšen spojovací přípravek, který propojuje kotvicí systém a lano. Na konci lana se nachází antirotační hák, který je kotvicím bodem pro posádku a pacienta. K této technice SČ se používají výhradně statická lana ve své plné délce. Nejkratší použitelná délka lana je 15 metrů. Volba délky lana závisí na základě dopředu známých informací o místě, ve kterém bude zásah probíhat a dalších podmínkách. V závislosti na získané kvalifikaci členů posádky je stanovena maximální délka lana, která může být během SČ použita. Nad 50 m délky lana je podvės označován jako „Long Line“. Aby mohl pilot sledovat pohyby zavěšeného břemena, musí být vrtulník vybaven alespoň jedním bezpečnostním zrcadlem nebo jinými prostředky umožňujícími sledování konce lana s hákem (ATE, 2018, s. 6-1 – 6-6). Čím je lano delší, tím obtížněji se pilotovi manipuluje

s břemenem. Nevýhodou této techniky je nutnost blízké přistávací zóny za účelem ukotvení či odpojení lana a naložení pacienta na palubu a také časová náročnost na provedení celé záchranné akce, která vychází z nutnosti přistání, přípravy podvěsu a jeho následném zrušení. Z důvodu prevence samovolného otevření by měly být ve všech bodech spojení použity karabiny s automatickým zámekem. Pokud by ale došlo ke vzniku nouzové situace, může být lano z kotvícího systému záměrně uvolněno ovládním pilota (Phillips, 2013, s. 56-60).

## **2.2 Speciální činnosti při zajištění dýchacích cest a ventilaci pacienta**

70-90 % pacientů v Evropě, při jejichž záchrane jsou aplikovány SC utrpí zranění v těžko přístupném terénu. Mnoho pacientů je zraněných jen lehce, zdravotní stav méně početné skupiny pacientů ale vyžaduje rozsáhlé intervence k zajištění jejich základních životních funkcí a stabilizaci stavu před samotnou evakuací. Velice významnou život zachraňující intervencí je zajištění DC a následná umělá plicní ventilace pacienta (UPV) (Pietsch et al., 2018, s. 1).

### **Airway management**

Vhodnou metodou zajištění DC je OTI, která umožňuje adekvátní ventilaci, odsávání a zejména zabraňuje aspiraci žaludečního obsahu. Mezi pomůcky určené k alternativnímu zajištění DC patří nejen laryngeální maska (LM). Výhodou dnešních LM je možnost jejich zavedení i v případech, kdy je pacient zaklíněn nebo má již nasazený krční límec. Tato pomůcka nechrání před aspirací. Kombitubus je pomůcka umožňující zavedení naslepo. Tvoří jej rourka se dvěma luminy, z nichž každý má obturační manžetu. Lumen, skrze který bude probíhat ventilace, se volí podle poslechového nálezu. Podobně jako LM a kombitubus je i laryngeální tubus supraglotickou pomůckou. Předchozí pomůckou je velice podobný, ventilační konektor má však pouze jeden. V urgentních situacích, kdy nelze provést zajištění dýchacích cest OTI, ani méně invazivními způsoby, je poslední variantou koniotomie. Chirurgická metoda, při které se protíná ligamentum conicum. Samorozpínací vak (SV) umožňuje provedení manuální UPV. Může jej doplňovat kyslíkový rezervoár. (Remeš et al, 2011, s. 115-132). Neopatrná manuální UPV může vést ke vzniku barotraumatu a hemodynamické nestabilitě pacienta. K monitoraci pacientovy ventilace a krevního oběhu slouží kapnometr. Ověření správné polohy endotracheální kanyly je nutností. Klinické známky zajištění DC nemusí být v terénu jasné, proto je potřeba ověřit správné zajištění právě pomocí kapnometru. Airway management je v PNP velikou výzvou. Obtížné zajištění DC

není výjimkou a OTI nemusí být proveditelná. Dostupnost pomůcek potřebných k OTI, ale také alternativnímu způsobu zajištění DC na LZS by tak měla být samozřejmostí. Autoři Schmid et al. (2011) předkládají výsledky studie zaměřené na analýzu dostupných pomůcek k zajištění DC. Dohromady bylo dotazníkem šetřícím dostupnost pomůcek obesláno 15 základny LZS ve Švýcarsku, 28 v Rakousku a 3 základny LZS v Lucembursku, přičemž na dotazník zareagovalo 25 LZS z Rakouska, 14 ze Švýcarska a 3 z Lucemburska. Každá posádka byla vybavena pomůckami k OTI. Až na jednu evidovala každá posádka alespoň jeden typ supraglotické pomůcky využívané k alternativnímu zajištění DC. LM byla přítomna u 86 % švýcarských, 20 % rakouských a všech 3 lucemburských posádek. Nízkou incidenci výskytu LM v Rakousku vyvažuje zvýšený výskyt kombitubusu (60 %) či laryngeálního tubusu (28 %). Důležitý poznatek je, že všechny posádky byly vybaveny pomůckami k chirurgickému airway managementu, kapnometrem a automatickým ventilátorem (Schmid et al., 2011, s. 583-586).

Poranění obličeje, obstrukce DC či omezený přístup k pacientovi jsou všechno možné scénáře, se kterými se záchranáři mohou setkat. Neprovedení, nebo samotné zdržení úkonu může vést k výraznému zhoršení stavu pacienta. Airway management v neideálních podmínkách klade na posádku vrtulníku, zejména pak na lékaře velmi vysoké nároky na trénink, zkušenosti a dovednosti. Úspěšností tohoto úkonu v podmínkách LZS „REGA“ se zabývali Piegeler et al. (2016). Výzkumníci analyzovali data z období let 2002-2014 týkající se primárních misí uskutečněných při základně helikoptéry REGA 1. 1047 pacientům musely být lékařem LZS zajištěny DC. V 988 případech byla provedena OTI a v 5,6 % zajištění posloužila supraglotická pomůcka. Při OTI na první pokus se lékaři setkali s úspěšností 96,4 %, přičemž celková úspěšnost OTI byla 99,5 %. Osobám s vyšším skóre NACA a nižší hodnotou GCS byly DC zajištěny spíše na první pokus. Ventilace byla sufficientní u všech pacientů a chirurgické zajištění DC nebylo potřeba (Piegeler et al., 2016, s. 66-69).

Výsledky podobně zaměřené mezinárodní kohortové observační studie potvrdily vysokou četnost i úspěšnost zajištění DC posádkami HEMS skládajících se z pilota, lékaře (převážně anesteziolog) a záchranáře. Komplikace různého charakteru doprovázející zajištění DC byly přítomny u 13 % všech pacientů vyžadujících pokročilou péči. OTI byla prováděna u 2144 pacientů (92%) s neúspěšností prvního pokusu 14,5 % a celkově 1,2 %. U zbývajících 183 osob se jednalo o supraglotické zajištění (67 %), ventilací polomaskou (30 %)

a neinvazivní ventilaci pozitivním přetlakem (3 %). Studie se zúčastnilo celkem 21 LZS vybavených potřebnými pomůckami a léky. Sběr dat probíhal v letech 2012-2013 a byli do něj zařazeni pouze pacienti v primárních misích. Zajištění probíhalo technikami OTI, pomocí supraglotických pomůcek, ev. chirurgicky a ventilace manuálně či mechanicky. Aby byla OTI považována za úspěšnou, musela být poloha rourky zkontrolována pohledem, poslechem a použitím kapnometru. Dohromady LZS v rámci primárních misí zachraňovaly 14703 pacientů, kdy rozšířenou zdravotní péči a intervence vyžadoval stav 2 327 z nich. Více než polovinu intubací (52 %) provedli zkušení lékaři s více než 1000 intubacemi. U 980 pacientů (42 %) byla přítomna zástava oběhu. Intubace byla při prvním pokusu úspěšná v 80 %, U jiné skupiny čítající 1347 pacientů, u nichž k zástavě oběhu nedošlo, byly DC zajištěny nejčastěji OTI (96 %), kdy úspěšnost prvního pokusu zajištění byla 89 % (Sunde et al., 2015, s. 1-9).

### **Transport pacienta se zajištěnými DC**

Transport pacienta se zajištěnými DC a jeho adekvátní ventilace v rámci SČ jsou opravdu velice ojedinělým jevem. V průběhu evakuace může být ventilace prováděna buď manuálně pomocí samorozpínacího (SV) vaku nebo automaticky (Hollot, 2017, s. 692).

Z důvodu absolutního nedostatku informací týkajících se ventilace pacienta se zajištěnými DC při SČ, nelze přímo doporučit metodu UPV, či manuální ventilaci. Z vlastní praxe ale Pietsch et al. (2018) uvádějí, že volí metodu manuální ventilace se SV upevněným k EP. Tento způsob ale může vést neopatrným jednáním k iatrogenímu poškození pacienta hypo/hyperventilací. Manuální ventilaci také není možno provádět přes obličejovou masku. Přístroj pro UPV je naopak těžší a zvukové či vizuální alarmy nemusí být v průběhu evakuace rozpoznatelné. Možné rozpojení dýchacího okruhu nemusí být rozpoznáno a může mít fatální následky, porovnávají autoři výhody a nevýhody obou způsobů. Neexistence doporučených postupů upravujících provádění život zachraňujících intervencí při SČ, zejména pak zajištění DC, je vedly k tomu, aby se zaměřili na analýzu dohledaných studií na toto téma s cílem předložit praktické rady založené na důkazech týkající se indikace a provedení tohoto úkonu. V srpnu roku 2017 byly na portálech „MEDLINE“, „EMBASE“ a „PUBMED“ pod hesly: “airway management AND hoist”, “airway management AND (aircraft OR helicopter) AND winch”, “airway management AND HEMS”, “epidemiology AND advanced airway management AND (hoist OR longline)” ručně vyhledávány studie popisující danou problematiku. Celkem bylo identifikováno 53 dokumentů, ale pouze 3

se vzhledem ke zkoumané problematice jevíly jako relevantní. Na základě dohledaných informací autoři došli k závěru, že indikační práh upřednostňující zajištění DC před provedením evakuace by měl být vyšší, než u pozemních posádek. Absolutní indikací je apnoe, kraniocerebrální poranění, závažné poranění spojené s nedostatečnou ventilací a oxygenací a KPR. Evakuaci by také měla předcházet dekomprese tenzního pneumotoraxu, je-li přítomen. Závěrem autoři dodávají, že některé LZS používají pro svou nenáročnost ventilátor typu „Oxylator EM-100“, ten však vyžaduje neustálé napojení k proudu kyslíku, to zvyšuje hmotnost a náročnost provedení transportu. Tyto ventilátory také nepodávají zpětnou odpověď v podobě vizuálních a zvukových signálů (Pietsch et al., 2018, s. 1-8).

Manuální ventilace při SČ je zatížena nepozorností záchranáře, dochází při ní k prodloužení intervalů jednotlivých vdechů a nemusí být proto suficientní. HCM též nemá volné obě ruce k provedení komunikačních signálů s ostatními členy posádky, dokládají své subjektivní pocity účastníci reálné simulace, jejíž cílem bylo porovnání manuální a řízené ventilace na simulační figuríně v průběhu HHO. Při řízené UPV sice hrozí např. rozpojení dýchacího okruhu, subjektivně však drtivá většina účastníků (29 z 30 osob) simulace hodnotila kladně právě ji. K vlastnímu provedení simulace, která byla součástí deskriptivní komparativní studie, posloužil simulátor v podobě člověka umožňující zajištění DC. Zabaleny simulátor byl poté zafixován v nosítkách umožňujících evakuaci v rámci SČ. První fáze probíhala na trenažéru ve výšce 5,5 metrů a zúčastnilo se jí 10 HCM. Druhá pak probíhala v rámci vznášejícího se vrtulníku „Bell 412“ ve výšce 9 metrů s 5 záchranáři. Každý z nich se podílel na 1 manuální a 1 řízené ventilaci. Při té manuální měli ventilovat kontinuálně o vstupním objemu 500 ml, frekvenci 10', pozitivní tlak na konci výdechu (PEEP) byl stanoven na 5 cm H<sub>2</sub>O a průtok kyslíku 15 l'. UPV byla prováděna ventilátorem „Medumat Standard“ o průtoku 5 l', 10 řízených deších, 100% frakci kyslíku a hodnotou PEEP 5 cm H<sub>2</sub>O. Rozměry přístroje jsou 19 x 11 x 9 cm a váha 1,1 kg. Navíc bylo simulováno selhání UPV. V tu chvíli bylo pozastaveno vytahování a byla prováděna manuální ventilace SV umístěným v blízkosti záchranáře, který postupně provedl 5 vdechů před opětovným zapojením UPV. Průměrná pomlka činila 13,5 s. (rozpětí 7-37 s.) v první a 12 s. (9-25 s.) v druhé fázi. Hodnoty inspiračních tlaků kolísaly v intervalu 8-46 mbar při první fázi a 16-40 mbar v druhé. Průměrný počet dechů za minutu byl 12' (9-16'), respektive 11' (10-16'). Ve 2. fázi, při manuální ventilaci, došlo pouze k jednomu nechtěnému rozpojení dýchacího okruhu. K nápravě však nemohlo dojít, protože SV uvízl v nosítkách.

Žádné další komplikace v průběhu simulace nenastaly (Hollot, 2017, s. 692-696).

Manuální ventilace SV se při evakuaci PJ neosvědčila ani při reálném zásahu. V průběhu vytahování zraněného pacienta se zajištěnými DC OTI ve výšce zhruba 16 metrů pod vrtulníkem nedošlo ke zpětnému rozepnutí SV „Laerdal“ až do chvíle, kdy byl pacient vytažen do kabiny. SV však z důvodu časové tísně nebyl při evakuaci napojen na kyslíkovou tlakovou láhev. Po tomto incidentu se autoři zaměřili na porovnání funkcí dvou typů SV při simulaci HHO. Zajímalo je zejména, zda se bude jev opakovat, jestli napojení na kyslíkovou lahev s otevřeným ventilem ovlivňuje daný jev. A také, zda je pod vrtulníkem definovatelná zóna, ve které k selhání ventilace dochází. Simulace probíhala za konstantních povětrnostních podmínek s vrtulníkem typu „AW 139“ o hmotnosti 6200 kg. Porovnávány byly dva typy SV. Typ „Laerdal (LSR)“ ze silikonového materiálu na více použití a jednorázový křísící vak, který tvoří méně poddajný materiál. Porovnání posloužila figurína „SimMan“ firmy „Laerdal“, které byly DC zajištěny OTI dohromady v 8 případech. Následně byla figurína umístěna do nosítek a evakuována spolu se záchranářem, který průběžně prováděl manuální ventilaci figuríny o frekvenci 12-14 dechů za minutu. Nosítka byla vytažena do výše zhruba 16 metrů pod helikoptéru a dále byla pomalu vytahována, aby byl správně rozpoznán úsek, ve kterém k selhání ventilace dochází. Pokud k selhání ventilace došlo, záchranář vytahovaný s pacientem vydal signál k přerušení vytahování. Poté byl naviják opět spuštěn. Znovu došlo k zastavení v případě, že byla ventilace opět možná. Test byl rovněž opakován s využitím kyslíkové tlakové láhve s nastaveným průtokem 15 l'. Výsledky porovnání doložily, že dané SV „Laerdal“ vyrobené ze silikonové hmoty nebyly vhodné k provádění evakuace v rámci speciálních činností LZS. Ve výšce zhruba 13 m pod helikoptérou došlo u tohoto typu vaku k úplnému selhání a v případě použití kyslíku k částečnému selhání ventilace. U druhého typu vaku naopak nebylo zaznamenáno žádné selhání (Burns et al., 2011, s. 84-86).

Efektivitu řízené UPV při 5 provedených HHO potvrzují letečtí záchranáři izraelských vzdušných sil. Protože záchranář nebyl v průběhu evakuace zatěžován dodržováním pravidelných intervalů jednotlivých vdechů manuální ventilace a dalšími možnými nepříznivými vlivy, měl volné ruce potřebné k provádění vizuálních komunikačních znaků a také se mohl maximálně koncentrovat na bezpečné provedení HHO. Podstatné je však správné upevnění ventilátoru. Ve sledovaných případech sloužila řízená UPV k překlenutí kritické fáze evakuace mezi obdobím, kdy byla prováděna manuálně. Na začátku mise byl lékař spolu s dalšími 2 záchranáři spuštěn k pacientovi, kde byly provedeny nezbytné

intervence. Poté byl jeden ze záchranářů vytažen do vrtulníku společně s pacientem fixovaným v nosítkách a následovalo vytažení zbývajících členů posádky. Všichni pacienti byli před provedením HHO napojeni na UPV časně po zajištění DC. Na ventilátoru „Oxylator EM-100“ byla nastavena tlakově řízená ventilace s tlakovým limitem 25-30 cm H<sub>2</sub>O, která trvala průměrně 10,5 minuty. Po provedení evakuace a umístění pacienta do vrtulníku vystřídal řízenou ventilaci manuální se SV a to po zbývajících část mise, přičemž celková doba ventilace v průběhu PNP (řízená i manuální ventilace) byla v průměru 49 min. V průběhu evakuace a transportu do nemocnice byli všichni kardiopulmonálně stabilní. V případě vytažení došlo u 1 pacienta k zalomení tracheální rourky způsobené špatnou polohou ventilátoru. Chyba byla okamžitě napravena a u pacienta nedošlo k ovlivnění vitálních funkcí (Lavon et Hershko, 2010, s. 523-525).

### **2.3 Činnosti letecké záchranné služby při lavinové nehodě**

Velká část zimních outdoorových aktivit se odehrává v horách. V místech, která nejsou vůbec, či téměř vůbec osídlená. Ve vzdálených lokalitách, do kterých je pozemní přístup značně ztížený a zdlouhavý. Ve známém i neznámém terénu by se měl člověk chovat obezřetně, 85-90 % lavin vzniká právě působením člověka. Svým neopatrným jednáním může jedinec spustit lavinu a přivodit komplikace sobě i ostatním osobám v podobě lavinové nehody (LN). Aktuální situaci je třeba vždy pečlivě zvažovat. Na sesuvu masy sněhu, ledu či kamení se totiž podílí řada spouštěčů, které se navzájem potencují. Jedná se o teplotní změny, sklon svahu nebo aktuální sněhové podmínky. Ze strany člověka pak zejména o nevhodné dodatečné zatížení sněhu. Na základě vyhodnocení kombinace všech těchto a dalších faktorů, je odborníky sestavena lavinová předpověď. Místní lavinová předpověď je první věcí, kterou by měl člověk chystající se do rizikového terénu znát. Každá taková předpověď podává informaci o předchozím počasí a zejména o lavinovém nebezpečí na další dny v rámci mezinárodně uznávané pětistupňové škály (Kolektiv autorů, rok neuveden, s. 5-31).

#### **Stupnice lavinového nebezpečí**

1. stupeň lavinového nebezpečí je bezpečnou situací, při které jsou přírodní i uměle vyvolané laviny velice nepravděpodobné. Pro 2. stupeň je charakteristické možné uměle spuštění laviny vysokým dodatečným zatížením. Může se jednat o skupinu lyžařů, která nedodrhuje vhodné rozestupy při skialpinistické túře. Značné lavinové nebezpečí hrozí při vyhlášení 3. stupně. Tento stupeň doprovází vůbec nejkritičtější situace. Je-li vyhlášen,

platí, že možný vznik samovolných lavin a umělé spuštění zatížením sněhu je pravděpodobné. Při posledních dvou stupních stupnice lavinového nebezpečí hrozí velmi vysoké riziko vzniku laviny a pohyb v lavinovém terénu není důrazně doporučován (Kolektiv autorů, rok neuveden, s. 30). Po nejdelší dobu (až polovina sezony) bývá většinou vyhlášen 2. stupeň, při kterém zahyne zhruba 30 % všech obětí LN. Nejzrádnější je 3. stupeň lavinové předpovědi, při kterém často dochází ke špatnému vyhodnocení, či přehlížení lavinové situace v daném místě. Proto při něm umírá polovina všech obětí. 4. stupeň trvá pouze v rámci pár dnů v sezoně a podílí se na 10 % obětí. Výskyt 5. Stupně je ojedinělý. V rámci tohoto stupně zahyne okolo 1 % všech obětí (Kolektiv autorů, 2018, stránka neuvedena).

### **Lavinová výbava**

Každá osoba pohybující se v terénu, ve kterém by mohl hrozit sesuv laviny, by měla být vybavena základní lavinovou výbavou (viz obrázek 20 v příloze 5). Do té patří lavinový vyhledávač, který umožňuje vysílání a nebo přijímání rádiového signálu a tedy možnost být vyhledán či vyhledávat zasypaného, sonda k upřesnění pozice zavalené osoby a lopata k odkopání sněhu. Lavinový batoh je po aktivaci schopen nadnášet zasypaného při povrchu laviny a v kombinaci s lavinovým vyhledávačem zvyšuje pravděpodobnost přežití po zasypaní (Kolektiv autorů, rok neuveden, s. 40-42). Samozřejmostí je, že všechny záchraňující osoby, včetně posádky LZS či jiné výjezdové skupiny, kteří se pohybují v laviništi musí být vybaveny lavinovým vyhledávačem (Truhlář et Honzík, 2010, s. 25).

Prvky lavinové výbavy významně ovlivňují přežití zasypaných. Přítomnost lavinového vyhledávače výrazně zkrátila dobu zasypaní ze 125 na 25 min. a významně tak zvýšila zasypaným šanci na přežití. S cílem, jak lavinový batoh a vyhledávač ovlivnily přežití zasypaných osob lavinou, provedli Brugger et al. (2007) tuto retrospektivní studii. Ve sledovaném období mezi lety 1990-2004 zasypaly laviny na území Rakouska a Švýcarska dohromady 2337 lidí. Úplné informace byly dostupné u 1504 osob v rámci 752 LN. Přítomnost či nepřítomnost speciálního batohu byla zaznamenána u všech zasypaných, lavinové vyhledávače však byly ve švýcarských záznamech uvedeny pouze v případě, pokud pomocí nich byly osoby vyhledány. V rakouských dokumentech byla přítomnost vyhledávačů uvedena u všech zasypaných, kteří byli tímto zařízením vybaveni, přestože nebyli touto metodou vyhledáni. Po vyloučení nevhodných případů celkově zasypaných osob s lavinovým vyhledávačem (506 osob) tvořilo výzkumný vzorek nakonec 317 respondentů zasypaných



v rámci přítomnosti lavinového vyhledávače. Ve Švýcarsku se odehrála naprostá většina incidentů (86,2 % zasypaných), zatímco rakouské laviny zasypaly 208 osob. Pro oblast Rakouska byly typické laviny s vyšším nánosem sněhu, s čímž souvisí vyšší počet kompletně zasypaných (Rakousko 44,2%, Švýcarsko 31,9%) a tedy zvýšená mortalita (27.4 % resp. 17,1 %). Batohem bylo vybaveno celkem 35 osob, z nichž jedna nepřežila z důvodů vážného poranění spojeného s LN. 6 z 28 osob, kterým se batohy aktivovaly správně, byly kompletně zasypány, ale batoh byl viditelný na povrchu laviny. Přítomnost lavinového vyhledávače výrazně zkrátila dobu zasypání ze 125 na 25 min. Tento fakt snížil i relativní mortalitu zasypaných, ze 70,6 % na 55,2 %. Výsledky studie potvrzují důležitost záchranných prvků při LN. Jsou velice důležité v prevenci srdeční zástavy vzniklé v souvislosti se zasypáním a významně se podílejí na snížení mortality (Brugger et al., 2007, s. 476-483)

### **Záchrana z laviny**

Klíčovým faktorem ovlivňujícím přežití je doba, po kterou je osoba zasypaná. A doslova tak platí heslo: „time is life“. K dramatickému poklesu pravděpodobnosti přežití dochází mezi 18. a 35. min. po zasypání, kdy zasypání umírají zejména v důsledku asfyxie, nikdy ne podchlazením. Do 18. minuty se ale záchranné složky do místa neštěstí velice často nedostanou a záchrana v prvních minutách závisí na svědcích nehody, kamarádech, z nichž každý by měl mít u sebe kompletní lavinovou výbavu. Proto se fáze do 18. min. označuje jako období „kamarádké pomoci“. V období 35-90. min. již není pokles tak dramatický. V tomto období mohou přežít nezraněné osoby se vzduchovou kapsou, tedy volnými DC a jakkoli velkým prostorem před nosem a ústy. Aby kapsa nebyla poškozena, vyproštění musí probíhat velice šetrně. V této fázi se již může hypotermie klinicky projevit i v podobě reverzibilní zástavy oběhu. Za hraniční dobu do vyproštění se považuje 90. min. Kolem možné vzduchové kapsy se vlivem vydechovaných teplých plynů vytvoří ledová krusta a zabrání tak dalšímu prostupování plynů sněhem. Po 130. min. tak nejčastěji potenciální přeživší umírají opět na asfyxii. Při kompletním zasypání sněhem se navzájem doprovázejí mechanismy hypotermie, hypoxie a hyperkapnie, přičemž hovoříme o 3H syndromu. V kombinaci s traumatem je pak výsledný stav pacienta ještě horší. Asfyxie způsobuje 60-92 % úmrtí, dále pak dominuje trauma nebo podchlazení (Truhlář et Honzík, 2010, s. 23-25). Pokud byli zasypaní zachráněni v rámci „kamarádké pomoci“, pravděpodobnost přežití odpovídala skoro 75 %. (113 zasypaných) a doba zasypání 16±18 min. V rámci organizované záchrany

záchranáři to však bylo již pouze 30 % (104), resp.  $150 \pm 227$  min., jak dokládá studie autora Bachmayera (2005), zkoumající souvislosti mezi typem záchran, časem zasypaní pod lavinou a pravděpodobností přežití zasypané osoby. Celkem 60 % (54 osob) přeživších bylo lokalizováno v rámci kamarádské pomoci s využitím lavinových vyhledávačů. Při organizované záchraně vyhledali 30 % (42) přeživších lavinový psi, 27 zasypaných bylo lokalizováno sondováním a 11 lavinovými vyhledávači. Pokud byla osoba zasypaná pouze částečně nebo se nacházela na povrchu laviny, byla hodnota pravděpodobnosti přežití 85 %. Průměrná doba zasypaní byla u všech přeživších  $31 \pm 59$  min., naopak u mrtvých  $139 \pm 232$  min. Retrospektivní studie zahrnovala soubor celkem 217 incidentů z oblasti rakouského Tyrolska a švýcarské části Alp. Záchrané akce, které byly pozdrženy o více než 2 hodiny, nebyly zařazeny. Rovněž byla zjišťována hloubka zasypaní, která se na pravděpodobnosti přežití podílí také. Její průměrná hodnota čítala u přeživších  $71 \pm 62$  cm zatímco u obětí  $141 \pm 139$  cm. S tím také souvisí to, že záchranáři nalézali zasypané hlouběji, než přímí svědci události. V průměru se jednalo o  $133 \pm 140$  cm, resp.  $77 \pm 60$  cm). Bylo vysledováno, že vykopání osoby z hloubky 1 m trvalo v 9 případech v průměru 10 min. Výsledky dokládají, že existují vztahy mezi dobou a hloubkou zasypaní a metodou dohledání. Prohledávání oblastí laviny psem se potvrdilo jako rychlejší, než při prohledávání sondováním skupinou záchranářů. Nasazení lavinového psa k lavinové nehodě je standardem. Nasazení psa a psovoda je daleko rychlejší a účinnější v porovnání s organizovaným sondováním, které omezuje velký počet potřebných lidí. Psovod je samozřejmě také vybaven lavinovým vyhledávačem a tím se efektivita vyhledávání rovněž zvyšuje, nicméně doba lokalizace je limitovaná hloubkou zasypaní. V rámci 30 min. je pes schopen prohledat 1 ha, naopak řada 20 lidí stejnou plochu prosonduje za 4 hodiny. (Bachmayr, 2005, s. 341-352).

Kanadská retrospektivní studie se zaměřila na to, jakým způsobem se trauma či asfyxie podílí na mortalitě zasypaných při LN. Do studie byla zahrnuta veškerá úmrtí spojená s lavinou jako primárním inzultem ve volném terénu. Po vyřazení nevhodných případů tvořilo zkoumaný soubor 204 usmrcených, z nichž u 117 byla nařízena pitva. 23 traumatických obětí bylo vykopáno v průměru kolem 25. min., asfyktické oběti byly z laviny vytaženy v průměrném čase 45 min. od zasypaní. S rozdílnými časy mohla také souviset rozdílná hloubka zasypaní obětí, která v případě traumatické zástavy oběhu činila v průměru 90 cm, kdežto u asfyktické zástavy oběhu 150 cm. Nejčastěji došlo k poranění hrudníku, hlavy, krku a břicha. U 12 asfyktických obětí, které podstoupily pitvu byly

přítomny známky závažných poranění a na úmrtí se tak podílely spolu s asfyxií. Akutní příčinou úmrtí byla u 154 osob asfyxie (75 %), ve 48 případech trauma neslučitelné se životem (24%) a u dvou obětí hypotermie. Výsledky této retrospektivní studie potvrzují důležitost časně záchranu osob zasypaných lavinou (Boyd, 2009, s. 507-511).

I přes stav klinické smrti, jejíž inzultem byla asfyxie, mají osoby vytažené z laviny brzy po zasypaní šanci na přežití, vyplývá ze studie hodnotící přežití osob zasypaných lavinou se zástavou oběhu, které byly vytaženy krátce po samotném zasypaní. Správná technika vyhledání a rychlého vykopání zasypaného a KPR jsou velice zásadní dovednosti. Lidé pohybující se v prostředí, kde hrozí pád laviny, a zejména záchranáři by měli tyto činnosti excelentně ovládat. V rámci studie byli respondenti rozděleni do dvou skupin, dle doby zasypaní. Mezní hranicí vymezující krátkodobé a dlouhodobé zasypaní byl určen čas 35 min. Celkem bylo lavinou zasypano 55 osob, přičemž u 32 z nich byla na místě konstatována smrt. 6 těchto obětí bylo částečně zasypaných a úmrtí předcházela závažná poranění, 26 osob bylo úplně zasypano a doba do vytažení u všech přesáhla 35 min. (v průměru 155 min.). U zbylých 23 osob byla prováděna KPR, 21 pacientů bylo vytaženo bez známek života a ke 2 zástavám oběhu došlo po vytažení. Dokonce v průběhu evakuace jednoho z pacientů metodou HHO došlo ke vzniku nedefibrilovatelného srdečního rytmu. U všech 9 zasypaných, kteří byli vytaženi do 35. min. po kompletním zasypaní, došlo při KPR k obnovení krevního oběhu (ROSC) (4 osoby v rámci laické první resuscitace poskytované svědky a 5 v rámci rozšířené resuscitace zdravotníky). 8 bylo vytaženo kamarády kolem 20. min. a jeden byl vytažen záchranáři v čase 30 min. Všichni byli předáni do nemocnice s přítomnými vitálními funkcemi, bez neurologického deficitu s úplným zotavením, ale přežili pouze 2 pacienti, které zachránila laická resuscitace poskytovaná svědky. Všech 11 osob vytažených po 35. min. bylo ve stavu bezvědomí a bezdeší. V místě události však k ROSC u žádného pacienta nedošlo a v 5 případech byla na místě KPR ukončena. Zbylých 6 zasypaných bylo při předání v nemocnici hluboce podchlazených. Po předání v oživování zdravotníci pokračovali již jen u třech osob, které byly napojeny na mimotělní oběh, v následujících 24 hodinách však zemřeli z důvodu ireverzibilního poškození mozku. Výsledky této odborné práce potvrdily důležitost záchranu, co nejdříve po zasypaní. Přestože v rámci studie dosáhli návratu do kvalitního života pouze dva zasypaní, lidé s asfyktickou zástavou oběhu vytažení brzy po zasypaní mají šanci na přežití. U pacientů s ROSC by neměla být opomíjena prevence rozvoje akcidentální hypotermie, uvádí na závěr autoři (Moroder et al., 2015, s. 114-118).

Efektivní variantou transportu záchranářů do nepřístupného a vzdáleného terénu při LN jsou vrtulníky HEMS, neboť umožňují jejich rychlý transport. Jsou proto nenahraditelným článkem při řešení LN, uvádějí Mair et al. (2013). Protože jsou helikoptéry HEMS často jedinými dostupnými vrtulníky v danou chvíli, bývají nejprve využity k transportu psů s lavinovým psem, horských záchranářů a záchranného materiálu a následně také zdravotnické posádky. V prvních minutách je důležité zejména vyhledání zasypaných lidí. Přítomnost zdravotníků, jako složky HEMS je tak nezbytná až v další fázi řešení lavinové nehody, kdy jsou již hypoxičtí, vážně zranění a podchlazení pacienti vytaženi z pod masy sněhu. Takové pořadí vyslaných složek nicméně popírá studie, která zpětně analyzovala záchranné mise LZS tohoto typu v rakouské spolkové zemi Tyrolsko. Pokud totiž byla v místě události započata tzv. „kamarádká pomoc“, při příletu LZS byla v mnoha případech část zasypaných již vytáhnutá a záchranáři mohli přímo navázat poskytováním odborné PNP. Čekání na aktivaci horských záchranářů či psů se navíc může trvat několik minut. Byla shromážděna data jako datum a místo incidentu, stav zasypaní a také metoda vyhledávání zasypaných (lavinový pes, sondování, lavinový vyhledávač, vizuální/zvukový kontakt). Dalšími analyzovanými informacemi byl kód výzvy (LN–nejasné okolnosti, LN–max. 4 zasypaní, LN–více než 4 zasypaní, LN–zasypaní vytaženi a LN v osídlené oblasti), závažnost zdravotního stavu pacienta dle ISS, kdy bylo možné nahlédnout do nemocniční zdravotnické dokumentace, a nakonec stupně lavinového nebezpečí. Tato studie čerpala celkem z 221 záznamů záchranných akcí při LN z období 3 let. 52 % těchto akcí bylo prováděno při 3. stupni lavinového nebezpečí, pouze 13 % pak při 4. stupni. Ve 124 (56 %) případech nebyl nikdo přítomen na místě incidentu. Při dalších 52 LN byli zúčastnění pouze částečně zasypaní a v případě 45 incidentů byla při příletu vrtulníku stále nejméně jedna osoba zcela zasypaná. V rámci 33 nehod hrála podstatnou roli tzv. „kamarádká pomoc“, která omezila počet případů, kdy při příletu nebyl vůbec nikdo vyproštěn na pouhých 12 (5,5 %). Těchto 12 lavin zasypalo 21 lidí, z nichž 8 bylo lokalizováno lavinovým vyhledávačem, 3 vyhledal lavinový pes, a 6 bylo vyhledáno lavinovou sondou. Průměrná doba zasypaní 21 lidí činila 360 min. (30 min.-14 dní). „LN–nejasné okolnosti“ byla nejčastější výzvou pro vzlet helikoptéry, celkem 94 vzletů (43 %). Ze studie vyplynulo, že při 24 misích byly u 25 pacientů zahájeny terapeutické intervence, tedy dvakrát častěji, než bylo potřeba pouze vyhledávat a vytahovat zasypané záchranným týmem. Studie poukazuje na maximální připravenost týmu HEMS na vyslání k LN a řešení neodkladných zdravotních stavů

spojených se zasypáním. Přítomnost zdravotníků v místě neštěstí by neměla být zdržována transportem psů a dalších záchranářů (Mair et al., 2013, s. 492-495).

Podobné výsledky jiné retrospektivní studie publikovali také Kotmann et al. (2018). Mezi 18. a 35. min. zasypání rapidně klesá šance na přežití z 91 % na 34 %. Aby měli zasypané osoby největší možnou šanci na přežití, je vrtulník LZS společnosti „REGA“ v naprosté většině případů ihned po aktivaci vyslán s týmem HEMS přímo na místo LN. Za účelem omezení časových prodlev je současně aktivován jiný vrtulník, který na místo transportuje další záchranáře a lavinové psy. Letečtí záchranáři, tak často jako první odborná pomoc na místě ve skoro polovině případů vyhledávají a vykopávají zasažené lavinou. Tato retrospektivní studie analyzovala data týkající se primárních misí HEMS švýcarské LZS při LN z období 15 let (2001-2016). Zkoumaný soubor tvořilo 422 nehod reprezentujících 596 pacientů. Ročně bylo registrováno v průměru  $27 \pm 8$  záchranných operací při LN. Ve 37 známých případech průměrná doba zasypání činila 35 min. a čas doletu k místu se v průměru pohyboval kolem 22 min. 47 % pacientů bylo závažně postiženo na zdraví (NACA >3) a celkem 29 % pacientů bylo v bezvědomí a nedýchalo. Z traumat, která byla přítomna u 47 % pacientů, převládala poranění dolních končetin ve 38 %, následovaná poraněním hlavy v 16 % a páteře v 9 %. Závažná hypotermie (NACA 4-6) byla přítomna u 91 zasypaných. Celkem proběhlo 77 zajištění DC pomocí OTI. U 51 % pacientů se zástavou oběhu byla prováděna resuscitace. Záchrana z laviny se často odehrává v obtížně přístupném terénu, 121 (29 %) pacientů proto muselo být evakuováno technikou HHO (Kotmann et al., 2018, s. 1-11). Okamžitý vzlet vrtulníku LZS k LN doporučují také autoři Lunde et al. (2019). S cílem zachránit co nejvíce osob v kritickém stavu, by nemělo být zdržováno vyslání posádky vrtulníku HEMS k LN čekáním na shromáždění dalších záchranných sil. Co nejrychlejší přítomnost zdravotnického personálu na místě incidentu může být výhodnější, než nasazení většího počtu záchranářů, ale se zpožděním. Autoři čerpali ze záznamů 715 nahlášených lavin na území Norska z let 1996-2017. 58 % těchto lavin se obešlo bez zasypání lidí, 13 % tísňových volání bylo v průběhu ukončeno a zbývajících 29 % čítalo 209 nehod se zasypáním zahrnujících 313 pacientů, z nichž 120 zahynulo. K lavině byla vyslána buď letecká záchranná služba a nebo helikoptéry norských vzdušných sil, přičemž posádka vrtulníku byla nejčastěji první organizovanou záchrannou skupinou na místě. Lavinoví psi a další záchranáři byli helikoptérou transportováni k 37 respektive 24 LN. Doba doletu čítala průměrných 40 min. Časový úsek, po který byl pacient zasypan byl však

kvůli záchranným pracím mnohem delší a v průměru u 62 incidentů trval 85 min. V období 2008-2017 (89 % všech zasypaných) bylo 75,4 % postižených po zasypaní viditelných, polohu 12,3 % určily lavinové vyhledávače. Metoda sondováním byla úspěšná ve 3,5 % a pes vyhledal 2,2 % zasažených lavinou. Protože byla průměrná doba doletu značně dlouhá, autoři nedoporučují interval do prvního kontaktu se zasypaným více prodlužovat. Protože „Time is life“ (Lunde et al., 2019, s. 1-8).

Záchranné akce při LN jsou komplexní činností, vyžadující technickou zdatnost a zároveň vysoké odborné znalosti a dovednosti v oblasti medicíny. HCM mohou pomáhat s technickou fází záchrany zahrnující lokalizaci a vykopání zasaženého a také musí být schopni poskytnout adekvátní terapii dle doporučených standardů.

## **2.4 Význam a limitace dohledaných poznatků**

SČ LZS vyžadují vysokou odbornost a erudici všech členů posádky. Jsou široce komplexní a na letecké záchranáře kladou významné nároky napříč mnoha směry. Výsledky studií potvrzují jejich využití v případech nouze či zdravotních komplikací osoby nacházející se ve vzdáleném nebo nepřístupném terénu. Typologie zásahů LZS, často se odehrávajících v limitním prostředí, dokládají potřebu provedení důležitých intervencí. Řada pacientů se nachází v kritickém stavu s hrozcím selháním základních životních funkcí. V takovém případě je potřeba provést život zachraňující úkony, stabilizovat zdravotní stav pacienta a následně je možné provést samotnou evakuaci. Osoby, které nedýchají, nebo u kterých hrozí selhání této životní funkce, mohou vyžadovat nejen časné zajištění DC a adekvátní ventilaci. V případě potřeby jejich evakuace však musí probíhat nepřerušovaná ventilace a monitoring zdravotního stavu. I přes významný nedostatek informací týkajících se provádění SČ při zajištění DC a ventilaci pacienta studie doložily proveditelnost úkonu při této velmi netradiční situaci. SČ LZS nespočívají pouze v použití lanových technik a prací nad volnou hloubkou. Specifickou úlohu může LZS zajišťovat také při LN. Zde je využívána zejména pro možnost rychlého transportu zdravotnické posádky, psovodů s lavinovými psy a dalších, zejména horských záchranářů. Platí, že posádka vrtulníku by měla být na danou situaci vždy dostatečně připravena. Z výsledků studií vyplývá, že pacienti vyžadující profesionální pomoc v podobě provedení SČ LZS se nejčastěji nacházejí v nehostinném prostředí nepřístupného terénu. Většina zdravotních komplikací pacientů je úrazové povahy, které vznikají nejčastěji ve spojitosti s pádem. Tento mechanismus může způsobit lehká i život ohrožující poranění, která vyžadují časné poskytnutí odborné PNP již na místě incidentu. Pacient je neustále

v interakci s okolním prostředím a z úrazu o lehké povaze se mohou postupně, i v průběhu krátkého časového intervalu, vyvinout závažné zdravotní komplikace ohrožující pacienta na životě. Z toho důvodu by LZS operující v nepřístupném terénu měla být schopna zasáhnout v rámci SČ s cílem urychlit kontakt pacienta se zdravotnickou péčí.

Limitací dohledaných informací je nedostatek studií týkajících se této problematiky a studie prováděné na simulačních figurínách, které nemusí vždy dokonale simulovat konkrétní situaci odpovídající člověku. Byly vyhledány pouze zahraniční studie popisující činnost LZS. Záchrané akce, při kterých jsou prováděny SČ, tvoří malou část misí HEMS i u LZS operujících v horském prostředí Alp, které tento výkon provádějí častěji. K provádění SČ LZS dochází v ČR zřídka. Dle statistiky zachycující činnost všech základen LZS v ČR, kterou vydává odborná sekce LZS „SUMMK ČLS JEP“, bylo v roce 2019 provedeno celkem 51 zásahů s využitím lanových technik z celkového počtu 5147 primárních misí (SUMMK ČLS JEP, rok neuveden, s. 1). Prostředí, které popisuje většina studií, spíše odpovídá horám o vyšší nadmořské výšce, špatně přístupný a nebezpečný terén se ale nachází i v ČR. Výsledky se proto vzhledem k podobnosti přírodních a socioekonomických podmínek dají aplikovat na situaci v ČR.

Význam bakalářské práce spočívá v podání komplexní informace o tématu SČ LZS. Pro informační účely proto může tato bakalářská práce sloužit záchranářům LZS a lidem, kteří se zajímají o činnost LZS v limitních podmínkách.

## Závěr

Název „speciální činnosti“ je adekvátní pro vykonávání náročných záchranných prací. SČ vyžadují vysoce odbornou způsobilost každého člena posádky LZS a pomůcky k vlastnímu provedení záchranné akce. Způsobů, jak dosáhnout a evakuovat pacienta v podmínkách LZS, existuje několik. Ideálně by však měly být vrtulníky operující v nepřístupném terénu vybaveny PJ, alternativou se jeví využití podvěsu. Metoda HHO, při které je použit PJ se jeví jako velice efektivní. V porovnání s HEC je časově významně méně náročná. Výhodou podvěsu je ale nosnost celého zařízení, která je vyšší, než při záchranně HHO. Jednotlivé LZS se řídí vlastními rozdílnými metodikami pro SČ, rozdílné postupy u rozdílných provozovatelů ale spojuje jeden cíl. Zachránit osobu v tísni. Možnost disponovat touto specializací je benefitem pro pacienta a pro záchranné složky zároveň, jak dokládají výsledky studií. Možnost provedení SČ významně urychlilo kontakt pacientů ve velice závažném stavu s intenzivní přednemocniční a odbornou péčí cílového zdravotnického zařízení. Závažný stav evakuovaných pacientů může vyžadovat zajištění DC a ventilaci. Jeden z cílů je proto zaměřen na ventilaci pacienta se zajištěnými DC v průběhu evakuace. Výsledky studií dokládají proveditelnost tohoto úkonu, nelze však striktně doporučit manuální či mechanickou metodu UPV. Specifickou úlohu hrají vrtulníky LZS při LN. V naprosté většině případů představují nejrychlejší a mnohdy jediný způsob transportu zdravotnické posádky vrtulníku, horských záchranařů, lavinových psů a záchranného materiálu k místu neštěstí. Čekáním na shromáždění záchranných sil, může dojít k výraznému zdržení vyslání letecké záchranné služby k incidentu. V případě možného delšího zdržení, by proto měl být vrtulník s původní posádkou leteckých záchranařů okamžitě vyslán k LN s cílem co nejrychlejšího poskytnutí odborné pomoci. Následně by měly být transportovány již shromážděné záchranné síly.

Práce poukazuje na nedostatek studií zaměřujících se na téma speciálních činností, zejména pak na evakuaci pacienta se selháním dechových funkcí. Dohledané poznatky mohou být aplikovány na současnou situaci týkající se provádění SČ LZS v ČR. BP mohou studenti oboru zdravotnický záchranař využít k seznámení se s tématem LZS.



## Referenčný zoznam

AIR-TRANSPORT EUROPE, SPOL. S R. O. *Príručka na vykonávanie záchranných akcií pomocou vrtuľníka. 2. Letisko Poprad – Tatry*, 2018.

AUSSERER, Julia et al. Physician staffed helicopter emergency medical systems can provide advanced trauma life support in mountainous and remote areas. *Injury* [online]. 2017, **48**(1), 20-25 [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1016/j.injury.2016.09.005. ISSN 0020-1383. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138316304351>

BOYD, J. et al. Patterns of death among avalanche fatalities: a 21-year review. *Canadian Medical Association Journal* [online]. 2009, **180**(5), 507-512 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1503/cmaj.081327. ISSN 0820-3946. Dostupné z: <http://www.cmaj.ca/cgi/doi/10.1503/cmaj.081327>

BRUGGER, Hermann et al. The impact of avalanche rescue devices on survival. *Resuscitation* [online]. 2007, **75**(3), 476-483 [cit. 2020-01-17]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2007.06.002. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030095720700305X>

BURNS, Brian J., Keith EDWARDS a Thomas HOUSE. Bag Valve Mask Failure during HEMS Intubated Stretcher Winch. *Air Medical Journal* [online]. 2012, **31**(2), 84-86 [cit. 2019-11-14]. DOI: 10.1016/j.amj.2011.07.003. ISSN 1067-991X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1067991X11001751>

CARPENTER, Judi a Frank THOMAS. A 10-Year Analysis of 214 HEMS Backcountry Hoist Rescues. *Air Medical Journal* [online]. 2013, **32**(2), 98-101 [cit. 2019-11-17]. DOI: 10.1016/j.amj.2012.10.012. ISSN 1067-991X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1067991X12003264>

DOBIÁŠ, Viliam, BULÍKOVÁ, Táňa a HERMAN, Peter. *Prednemocničná urgentná medicína. 2., doplnené a prepracované vydanie*. Martin: Osveta, 2012. 740 stran. ISBN 978-80-8063-387-5.

ELLERTON, John a Hannah GILBERT. Should helicopters have a hoist or 'long-line' capability to perform mountain rescue in the UK? *Emergency Medicine Journal* [online]. 2011, **29**(1), 56-59 [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1136/emj.2010.105403. ISSN 1472-0205. Dostupné z: <http://emj.bmj.com/lookup/doi/10.1136/emj.2010.105403>

GELER, Tobias et al. Advanced airway management in an anaesthesiologist-staffed Helicopter Emergency Medical Service (HEMS): A retrospective analysis of 1047 out-of-hospital intubations. *Resuscitation* [online]. 2016, **105**, 66-69 [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2016.04.020. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957216300466>

GENERÁLNÍ ŠTÁB ARMÁDY ČR a GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR. *Směrnice: Pro výcvik a provádění záchranných prací leteckými záchranáři Hasičského záchranného sboru České Republiky při využití vrtulníků Armády České republiky* [online]. [cit. 2019-11-23]. Dostupné z: <https://www.hasici-vzdelavani.cz/content/letecti-zachranari>

GOSTELI, Gaël, Bertrand YERSIN, Cédric MABIRE, Mathieu PASQUIER, Roland ALBRECHT a Pierre-Nicolas CARRON. Retrospective analysis of 616 air-rescue trauma cases related to the practice of extreme sports. *Injury* [online]. 2016, **47**(7), 1414-1420 [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1016/j.injury.2016.03.025. ISSN 0020-1383. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138316300705>

HOLLOTT, John. Ventilatory choices for intubated patients during helicopter stretcher winching. *Emergency Medicine Australasia* [online]. 2017, **29**(6), 692-696 [cit. 2019-11-18]. DOI: 10.1111/1742-6723.12845. ISSN 1742-6731. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1742-6723.12845>

JANSSEN, D. J. a B. J. BURNS. Experience of pre-hospital treatment of survivors of falls-related trauma by an Australian helicopter emergency medical service. *Injury* [online]. 2013, **44**(5), 624-628 [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1016/j.injury.2012.04.012. ISSN 00201383. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138312001404>

KIKA, Tomáš. A DAY WITH MARTIN 8. In: *TOMASKIKA* [online]. [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.tomaskika.com/works/detail/5/>

KIKA, Tomáš. A DAY WITH MARTIN 8. *Vertical Valor Magazine* [online]. 2015, 70-80 [cit. 2020-06-07]. ISSN 1703-8112. Dostupné z: [https://assets.verticalmag.com/digital/2015/fall911/files/2.html?\\_ga=2.236870401.1878493875.1591559781-1009154685.1591559781](https://assets.verticalmag.com/digital/2015/fall911/files/2.html?_ga=2.236870401.1878493875.1591559781-1009154685.1591559781)

KIKA, Tomáš. Alpine Guardians. *Vertical Valor Magazine* [online]. 2020, 82-92 [cit. 2020-06-07]. ISSN 1703-8812. Dostupné z: [https://assets.verticalmag.com/digital/2020/Valor\\_Spring/index.html?\\_ga=2.28193724.1878493875.1591559781-1009154685.1591559781](https://assets.verticalmag.com/digital/2020/Valor_Spring/index.html?_ga=2.28193724.1878493875.1591559781-1009154685.1591559781)

KIKA, Tomáš. *Soukromý archiv vedoucího práce*. 2020.

KOLEKTIV AUTORŮ. *Dokument expertní pracovní skupiny ke stavu a budoucímu rozvoji LZS v ČR*. SUMMK ČLS JEP, 2018. Dostupné také z: [https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018\\_LZSVCR-1.pdf](https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018_LZSVCR-1.pdf)

KOLEKTIV AUTORŮ. *Manuál letecké výjezdové skupiny: výcvikový manuál*. 2019. Praha: Vzdělávací a výcvikové středisko, Zdravotnická záchranná služba hl. m. Prahy, 2019. ISBN 978-80-907428-1-9

KOLEKTIV AUTORŮ. *Caution – Avalanches!*. 2018. Dostupné také z: [https://www.slf.ch/fileadmin/user\\_upload/WSL/Publikationen/Sonderformate/pdf/20180914\\_Lawinenfolder\\_e\\_achtung\\_lawinen.pdf](https://www.slf.ch/fileadmin/user_upload/WSL/Publikationen/Sonderformate/pdf/20180914_Lawinenfolder_e_achtung_lawinen.pdf)

KOLEKTIV AUTORŮ. *Avalanche safety essentials: Basic avalanche safety education for backcountry skiers, winter climbers and walkers*. Tignes, France. Dostupné také z: <https://www.slopeangel.com/wp-content/uploads/2019/01/Slopeangel-avalanche-essentials-safety-guide-HR.pdf>

KOTTMANN, Alexandre et al. Identification of the technical and medical requirements for HEMS avalanche rescue missions through a 15-year retrospective analysis in a HEMS in Switzerland: a necessary step for quality improvement. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2018, **26**(1) [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1186/s13049-018-0520-3. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-018-0520-3>

KÜPPER Thomas et al. Safety in Alpine Helicopter Rescue Operations—Minimal Requirements of Alpine Skills for Rescue Personnel. *The Annals of Occupational Hygiene* [online]. 2013 [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1093/annhyg/met031. ISSN 1475-3162. Dostupné z: <https://academic.oup.com/annweh/article/57/9/1180/196006/Safety-in-Alpine-Helicopter-Rescue>

LAVON, Ophir, Dan HERSHKO a Erez BARENBOIM. The utility of flow-limited automated mechanical ventilation during airborne hoist rescue missions. *The American Journal of Emergency Medicine* [online]. 2010, **28**(4), 523-526 [cit. 2019-11-18]. DOI:10.1016/j.ajem.2010.02.001. ISSN 0735-6757. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735675710000860>

LUNDE, Albert a Christen TELLEFSEN. Patient and rescuer safety: recommendations for dispatch and prioritization of rescue resources based on a retrospective study of Norwegian avalanche incidents 1996–2017. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2019, **27**(1) [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1186/s13049-019-0585-7. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-019-0585-7>

MAIR, Peter et al. Emergency medical helicopter operations for avalanche accidents. *Resuscitation* [online]. 2013, **84**(4), 492-495 [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.09.010. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957212007976>

MORODER, Luca et al. Outcome of avalanche victims with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* [online]. 2015, **89**, 114-118 [cit. 2020-01-17]. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.01.019. ISSN 0300-9572. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957215000374>

MURPHY, David, Alan GARNER a Rod BISHOP. Respiratory Function in Hoist Rescue: Comparing Slings, Stretcher, and Rescue Basket. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* [online]. 2011, **82**(2), 123-127 [cit. 2019-11-14]. DOI: 10.3357/ASEM.2591.2011. ISSN 0095-6562. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/49843478\\_Respiratory\\_Function\\_in\\_Hoist\\_Rescue\\_Comparing\\_Slings\\_Stretcher\\_and\\_Rescue\\_Basket](https://www.researchgate.net/publication/49843478_Respiratory_Function_in_Hoist_Rescue_Comparing_Slings_Stretcher_and_Rescue_Basket)

PASQUIER, M. et al. Helicopter rescue operations involving winching of an emergency physician. *Injury* [online]. 2012, **43**(9), 1377-1380 [cit. 2019-11-17]. DOI: 10.1016/j.injury.2011.06.196. ISSN 0020-1383. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020138311002993>

PHILLIPS, Ken. *HELICOPTER RESCUE TECHNIQUES: National SAR Academy Training Manual*. 2013. Dostupné také z: [https://mra.org/wp-content/uploads/2016/05/Helicopter\\_Rescue\\_Techniques-\\_NSARA\\_Manual-\\_10-23-2013.pdf](https://mra.org/wp-content/uploads/2016/05/Helicopter_Rescue_Techniques-_NSARA_Manual-_10-23-2013.pdf)

PIETSCH, Urs et al. Challenges of helicopter mountain rescue missions by human external cargo: need for physicians onsite and comprehensive training. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2019, **27**(1) [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1186/s13049-019-0598-2. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-019-0598-2>

PIETSCH, Urs et al. Advanced airway management in hoist and longline operations in mountain HEMS – considerations in austere environments: a narrative review This review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2018, **26**(1), 1-8 [cit. 2019-11-14]. DOI: 10.1186/s13049-018-0490-5. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-018-0490-5>

REID, Bjørn O. et al. Search and Rescue and Remote Medical Evacuation in a Norwegian Setting: Comparison of Two Systems. *Wilderness & Environmental Medicine* [online]. 2019, **30**(2), 155-162 [cit. 2019-12-25]. DOI: 10.1016/j.wem.2019.02.003. ISSN 1080-6032. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080603219300456>

REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.

SAMDAL, Martin et al. Static Rope Evacuation by Helicopter Emergency Medical Services in Rescue Operations in Southeast Norway. *WILDERNESS & ENVIRONMENTAL MEDICINE* [online]. 2018, **29**(3), 315-324 [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1016/j.wem.2018.03.010. ISSN 1080-6032. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080603218300644>

SAMDAL, Martin et al. Time Course of Hoist Operations by the Search and Rescue Helicopter Service in Southeast Norway, *WILDERNESS & ENVIRONMENTAL MEDICINE* [online]. 2019 [cit. 2019-11-17]. DOI: 10.1016/j.wem.2019.06.004. ISSN 1080-6032. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080603219301140>

SCHMID, M. et al. Equipment for pre-hospital airway management on Helicopter Emergency Medical System helicopters in central Europe. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* [online]. 2011, **55**(5), 583-587 [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2011.02418.x. ISSN 0001-5172. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-6576.2011.02418.x>

SLOTTA-BACHMAYR, Leopold. How Burial Time of Avalanche Victims is Influenced by Rescue Method: An Analysis of Search Reports from the Alps. *Natural Hazards* [online]. 2005, **34**(3), 341-352 [cit. 2020-01-17]. DOI: 10.1007/s11069-004-3421-x. ISSN 0921-030X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11069-004-3421-x>

SUNDE, Geir Arne et al. Airway management by physician-staffed Helicopter Emergency Medical Services – a prospective, multicentre, observational study of 2,327 patients. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2015, **23**(1) [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1186/s13049-015-0136-9. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <http://www.sjtrem.com/content/23/1/57>

SUMMK ČLS JEP. *Indikační kritéria pro nasazení letecké záchranné služby (LZS)*. 2018. Dostupné také z: [https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018\\_LZS.pdf](https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2019/03/2018_LZS.pdf)

SUMMK ČLS JEP. *Statistika LZS za rok 2019*. Dostupné z: <https://urgmed.cz/wp-content/uploads/2020/04/Statistika-CR-2019.pdf>

TOMAZIN, Iztok et al. Medical Standards for Mountain Rescue Operations Using Helicopters: Official Consensus Recommendations of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *High Altitude Medicine & Biology* [online]. 2011, 12(4), 335-341 [cit. 2019-11-23]. DOI: 10.1089/ham.2010.1096. ISSN 1527-0297. Dostupné z: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ham.2010.1096>

TOMAZIN, Iztok et al. Factors impacting on the activation and approach times of helicopter emergency medical services in four Alpine countries. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2012, **20**(1) [cit. 2019-12-23]. DOI: 10.1186/1757-7241-20-56. ISSN 1757-7241. Dostupné z: <http://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/1757-7241-20-56>

TRUHLÁŘ, Anatolij a Martin HONZÍK. Medicína divočiny (1. část) - lavinová nehoda. *Urgentní medicína*. 1998-, **13**(2), 22-28. ISSN 1212-1924.

## Seznam zkratek

ATLS	Advanced Trauma Life Support
ČR	Česká republika
DC	dýchací cesty
EP	evakuační prostředky
FEV <sub>1</sub>	usilovně vydechnutý objem za 1 sekundu po maximální nádechu
GCS	Glasgow Coma Scale
HCM	Helicopter Crew Member
HEC	Human External Cargo
HEMS	Helicopter Emergency Medical Service
HHO	Human Hoist Operation
ha	hektar, jednotka plochy
IC	inspirační kapacita
ISS	Injury Severity Score
kg	kilogram
km	kilometr
KPR	kardiopulmonální resuscitace
l	litr
LM	laryngeální maska
LN	lavinová nehoda
LZS	letecká záchranná služba
m	metr
mbar	milibar
min.	minuta
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
OTI	orotracheální intubace
PEEP	Positive End-Expiratory Pressure
PJ	palubní jeřáb
PNP	přednemocniční péče
ROSC	Return Of Spontaneus Circulation
s	sekunda
SAR	Search And Rescue



SČ	speciální činnosti
SpO <sub>2</sub>	saturace krve kyslíkem
SV	samorozpínací vak
TCM	Technical Crew Member
TK	krvní tlak
UIAA	Union Internationale des Associations d'Alpinisme
UPV	umělá plicní ventilace
VC	vitální kapacita
VS	výjezdová skupina
ZZS	zdravotnická záchranná služba
'	frekvence za minutu

## Seznam příloh

- Příloha 1 -Obrázek 1 - Posádka vrtulníku LZS připravující se na provedení SČ  
-Obrázek 2 - Výbava zdravotnického člena posádky HCM
- Příloha 2 -Obrázek 3 - Evakuace pacienta v transportním vaku  
-Obrázek 4 - Evakuace pacienta v evakuační sedačce
- Příloha 3 -Obrázek 5 - Příprava před spouštěním leteckého záchranáře PJ (HHO)  
-Obrázek 6 - Příprava před spouštěním leteckého záchranáře PJ (HHO)  
-Obrázek 7 - Spouštění leteckého záchranáře PJ k pacientovi (HHO)  
-Obrázek 8 - Spouštění leteckého záchranáře PJ k pacientovi (HHO)  
-Obrázek 9 - Příprava před evakuací pacienta PJ (HHO)  
-Obrázek 10 - Příprava před evakuací pacienta PJ (HHO)  
-Obrázek 11 - HCM udává pokyn k zahájení evakuace PJ (HHO)  
-Obrázek 12 - Evakuace pacienta pomocí PJ (HHO)  
-Obrázek 13 - Evakuace pacienta pomocí PJ (HHO)
- Příloha 4 -Obrázek 14 - Upevnění podvěsu do kotvícího systému (HEC)  
-Obrázek 15 - Letečtí záchranáři před transportem v podvěsu (HEC)  
-Obrázek 16 - Transport leteckých záchranářů s využitím podvěsu (HEC)  
-Obrázek 17 - Transport leteckých záchranářů s využitím podvěsu (HEC)  
-Obrázek 18 - Transport leteckých záchranářů s využitím podvěsu (HEC)  
-Obrázek 19 - Transport leteckých záchranářů s využitím podvěsu (HEC)
- Příloha 5 -Obrázek 20 - Základní lavinová výbava
- Příloha 6 - Souhlas s použitím fotografií

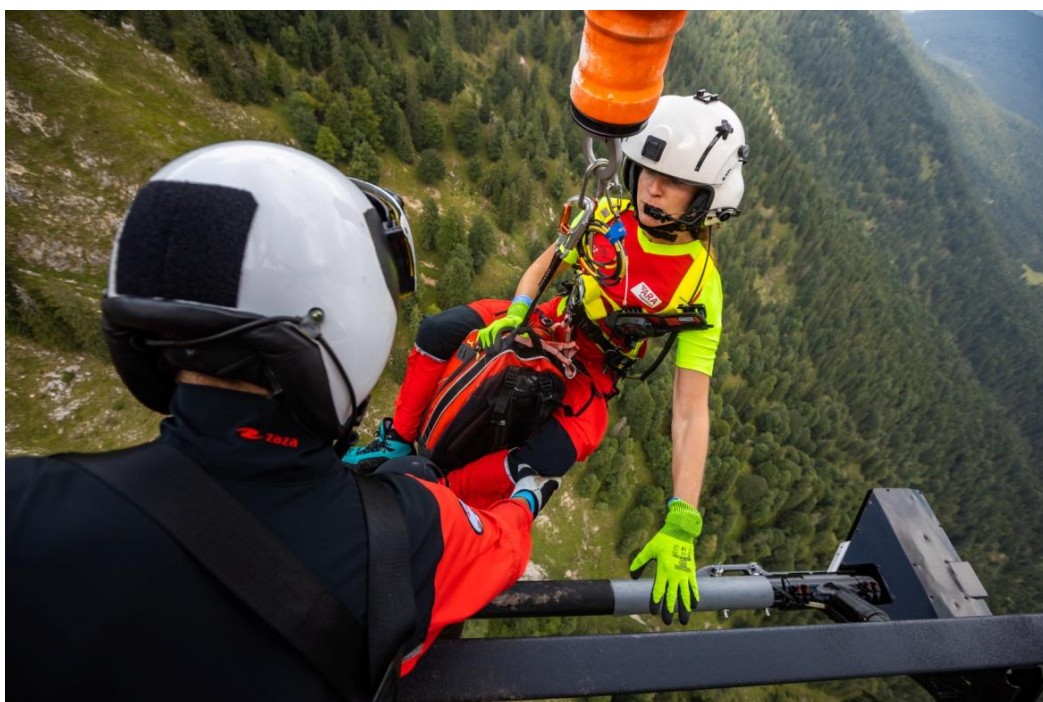
## Příloha 1

**Obrázek 1** Posádka vrtulníku LZS připravující se na provedení SČ



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

**Obrázek 2** Výbava zdravotnického člena posádky HCM



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

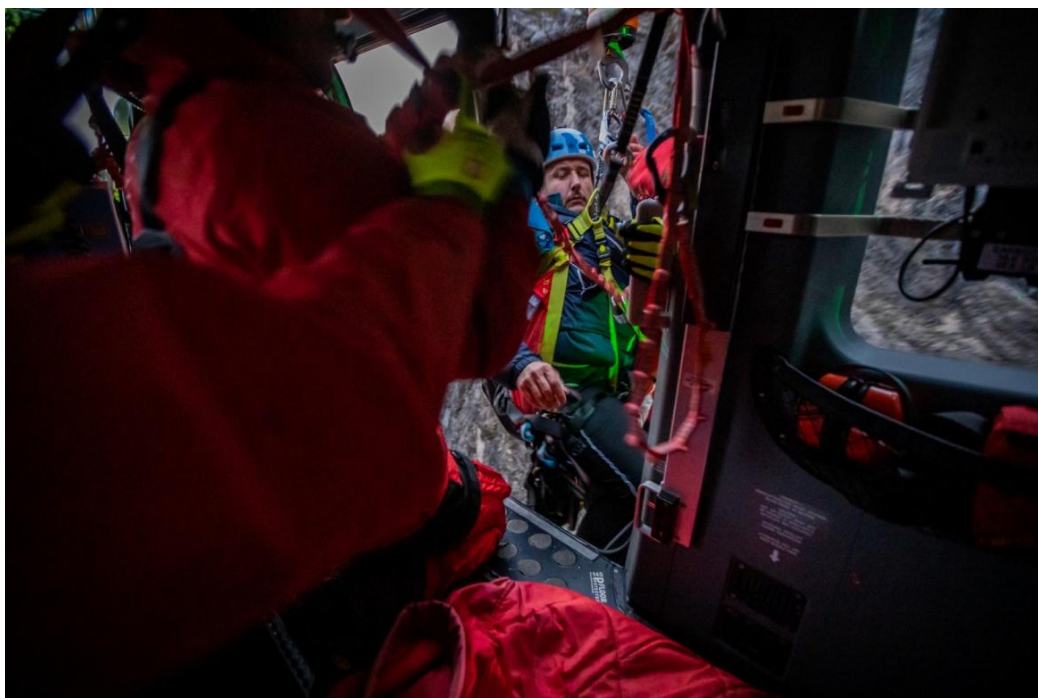


**Obrázek 3 Evakuace pacienta v transportním vaku**



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2020, Vertical Valor Magazine - Spring Issue, s. 84

**Obrázek 4 Evakuace pacienta v evakuační sedačce**



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

**Obrázek 5 Příprava před spuštěním leteckého záchranáře PJ (HHO)**



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

**Obrázek 6 Příprava před spuštěním leteckého záchranáře PJ (HHO)**



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

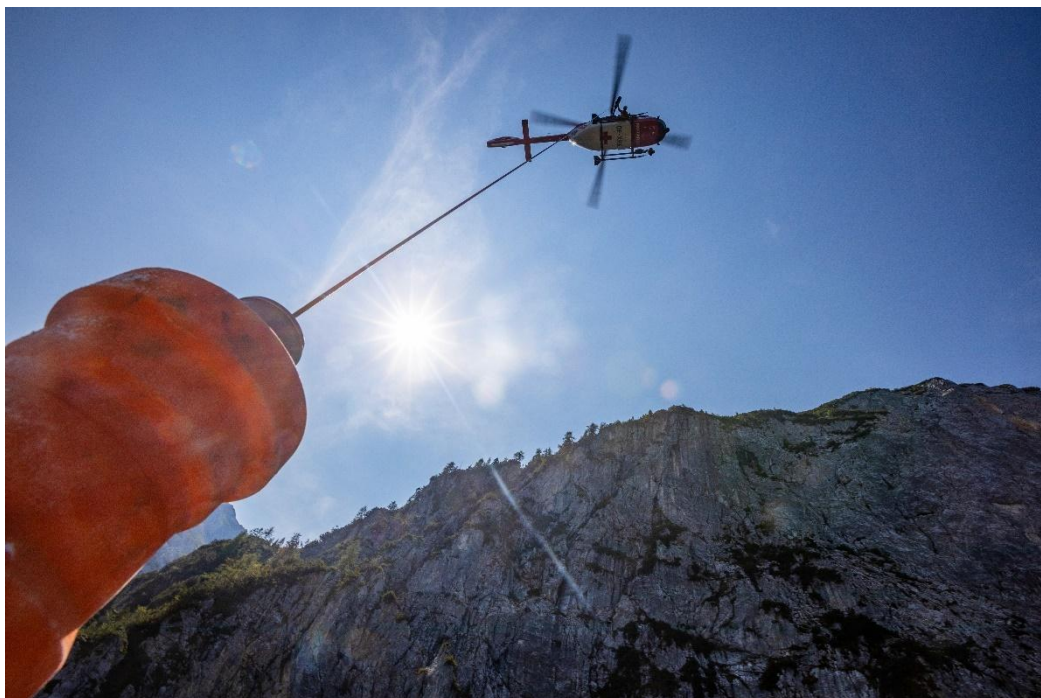


**Obrázek 7 Spouštění leteckého záchranáře PJ k pacientovi (HHO)**



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2020, Vertical Valor Magazine - Spring Issue, s. 83

**Obrázek 8 Spouštění leteckého záchranáře PJ k pacientovi (HHO)**



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

**Obrázek 9** Příprava před evakuací pacienta PJ (HHO)



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020



**Obrázek 10** Příprava před evakuací pacienta PJ (HHO)



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020



**Obrázek 11 HCM udává pokyn k zahájení evakuace PJ (HHO)**



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

**Obrázek 12 Evakuace pacienta pomocí PJ (HHO)**



Zdroj: Soukromý archiv vedoucího práce Mgr. Tomáše Kiky, 2020

**Obrázek 13 Evakuace pacienta pomocí PJ (HHO)**



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2020, Vertical Valor Magazine - Spring Issue, s. 90-91



**Obrázek 14 Upevnění podvěsu do kotvícího systému (HEC)**



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2015, [www.tomaskika.com](http://www.tomaskika.com) – A DAY WITH MARTIN 8

**Obrázek 15 Letečtí záchranáři před transportem v podvěsu (HEC)**



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2015, Vertical Valor Magazine - AMTC Issue, s. 73

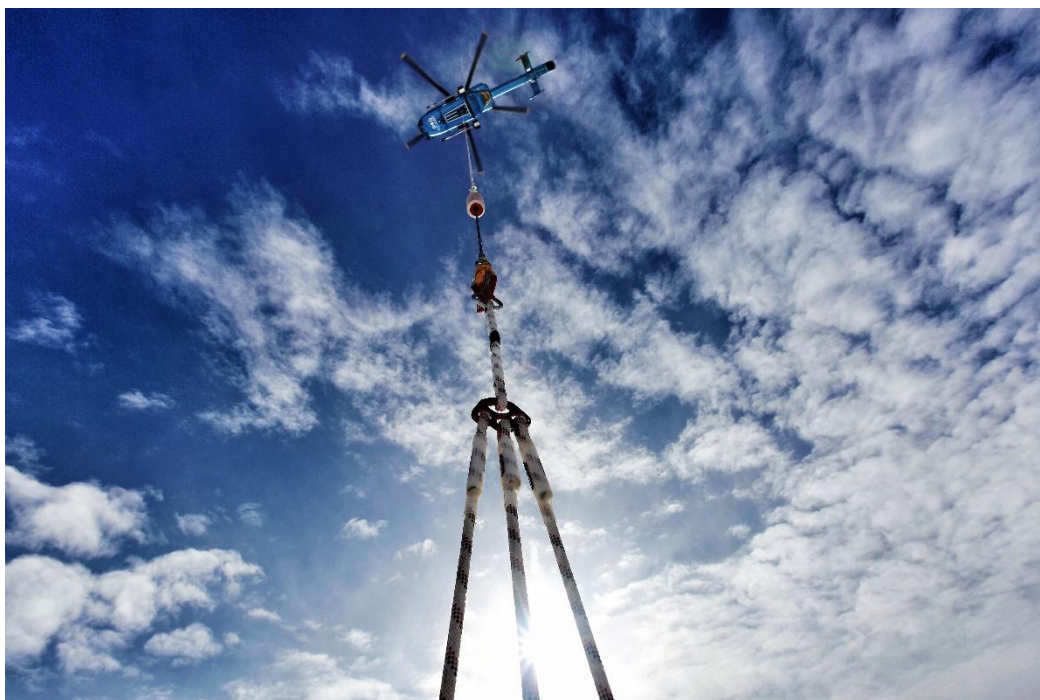
Příloha 4

**Obrázek 16** Transport leteckých záchranářů s využitím podvěsu (HEC)



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2015, Vertical Valor Magazine - AMTC Issue, s. 76

**Obrázek 17** Transport leteckých záchranářů s využitím podvěsu (HEC)



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2015, [www.tomaskika.com](http://www.tomaskika.com) – A DAY WITH MARTIN 8



Příloha 4

**Obrázek 18** Transport leteckých záchranářů s využitím podvěsu (HEC)



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2015, Vertical Valor Magazine - AMTC Issue, s. 75

**Obrázek 19** Příprava na odpojení podvěsu z kotvícího zařízení (HEC)



Zdroj: Mgr. Tomáš Kika, 2015, Vertical Valor Magazine - AMTC Issue, s. 70-71

Příloha 5

**Obrázek 20** Základní lavinová výbava



Zdroj: Soukromý archív autora práce, 2020

## Souhlas s použitím fotografií

Pro účely bakalářské práce souhlasím s použitím fotografií z prostředí letecké záchranné služby, které vznikly s účelem provedení reportáže.

Autor fotografií: **Mgr. Tomáš Kika**

Téma bakalářské práce: **Letecká záchranná služba**

Název bakalářské práce: **Speciální činnosti letecké záchranné služby**

Autor bakalářské práce: **Tomáš Večeřa**

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Tomáš Kika**

V Olomouci dne 6. 6. 2020



Mgr. Tomáš Kika

Autor fotografií