

# **Univerzita Palackého v Olomouci**

**Fakulta tělesné kultury**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**(bakalářská)**

2017

Lukáš Kaller

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

Sportovní výkon v lezení na pískovcových skalách:  
Možnosti analýzy výkonu s využitím záznamu tepové  
frekvence

Bakalářská práce

Autor: Lukáš Kaller, učitelství pro střední školy tělesná výchova – geografie

Vedoucí práce: Mgr. Roman Cuberek, Ph.D.

Olomouc 2017

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Lukáš Kaller

**Název závěrečné písemné práce:** Sportovní výkon v lezení na pískovcových skalách:  
Možnosti analýzy výkonu s využitím záznamu tepové frekvence

**Pracoviště:** Institut zdravého životního stylu

**Vedoucí:** Mgr. Roman Cuberek, Ph.D.

**Rok obhajoby:** 2017

**Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá sportovním výkonem v lezení na pískovcových skalách. Hlavním cílem bylo zhodnotit a posoudit možnost hodnocení lezeckého výkonu na pískovcových skalách s využitím metody založené na monitoringu srdeční frekvence (HR). Výzkum byl založen na monitoringu HR u dvou lezců při výstupu na pískovcovou věž. Jednalo se o typ lezení v plotnách. Mimo monitoring HR pomocí sporttesteru byl vytvořen videozáznam za účelem posouzení faktorů ovlivňujících vnitřní zatížení lezců a retrospektivní kresba, ve které kdy lezci subjektivně posuzovali psychicky a fyzicky náročné úseky výstupu. Bylo zjištěno, že vnitřní zátěž je výrazně ovlivněna rizikem úrazu spojený s dlouhým pádem a vzrůstá adekvátně se vzdáleností od fixního či postupového jištění.

**Klíčová slova:** horolezectví, pískovcové lezení, výkon ve sportovním lezení, zatížení, srdeční frekvence

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Lukáš Kaller

**Title of the thesis:** Sandstone climbing sport performance: Possibilities of performance analysis by using heart rate record

**Department:** Institute of active lifestyle

**Supervisor:** Mgr. Roman Cuberek, Ph.D.

**The year of presentation:** 2017

**Abstract:** The bachelor thesis focuses on sport performance in sandstone climbing. Its main aim is to evaluate and assess the possibility of measuring the sandstone climbing performance by the method based on monitoring the heart rate (HR) with sporttester. The research was based on monitoring HR at two climbers in ascent on sandstone tower. It was slab climbing. Except of monitoring HR construct on sporttester, was used with purpose of evaluating factors influencing visceral load of climbers and retrospective painting containing subjective evaluating of physical and psychological sections of ascent. It was found, that visceral load is significantly affected dangerous of injury in connection with the long fall and increases adequately with the distance of fixed or progressive protection.

**Keywords:** climbing, sandstone climbing, sport climbing performance, load, heart rate

I agree with the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí Mgr. Romana Cuberka, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 21.4.2017

.....

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, Mgr. Romanu Cuberkovi, Ph.D., za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování této práce. Dále Martinovi Blažkovi a Pavlovi Roskovi, kteří se podíleli na výzkumu a celé rodině a všem přátelům, kteří mě podporovali.

## OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2 PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	<b>11</b>
2.1 Horolezectví a jeho vývoj .....	11
2.1.1 <i>Disciplíny sportovního horolezectví</i> .....	11
2.2 Historie horolezectví .....	14
2.2.1 <i>Vývoj pískovcového horolezectví</i> .....	16
2.3 Pískovcové lezení a jeho specifika.....	19
2.3.1 <i>Pískovcová skalní města</i> .....	20
2.3.2 <i>Charakteristika pískovcového lezení</i> .....	21
2.4 Výkon ve sportovním lezení .....	24
2.4.1 <i>Somatické faktory</i> .....	26
2.4.2 <i>Kondiční faktory</i> .....	27
2.4.3 <i>Technické faktory</i> .....	30
2.4.4 <i>Taktické faktory</i> .....	31
2.4.5 <i>Psychické faktory</i> .....	31
2.5 Zatížení.....	34
2.5.1 <i>Fyzické zatížení</i> .....	35
2.5.2 <i>Stres</i> .....	36
2.5.3 <i>Srdeční a tepová frekvence</i> .....	38
<b>3 CÍLE</b> .....	<b>42</b>
3.1 Hlavní cíl práce .....	42
3.2 Dílčí cíle.....	42
3.3 Výzkumné otázky .....	42
<b>4 METODIKA</b> .....	<b>43</b>
4.1 Design výzkumu .....	43
4.2 Výzkumný soubor .....	43

4.3	Metody sběru dat.....	44
4.4	Organizace sběru dat.....	44
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>46</b>
5.1	Úroveň vnitřního zatížení v průběhu lezeckého výkonu při plotnovém lezení.....	46
5.2	Charakter záznamu HR s ohledem na specifické úseky lezeckého výkonu .....	48
5.2.1	<i>Charakteristika úseků lezeckého výstupu .....</i>	<i>48</i>
5.2.2	<i>Změny vnitřního zatížení v charakteristických úsecích lezeckého výstupu..</i>	<i>50</i>
5.3	Limity práce .....	52
<b>6</b>	<b>ZÁVĚRY.....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>SOUHRN .....</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>REFERENČNÍ SEZNAM.....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>60</b>



## 1 ÚVOD

V práci se zabývám specifickou disciplínou skalního lezení provozovanou v pískovcových oblastech České křídové pánve, konkrétně v Adršpašských skalách. Pískovcové lezení mělo v České republice vždy zvláštní postavení, což ostatně dokládá i fakt, že je u nás bráno jako samostatná horolezecká disciplína s vlastní stupnicí obtížnosti a dodnes si uchovává své tradiční způsoby lezení. Pro pískovcové skály byl Českým Horolezeckým Svazem vypracován i zvláštní soubor pravidel, které se zaměřují jen na tuto oblast: Pravidla lezení v pískovcových oblastech v Čechách.

Teoretická část se zabývá především historií horolezectví vedoucí ke vzniku pískovcového lezení a významnými momenty, které vedly k jeho dalšímu vývoji a směřování. Tyto momenty spolu s charakteristickým lezením provozovaným na pískovci vedly k jeho vymezení do vlastní horolezecké disciplíny. Dále se věnuji faktorům ovlivňujícím sportovní výkon v pískovcovém lezení, významnou roli tu představuje zvláště psychický faktor. Specifika pískovcové horniny (především drolivost) vedla ke vzniku zvláštních pravidel zmiňovaných výše, která upravují především rozmístění fixních jisticích bodů a zakazují používání jisticích prostředků poškozujících skálu (vklíněnce, frendy, skoby atd.). Umožňují používat pouze textilní smyčky. Tato specifika kladou na lezce zvýšenou psychickou zátěž způsobenou strachem z pádu. Tato zátěž může výrazně ovlivňovat výkon v této horolezecké disciplíně.

Pískovcové lezení je obecně považováno za psychicky velmi náročné. Přestože je tento fakt mezi Českými lezci poměrně rozšířen, neexistuje žádná dostupná studie, která by vliv psychického zatížení na sportovní výkon v pískovcovém lezení posuzovala, a také není dostupná žádná metodika umožňující takovéto hodnocení.

V práci se úžeji zaměřuji na možnosti hodnocení výkonu s použitím monitoru srdeční frekvence a videozáznamu. Zvýšená psychická zátěž v průběhu výkonu může vést ke snižování kvality prováděných pohybů, což může v důsledku vést k většímu riziku pádu. Zvýšené psychické zatížení může být způsobeno především kvalitou jištění (postupového i fixního) a vzdáleností od jisticího bodu, zvláště u prvolezce. Tyto faktory mohou výrazně ovlivňovat úroveň srdeční frekvence. V této práci se zaměřuji na specifický druh pískovcového lezení, a tím je lezení v plotnách. Plotny svým ukloněným charakterem kladou zvýšené nároky především na udržení rovnováhy a nižší možnosti zapojení horních končetin na výkonu. Zvýšené psychické zatížení může výrazně

ovlivňovat výsledný lezecký výkon v plotnách, pro který je nezbytná správná technika prováděných pohybů.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Horolezectví a jeho vývoj

Horolezectví můžeme definovat jako činnost prováděnou v terénu, v němž pro strmost nebo pokrytí ledem či sněhem hrozí zvýšené riziko nebezpečí zřícení. Tento fakt jej odlišuje od jiných činností (např. turistiky).

V takovém terénu je gravitace rozhodující vnější silou, proto je obzvláště důležité neztratit rovnováhu. Na pobyt v takovém prostředí odpovídá naše tělo projevem pudu sebezáchovy a horolezec proto musí v menší či větší míře překonávat vlastní strach.

Přesto nám pocit uspokojení z dalšího zdařilého kroku a dalšího dosaženého chytu dodává takový pocit radosti, že strach překonáváme vůlí a pohybujeme se v tak nebezpečném prostředí. Výstup na vrchol nám poté dodává takový pocit uspokojení z překonaného nebezpečí a strachu, že vynahradí vše, a to je asi podstatou horolezectví (Procházka, 1975).

Vymezení pojmu horolezectví není v publikacích zcela jednoznačné, a to z toho důvodu, že je často alternativně používán termín lezení. Můžeme říct, že tato záměna je spíše chybným pojmenováním, neboť horolezectví je označením pro sportovní disciplínu, zatímco lezení je označením pro pohyb. Konsekvenčně lezení po skalách je označením charakteristického pohybu po skále, sněhu nebo ledu.

Horolezectví jako sportovní disciplína je zastřešujícím pojmem pro všechny subdisciplíny, které se vyznačují vesměs vertikálním lezením, a to po různých materiálech (skála, led, sníh, umělá lezecká stěna) a za rozličných podmínek (zimní podmínky, letní podmínky, nadmořská výška apod.). Jedinou výjimku tvoří disciplína skialpinismus, která je zde zahrnuta v důsledku historického vývoje této disciplíny. Jedná se totiž o pohybovou aktivitu realizovanou ve vysokohorském prostředí, která v sobě může často zahrnovat také prvky lezení.

#### 2.1.1 *Disciplíny sportovního horolezectví*

Horolezectví můžeme dělit do mnoha kategorií. Je to dáno dlouhým historickým vývojem a neustálým pokrokem v horolezectví. Vznikají tak stále nové disciplíny a horolezectví se dále dělí a roste. Horolezecké disciplíny se můžou podle různých autorů a organizací zásadně lišit. Český horolezecký svaz každoročně vyhláší nejlepší

výstupy roku v těchto kategoriích: hory nad 6 000 m n. m., hory pod 6 000 m n. m. – mixový (jedná se o lezení s cepíny v ledu, který je místy přerušen skálou) a ledovcový charakter, hory pod 6 000 m n. m. – skalní lezení (včetně více délkového stěnového lezení), sportovní lezení, pískovcové a jiné tradiční lezení, bouldering, mixy a ledy sportovního charakteru, skialpinistické výstupy a sjezdy.

Podle knihy Horolezectví (Hattingh, 1999) jsou horolezecké disciplíny závodní horolezectví, kryté horolezecké stěny, bouldering, lezení s horním jištěním, sportovní horolezectví, lezení za použití základního materiálu a vysokohorské lezení včetně lezení ve sněhu a ledu. Vzhledem k tomu, že autorem je Brit, chybí zde vyčlenění disciplíny pískovcového horolezectví, které není na Britských ostrovech tak specifické jako u nás. Z tohoto důvodu využijeme kategorizaci horolezeckých disciplín podle knihy Abeceda horolezectví (Frank & Kublák, 2007).

### *Lezení na umělých stěnách*

Dvě zásadní motivace pro zbudování umělých stěn byly vlivy počasí a potřeba výkonnostních gymnastických lezců získat tréninkové prostředí, kde by mohli trénovat i v zimním období. Umělé lezecké stěny jsou především tréninkové, pro horolezce všech výkonnostních kategorií a disciplín. V neposlední řadě umožnil vznik umělých lezeckých stěn vytvořit prostředí pro realizaci závodního lezení na umělých lezeckých stěnách.

### *Skalní horolezectví*

Nejdůležitějším faktorem pro zařazení do tohoto horolezeckého odvětví je prostředí, kde se odehrává, a tím jsou skály, ať se jedná o skály velké pár desítek či stovek metrů anebo balvany. V České republice se toto odvětví horolezectví tradičně dělí na pískovcové horolezectví a lezení po ostatních skalních terénech, které jsou tvořené jinými druhy hornin (např. vápencové nebo žulové skály).

### *Pískovcové horolezectví*

Je specifický druh skalního horolezectví provozovaný v České republice a Německu. Podmínkou tohoto specifického druhu skalního lezení je výskyt pískovcových skal, které jsou většinou tvořeny měkkým a křehkým pískovcem. To výrazně ovlivňuje podobu místního horolezectví. V pískovcových skalách nelze používat

mobilní postupové jistící prostředky z kovů, protože jsou příliš nešetrné vůči měkkému pískovci. Trvale osazených jistících bodů ve skále je umístěno nemnoho, což má za následek větší tlak na psychiku horolezce.

### *Ledové horolezectví*

Toto horolezecké odvětví má původ ve velehorách, které svou výškou zasahují do oblastí sněhu a ledu, který nikdy netaje. S těmito podmínkami se museli horolezci vypořádat, ať už to bylo na ledovcích nebo později ve stěnách horských štítů. To mělo za následek vznik speciálního vybavení a technik umožňujících překonávat tyto překážky. Tyto techniky byly nadále rozvíjeny a jejich provozování se postupně přeneslo z oblasti velehor na zamrzlé vodopády v horských údolích během zimy.

### *Horské a velehorské horolezectví*

Jedná se o další formu horolezectví, která je podmíněna prostředím, v němž se provozuje, tímto prostředím jsou hory a jedná se o původní terén, ve kterém horolezectví vzniklo. Tato kategorie se dále dělí na oblast hor, středních hor a vysokých hor. Zásadní vliv má také fakt, zda se v daném pohoří nachází věčný sníh a led, proto tuto kategorii dále rozčleňujeme na ledovcové a neledovcové.

### *Vícedélkové stěnové lezení (Bigwall)*

Jak už nám anglický název napovídá, jedná se o horolezeckou disciplínu zaměřenou na vícedélkové stěnové lezení. Výstupy probíhají ve velice strmých a málo členitých stěnách o výšce několika stovek a více metrů. Tento druh lezení se zrodil ve Spojených Státech Amerických v oblasti Yosemite.

### *Zimní horolezectví*

Důležitou podmínkou tohoto druhu horolezectví je, aby terén vlivem zimy zásadně změnil svůj charakter v porovnání s letním obdobím. V některých oblastech není na tuto kategorizaci kladen příliš velký důraz, naproti tomu jsou zde oblasti jako slovenské Tatry nebo skotský Highland, kde je toto kritérium velice důležité. Zvláště v evropském klimatickém pásu dochází v neledovcových velehorách ke změně terénu mezi létem

a zimou. V zimě zapadnou sněhem a stěny štítů se pokryjí ledem. Celé pohoří tak zcela změní svůj charakter.

### *Vysokohorská turistika*

Je nejstarší druh horolezectví. Dnešní vysokohorské trasy jsou shodné s cestami, kudy procházeli objevitelé a první průkopníci hor. Základní motivací vysokohorské turistiky je vystoupit na vrchol, ta je spojená s touhou prozkoumávat hory a poznávat je. Většina výstupů na své trase nemá úseky přesahující III stupeň UIAA.

### *Zajištěná cesta (klettersteig, via ferrata)*

Jedná se o nejrazantnější formu rekreačního horolezectví. Trasa je zpřístupněna a zajištěna množstvím umělých jistících prostředků, které provází lezce po celé trase. Umělé prostředky mají podobu železných kramlí, žebříků, řetězů anebo ocelových lan vedených terénem. Nejdříve se takto zajišťovaly populární horské túry, později se tato disciplína dostává do stále strmějších až svislých a převislých terénů.

### *Bouldering*

Je lezecká disciplína prováděná na umělé lezecké stěně nebo skále. Jedná se o lezení do výšky seskoku a bez jistění lanem. Lze jej provozovat individuálně nebo ve skupině. Bouldering původně sloužil především pro osvojování a zlepšování lezeckých technik, ale postupně se z něj vyvinula samostatná lezecká disciplína (Winter, 2004).

## **2.2 Historie horolezectví**

První zmínky o průniku lidí do vysokých hor máme z období starověku. Zprávy o tomto působení se nám zachovaly v popisech vojenských výprav. V tomto období se autoři zabývali především zpracováváním nejvýznamnějších událostí, a těmi byly v první řadě převážně válečná tažení. S určitou horolezeckou odborností se setkáváme u vojáků Alexandra Velikého, jehož vojáci byli zvláště vycvičeni pro průchody horských průsmyků. Těch museli během Alexandrova tažení do Asie překonat více. S překonáváním průsmyků se lidé setkávali i v Evropě. Zvláště během průchodu masivem Alp museli lidé překonávat horské průsmyky.

Z těchto poznatků můžeme usuzovat, že většina lidské činnosti v období starověku byla motivována pouze snahou překonat hory a dostat se dále.

Dalším motivem pro působení lidské činnosti v horských masivech byly hmotné stimuly. Lidé do hor přirozeně vyráželi za obživou. Ať už to byli horníci, lovci i hledači pokladů, pro pohyb v horském terénu používali techniku spouštění pomocí lana.

Významný počín v historii horolezectví udělal ve 14. století italský učenec a básník Francesco Petrarca. Vystoupil na 1912 m vysoký Mt. Ventoux jen pro vlastní potěšení. Důležitost tohoto výkonu není o jeho obtížnosti, ale o faktu, že o své lásce k horám nemlčel. Svým nadšením pro svět hor započal novou éru ve vztahu k horám (Dieška & Širl, 1989).

Za první opravdový prvovýstup můžeme považovat expedici Antoine de Ville na horu MontAiguille v roce 1492 provedenou na příkaz francouzského krále Karla VIII.

Významným mezníkem se poté stal rok 1786, kdy Michel Gabriel Paccard a Jacques Balmat dosáhli nejvyššího vrcholu Alp Mont Blanku (Ballu, 1997).

Dobytí Mont Blanku mělo za následek další prozkoumávání Alp a zvýšený zájem o horolezectví. Na přelomu 18. a 19. století tak bylo vylezeno množství Alpských vrcholů. I přesto, že měla tato činnost, kterou bychom dnes nazvali spíše turistickou, velký význam pro objevování Alp, až do čtyřicátých let 19. století není její horolezecký význam příliš velký (Dieška & Širl, 1989).

To se významně mění v druhé polovině 19. století, kdy se většina pozornosti soustředí na vylezení Matterhornu. Je uskutečněno několik pokusů, ale všechny končí neúspěšně. O dobytí vrcholu mělo zájem hned několik horolezeckých družstev. Prvenství si v roce 1865 připsalo družstvo vedené Britem Edwardem Whymperem. Bohužel při sestupu došlo k tragédii, při které zemřeli čtyři horolezci z celkem sedmičlenného družstva. Následovalo vyšetřování, kterému se dostalo značného zájmu i mimo horolezecké kruhy a Matterhorn získal významnou proslulost (Ballu, 1997).

Pronikání Britů do Alp mělo za následek vznik skalního horolezectví. Vzniklo vlastně z potřeby nácvičku techniky lezení a nácvičku užívání horolezeckého vybavení na skále. Skalní terény začaly být pro nácvičku využívány v druhé polovině 19. století zvláště v Británii a dále také v alpských zemích. Rozšiřování skalního horolezectví je spojeno s růstem úrovně skalního horolezectví ve velehorách, které již nebylo možné dosáhnout bez určitého tréninku (Dieška & Širl, 1989).

### 2.2.1 *Vývoj pískovcového horolezectví*

Založení prvního českého horolezeckého spolku v roce 1897 můžeme považovat za vznik českého horolezectví. Do té doby se mohli čeští horolezci sdružovat pouze v klubech maďarských, případně německých. Český odbor Slovinského Planinského družstva byl tedy prvním čistě českým horolezeckým spolkem. Zaměřoval se na organizaci horolezeckých výstupů a průzkumů do slovinských Alp.

Další oblastí, kam směřovali čeští lezci, jsou pískovcové skály Českého ráje. První organizovaná česká výprava se sem vydala v roce 1897. Tento rok tak můžeme považovat za počátek pískovcového horolezectví u nás. Lze předpokládat, že pískovcové oblasti se staly cílem i dřívějších individuálních výprav horolezců, ale žádné důkazy o tom nemáme (Bartůňková, 2008).

Historie lezení na pískovcových skalách, na rozdíl od nepískovcových oblastí, se zásadně promítá do současné podoby lezení v těchto oblastech. Důvodem je především skutečnost, že se v průběhu vývoje lezení v těchto oblastech utvářela pravidla lezení, kterými se současní lezci řídí. Lze říct, že současná podoba pískovcového lezení je tradičního charakteru. Bez výrazných historických událostí by současné lezení mělo bezpochyby zcela jinou podobu. Týká se to především způsobu užívání postupového a fixního jištění, způsobu utváření nových lezeckých tras na skalních věžích i možností využívat magnéziium proti potu.

Podle Lisáka (2015) byl nejstarší písemně doložený výstup na pískovcových skalách proveden v Sasku v roce 1864. Pro usnadnění výstupu částečně používali žebříky, sekery a dláta. Přesto je jejich sportovní výkon obecně pokládán za první horolezecký výstup v Sasku. V oblastech českých pískovcových oblastí byl první prvovýstup uskutečněn v roce 1888, a to v české oblasti Labských pískovců na Beckstein v Hřensku. Výstup byl proveden saskými lezci Carlem Beckem a Siegfriedem Maurerem se syny.

Z hlediska materiálního vybavení byl významným milníkem rok 1890, kdy Oscar Schuster začal poprvé na pískovci používat obuv určenou pouze na lezení. Rudolf Fehrmann označuje tento počín jako klíčový pro další vývoj saského lezení.



V roce 1913 jsou Rudolfem Fehrmanem formulována první pravidla lezení na pískovcových skalách, ve kterých mimo jiné odsuzuje používání umělých pomůcek a úpravy povrchu skály. Základní Fehrmannovy zásady se na pískovcích dodržují dodnes (Dieška & Širl, 1989).

Rudolf Fehrman vydává po deseti letech v roce 1923 druhé přepracované vydání horolezeckého průvodce (*Der Bergsteiger im Sächsischen Felsengebirge*). V průvodci je poprvé použita sedmistupňová klasifikace.

Za začátek horolezecké činnosti v pískovcové oblasti Českého ráje se považuje výstup libereckého Němce Rudolfa Kauschka na Dračí zub obtížnou spárou v roce 1906. Následně v roce 1907 zakládá student jičínské reálky Lezecký kroužek Prachov. Jeho členové uskutečnili řadu průkopnických výstupů v Prachovských skalách a v Hruboskalsku.

V Adršpašsko-teplických skalách se první horolezci podle nám dostupných záznamů objevili v roce 1922. Vyrazili na obhlídku skal o velikonočních svátcích. Jednalo se o lezce ze Saska. Během této výpravy však neuskutečnili žádný výstup, protože všude ještě ležel sníh. První zdolanou věží v Adršpachu se o rok později stala podle popisu vylezené cesty věž Větrná, kterou zdolali saští lezci Walter Rösel a Herbert Reinhold (Lisák, 2015).

V červenci 1923 je zdolán symbol Adršpašských skal – skalní věž Milenci. Během prvovýstupu bylo použito jen jediného krutu. Den na to je vylezena i skalní věž Starostová. V oblasti Křížového vrchu je první zdolanou věží Maják (1923). K prvním lezeckým výstupům v Teplických skalách dochází až později. Souvisí to s poměrně pozdním objevením celé této skalní oblasti. Oblast zpřístupnil až rozsáhlý lesní požár. První vylezenou skalní věží se tak v roce 1927 stává Skalní koruna. V roce 1928 byl proveden výstup na Starostu, který byl do té doby považován za nelezitelný podle tehdejších Saských pravidel.

Adršpašsko-teplické skály byly vyhlášeny Národní přírodní rezervací. Píše se rok 1933. V roce 1934 jsou v Adršpachu a Teplicích uskutečněny první české přelety a následujícího roku je vytvořen první český prvovýstup na Džbán lezci Josefem Janebou, Miroslavem Jedličkou, Rudolfem Otto Baušem a D. Jedličkovou. Téhož roku je uskutečněn i první český prvovýstup v Broumovských stěnách.

V roce 1938 vychází horolezecký průvodce Cvičné skály a horolezectví v Československu od Rudolfa Piláta, ve kterém jsou poprvé zpracovány i Adršpašsko-teplické skály.

Během německé okupace je vstup českým občanům na území „Třetí říše“ zakázán, což znamená, že Adršpašsko-teplické skály jsou pro české lezce nedostupné. Čeští lezci jsou proto omezeni na pískovcové skály na území protektorátu, jako je třeba Hrubá skála, kde legendární český lezec Josef Smítko poprvé použije ke stupni obtížnosti písmeno jako podrobnější ukazatel náročnosti. Jedná se o Kouřovou cestu na Daliborku. V roce 1944 se koná první výjezd budoucích náchodských horolezců na Ostaš a jejich výlety se stávají pravidlem, dokonce se vydávají i do Adršpašsko-teplických skal, nejdříve nelegálně a později se vrací i s povolením. Na přelomu dubna a května 1945 se na řadě věží v Adršpašsko-teplických skalách objevují bílé vlajky, které zde umísťují místní sudetští lezci na znamení kapitulace. Po ukončení války už se mohou čeští lezci bez omezení vydat do skal a nastává období rozmachu českých lezců. V této době je přelezena většina starých klasických cest a vznikají mnohé další, mezi nimi prvovýstupy na Elišku a Cukrovarský komín a první výstup v Chrámových stěnách.

Na přelomu 50. a 60. let nastupuje nová generace lezců a současně se mohou do Adršpašsko-teplických skal vrátit i saští lezci. Z této nové vlny lezců vyniká především Karel Hauschke, Jaroslav Krecbach, Václav Bruckner a Milan Rusý, kteří vytváří spousty nových prvovýstupů, mezi nimi takové klasiky jako je Decháč na Krále, Čarovná stěna na Kokšovu věž nebo Klenba na Zámek.

V roce 1961 je vydán horolezecký průvodce Pískovcové skalní oblasti v Čechách, ve kterém je v celých Adršpašských skalách uvedeno 50 věží s 60 cestami. Už v roce 1967 je v horolezeckém průvodci Defilé skalních věží od Karla Šmída uvedeno 390 věží. Velký nárůst přeledených věží je jasným důkazem, jak dynamickým obdobím byla 60. léta v Adršpašských skalách.

V šedesátých letech začínají vytvářet první prvovýstupy Jaroslav Houser, Petr Mocek a Stanislav Lukavský. Tyto pískovcové legendy se nesmazatelně zapsaly do historie vývoje lezení v Adršpašských skalách stovkami prvovýstupů a přidávají stále další.

*Horolezecký průvodce – Východní Čechy* z roku 1979 od Karla Šmída popisuje v Adršpašských skalách 638 věží, dodatky vydané v roce 1983 přidávají dalších 200 věží.

V osmdesátých letech začíná lézt v Adršpašských skalách Tomáš Čada, který zde vytváří spoustu nových a těžkých prvovýstupů.

Po rozsáhlé diskuzi je v roce 1980 v Sasku rozšířena klasifikace o stupně VIIIa-c a IXa-c.

V roce 1985 použije Tomáš Čada nové převratné obuvi, tzv. „íbíčka“. Boty se k nám dostaly z U.S.A. Jedná se o obuv s novým typem gumové podešve, která je mnohem tvrdší než předešlá obuv, obvod boty je obsazen rovněž gumovou pryží a boty jsou mnohem méně ohebné. Výhody těchto bot se při lezení projevují obzvláště ve stupech, které mají povahu malých dírek nebo drobných hran, ale i při plotnovém lezení, neboť gumová podešev má mnohem větší tření vůči skále. Umožnilo to přelézat skalní terény, které byly do té doby jen s obtížemi nebo zcela nelezitelné. V oblasti pískovcových skal se však v komunitě lezců začala poměrně vyhrocená debata nad rizikem drolení pískovce vlivem vysokého tření boty o skálu. Objevily se dokonce názory směřující k zákazu používání této obuvi v pískovcových oblastech. V současné době se však již v jiné obuvi na pískovcových skalách neleze s výjimkou lezců, kteří lezou zcela bez obuvi.

Doposud posledním vydáním horolezeckého průvodce cest v Adršpašských skalách je dvoudílný horolezecký průvodce Stanislava Lukavského, který i přesto, že zahrnuje 1 364 věží, je již zastaralý. Dle informací na lezeckém portále piskari.cz lze v příštím roce očekávat novou aktualizovanou verzi.

### **2.3 Pískovcové lezení a jeho specifika**

Existuje velké množství různých druhů hornin, které jsou vhodné k horolezectví. Každá hornina má svou zvláštní charakteristiku. Té odpovídá i způsob lezení, který je na ní provozován. Nejčastěji jsou k horolezectví využívány tyto druhy hornin: žula, vápenec, dolomit, břidlice, pískovec, křemen, dolerit, čedič, krystalická břidlice a rula (Hattingh, 1999).

Jednotlivé druhy hornin mohou být dále kategorizovány. Například Long (2010) dělí horniny vhodné pro horolezectví do tří základních skupin: sopečné, usazené a přeměněné.

V této práci se dále budeme zabývat způsobem horolezectví provozovaného na pískovcových horninách.

Pískovec je zpevněný klastický sediment, jehož nejcharakterističtější složkou jsou zrna pískové frakce, jichž má být 25 až 50 %, záleží na dané klasifikaci. Z ostatních klastických složek bývá přítomen především jílo a sil, a dále různé úlomky schránek živočichů atd.

Klasifikace pískovců je tedy poměrně náročná a názvosloví není jednotné. Podle zrnitosti můžeme rozlišovat pískovce na jemnozrné, středozrné a hrubozrné. Hlavním kritériem klasifikace je složení klastických částic (stabilní či nestabilní minerální zrna a úlomky hornin) dále základní hmota (nejčastěji jílovitá), tmel (chemogenní substance diagenetického původu tmelící klastická zrna), příměs akcesorických minerálů, úlomků organických zbytků atd. Důležitým znakem je i tvar klastických částic. Hlavními typy pískovců jsou křemenný pískovec, arkóza a droba (Petránek et al., 2016).

### 2.3.1 Pískovcová skalní města

Pískovcová skalní města patří vedle našich hor a krasových oblastí k nejvíce zajímavým oblastem vůbec. Skalní město je soubor izolovaných skalních hřbetů, bloků, věží, sloupů, pyramid a dalších tvarů. Česká skalní města jsou z křídových pískovců. Budeme-li přesnější, jsou to cenomanské, turonské a coniacké, jež všechny patří do křídového útvaru.

Podmínkou vzniku skalních měst je souvislý skalní masiv, kde se pískovcové útvary nacházejí na ploše několika hektarů, výška věží musí přesáhnout alespoň pár desítek metrů a celé území se musí skládat ze stejných nebo alespoň podobných hornin.

Pískovcová skalní města nacházející se na území České republiky vznikla vyzdvižením skalního masivu s křídovými pískovci. Následnou fluviální erozí se vytvořil základ pro další erozní činitele jako vlhkost, déšť, sníh, led a rostliny (Kukal, Němec, & Pošmourný, 2005).

V knize atlas pískovcových skalních měst (Adamovič, Mikuláš, & Cílek, 2010) se dělí Česká pískovcová skalní města regionálně na ta spadající do České křídové pánve

a mimo ni. Česká křídová pánev se dále dělí na oblast Labských pískovců, Lužických hor, Ralské pahorkatiny, Českého Ráje, Chrudimska a Skutečska a Broumova. Adršpašské skály se nachází v oblasti Broumova.

Adršpašské skalní město se nachází v oblasti, kde v podloží křídly spočívají kontinentální usazeniny karbonu až triasu. V období konce prvohor a začátku druhohor fungovala tato oblast jako sedimentační prostor. Pískovcová plošina Adršpašsko-teplických skal je tvořena tělesem křemenných pískovců teplického souvrství (svrchní turon až coniac). Mocnost pískovcového tělesa se pohybuje mezi 120 až 140 m. Základním prvkem sedimentární architektury jsou několikametrové soubory šikmého zvrstvení. Tyto sedimentární textury ukazují na sedimentaci ovlivněnou dmутím s převládajícími odlivovými proudy. V soutěskách a údolích jsou často mocné akumulace pískovcových bloků, které vznikaly v období pleistocénu i v poledové době a vlivem skalních řícení stále zvolna narůstají.

### 2.3.2 *Charakteristika pískovcového lezení*

Pískovcové lezení je velice specifická disciplína, která se vymyká v mnoha ohledech a zvláště v České Republice si udržuje zvláštní status. Lezci, kteří zde vedou prvovýstupy, se těší výjimečné úctě. Je to dáno mnoha pravidly pro lezení na pískovcových skalách.

Český horolezecký svaz upravuje chování na pískovcových skalách ve zvláštních pravidlech. V pravidlech je zakázáno lézt na mokřích a vlhkých skalách, lézt v botách s tvrdou podrážkou, poškozovat skálu při zakládání a odstraňování postupového jištění, používat jisticí prostředky poškozující skálu (vklíněnce, frendy, skoby atd.). Na pískovcových skalách je k postupovému jištění povoleno používat jen textilní smyčky. To je zásadní rozdíl oproti jiným druhům hornin využívaných k horolezectví. Dalším důležitým pravidlem, které výrazně odlišuje pískovcové horolezectví od ostatních disciplín, je vztah k používání magnesia. Jeho používání je považováno za nevhodné a není součástí dlouhodobé tradice pískovcového horolezectví a snižuje tím sportovní hodnotu výstupu zvláště u cest nižší obtížnosti (do IXa) a u výstupů vzniklých před rokem 1980. Dalším specifikem pískovcového lezení je využívání tzv. stavění, což je v podstatě postavení se prvolezce na další spolulezce, aby tak mohl dosáhnout dále. Tento druh jisté dopomoci se považuje za sportovní a uznávaný způsob lezecké techniky

tam, kde je užil prvovýstupce, byť je přelez bez stavění sportovně hodnotnější. Druholezci mají poté právo zdolat místo stavění pomocí lana. Pravidla dále upravují umístování fixního jištění, kdy měřená vzdálenost vzdušnou čarou mezi dvěma body fixního jištění nesmí být kratší než 3 metry. Výjimky jsou možné pouze v odůvodněných případech (např. nebezpečí úrazu). V cestě může být tato vzdálenost zkrácena až na 2 metry, ale jen jednou. Vzdálenost 3 metry se musí dodržet také mezi fixním jištěním dvou sousedních cest. V praxi to znamená, že fixní jisticí body jsou od sebe vzdáleny na mnohem více než tři metry a lezení na pískovcových skalách tak klade vysokou zátěž na psychiku prvolezce. Velká vzdálenost mezi fixními jisticími body je převážně u tradičních cest.

Působení erozních činitelů na pískovcové skály vede ke vzniku mnoha různých druhů skalních útvarů, často dost specifických oproti skalám z jiných druhů hornin. Charakter takových skalních útvarů vyžaduje používání různých technik lezení. Univerzální popis technik lezení podle skalních útvarů napříč všemi horninami využívanými k lezení popisuje Glowacz & Pohl (1999) a dělí je na stěnové lezení, lezení rozporem, komínové lezení, sokolík neboli lezení na protitlak, spárové lezení a lezení na tření, které může být označováno jako plotnové lezení nebo také rajbas. Poslední technika lezení tkví především v práci nohou, které jsou v podstatě jediným prostředkem k postupu nahoru. Ruce hrají především roli při zajišťování rovnováhy a mají také opěrnou funkci. Přestože lze popsat techniky lezení vycházejících ze specifických skalních útvarů obecně, hornina představuje důležitý faktor, který tuto techniku ovlivňuje. Lezení na tření nebo plotnové lezení na pískovcových skalách je specifické především minimálním množstvím chytů pro zapojení horních končetin do pohybu. Oblý a obroušený charakter ukloněných částí pískovcových skal většinou nenabízí velké množství chytů pro horní končetiny ani stupů pro dolní končetiny. Takový skalní útvar nebo terén poskytuje pouze oblé výčnělky, zvlněné výstupky a mírné a nepřilíš hluboké „misky“, hloubka těchto výčnělků nebo prohlubin je často velmi malá a neumožňuje lezci se pevně držet, spíše slouží k přidržení nebo pomáhá udržovat rovnováhu při přesunu dolních končetin výše.

Pro pískovcové horolezectví byla vytvořena i zvláštní stupnice obtížnosti. Ve zkratce můžeme popsat stupeň obtížnosti jako míru náročnosti lezeckého terénu. K lezení na pískovcových skalách v Čechách se používá Saská stupnice. Stupnice

přeskoků je další škála, která určuje náročnost přeskoků mezi částí skalní věže nebo mezi skalními věžemi.

### *Klasifikační stupnice*

Klasifikační stupnice představuje ukazatel míry náročnosti dané lezecké cesty a reflektuje, jak obtížné bude danou cestu přelézt. V průběhu historického vývoje vzniklo několik druhů klasifikačních stupnic. Obrázek níže obsahuje některé vybrané klasifikační stupnice užívané ve skalním lezení a boulderingu. Mezinárodní horolezecká organizace UIAA sestavila univerzální stupnici, která je v obrázku označovaná jako UIAA. Tato stupnice ovšem není používána všude a koexistují vedle ní mnohé další. Pro představu obtížnosti pískovcového lezení (Sasko) můžeme použít popis náročnosti cest podle klasifikační stupnice UIAA, tak získáme alespoň orientační přehled o náročnosti jednotlivých stupňů. Stupeň I až III lze přelézt bez výraznějších lezeckých zkušeností, pro IV a V stupeň již je potřeba mít jisté zkušenosti a určitou míru trénovanosti. Pro dosažení stupně VI a VII je nutné již pravidelně trénovat a systematicky rozvíjet své lezecké dovednosti. Stupně VIII až X jsou již fyzicky a technicky velice náročné. Dosažení těchto stupňů obtížnosti se již neobejde bez specifického trénování síly a techniky, kromě samotného trénování pomocí lezení. Stupně XI a výše představují současnou hranici lezeckých možností (Frank & Kublák, 2007).

UIAA	Francie	USA	Sasko	Británie	Austrálie		Francie	USA
I	1	5.2	I	moderate			bouldering	
II	2	5.3	II	difficult	11			
III	3	5.4	III	very difficult	12			
IV	4	5.5	IV	4a	13			
V-		5.6	V	4b	14			
V	5	5.7	VI	4c	15		Fb3	
V+			VII		16		Fb4	V0
VI-	5+	5.8	VIIb	5a	17		Fb5a	
VI	6a	5.9	VIIc	5b	18		Fb5b	V1
VI+	6a+	5.10a	VIII		19		Fb5c	
VII-	6b	5.10b	VIIIb	5c	20		Fb6a	V2
VII	6b+	5.10c	VIIIc		21		Fb6a+	
VII+	6c	5.10d	IX	6a	22		Fb6b	V3
VIII-	6c+	5.11a	IXb		23		Fb6b+	
VIII	7a	5.11b	IXc		24		Fb6c	V4
VIII+	7a+	5.11c	X		25		Fb6c+	V5
IX-	7b	5.11d	Xb	6b	26		Fb7a	V6
IX	7b+	5.12a	Xc		27		Fb7a+	V7
IX+	7c	5.12b	XI	6c	28		Fb7b	V8
X-	7c+	5.12c	XIb		29		Fb7b+	V9
X	8a	5.12d	XIc		30		Fb7c	V10
X+	8a+	5.13a		7a	31		Fb7c+	V11
X-	8b	5.13b			32		Fb8a	V12
X	8b+	5.13c			33		Fb8a+	V13
X+	8c	5.13d		7b	34		Fb8b	V14
XI-	8c+	5.14a			35		Fb8b+	V15
XI	9a	5.14b			36		Fb8c	
XI+	9a+	5.14c						
		5.14d						
		5.15a						

**Obrázek 1.** Klasifikační stupnice obtížnosti lezeckých výstupů (Frank & Kublák, 2007)

## 2.4 Výkon ve sportovním lezení

Řada autorů (Dovalil, 2012; Jansa, Dovalil, & Bunc, 2009; Lehnert, Novosad, & Neuls, 2001) charakterizují sportovní výkonem projev aktuálních specializovaných schopností jedince podaných v konkrétní pohybové činnosti, zaměřené na řešení úkolů v souladu s pravidly sportovní disciplíny. Je výsledkem adaptace těla na trénink v konkrétní pohybové činnosti.

Přestože sportovní výkony jsou odlišné v závislosti na daném sportu, existuje určité obecné uspořádání faktorů, které výkon ovlivňují. Toto uspořádání se snaží o zjednodušené, ale přehledné vytvoření obrazu sportovního výkonu. Definuje potenciační faktory výkonu a představuje souvislosti, které nejsou z vnějšího prostředí



pozorovatelné. Toto uspořádání je založeno na určité jednotě vnějších projevů pohybových činností a respektuje neurofyziologické mechanismy a poznatky o stavbě lidského těla a lidské psychice jako dynamického systému schopného reagovat na vnější prostředí (Dovalil, 2012).

Mezi tyto obecné faktory patří (Dovalil, 2012; Jansa et al., 2009):

- *Faktory somatické*
- *Faktory kondiční*
- *Faktory techniky*
- *Faktory taktiky*
- *Faktory psychické*

Horolezectví se řadí mezi skupinu sportů rizikových se zvýšenými nároky na psychiku, které se týkají zvýšené ochoty riskovat, odolností vůči emocionálnímu napětí a schopnostmi tvůrčího řešení situací (Dylevský & Kučera, 1999). Do této kategorie je řazeno v knize Sportovní příprava (Jansa et al., 2009) a také v knize Výkon a trénink ve sportu (Dovalil, 2012). Horolezectví je také sport, který je prováděn ve specifickém prostředí, z těchto důvodů nám nabízí (Baláš, 2016) odlišné pojetí faktorů než jsou obecné přijímané faktory, které ovlivňují sportovní výkon:

- *Tělesná zdatnost*
- *Psychické aspekty*
- *Koordinace a technika*
- *Taktické aspekty*
- *Vnější podmínky*
- *Zázemí a jiné faktory*

V knize Trénink sportovního lezce (Tefelner, 2012) se nehovoří o faktorech, ale o složkách výkonu ve sportovním lezení, což je pouze otázka terminologie, neboť se ve své podstatě pod pojmy faktor a složka skrývá to stejné. Podle něj se dělí složky výkonu ve sportovním lezení na přímé a nepřímé. Přímé zahrnují sílu, vytrvalost, rychlost a pohyblivost, které obecně zařazuje pod pojem kondice. Mezi přímé složky dále zařazuje techniku, psychiku a taktiku, tyto faktory ovlivňují naše aktuální lezení.

Mezi nepřímé složky se řadí regenerace, plánování tréninku, tréninkové podmínky a tým lidí kolem lezce. Tyto faktory kontinuálně ovlivňují celkovou lezeckou výkonnost a naplnění lezeckého potenciálu.

Teorií, které určují hlavní faktory výkonu ve sportovním lezení, je několik. V této práci přidržuji klasifikace faktorů od Vomáčkaa Boštíkové (2008), kteří určili tyto následující faktory:

- *Somatické*
- *Osobností (shodné s psychickými faktory, které uvádí, (Dovalil, 2012))*
- *Kondiční*
- *Taktické*
- *Technické*

#### 2.4.1 *Somatické faktory*

Somatické faktory zahrnují tělesné rozměry, mezi které patří především výška, hmotnost, tělesné proporce a somatotyp (složení těla). Somatické faktory představují v řadě sportů důležitou část sportovního výkonu. Například pro gymnasty jsou vhodné antropometrické dispozice, nižší výška a menší hmotnost, pro plavce a veslaře to jsou delší paže a větší ruce a nohy a pro horolezce především nižší hmotnost (Novotný, 2013).

Pro měření tělesných rozměrů slouží antropometrické body na těle, podle kterých se určují jednotlivé rozměry. Jednotlivé rozměry se dělí na základní výškové a délkové, šířkové, obvodové, hmotnost těla a nejčastěji měřené rozměry na hlavě. Z těchto rozměrů poté můžeme vypočítat relativní rozměry a indexy. Dalším důležitým somatickým faktorem je hmotnost. Vzhledem ke složitosti tohoto parametru je nutné zkoumat i jeho komponenty, kterým jsou aktivní a pasivní složky, kdy pasivní složku tvoří tuk. Aktivní složka je tedy hmota bez tuku, kterou tvoří svalstvo, kosti a vazy. Pro sportovní účely je podstatný především podíl svalstva na celkové hmotnosti (Grasgruber & Cacek, 2008; Novotný, 2013).

Podle Grasgruberaa Cacka (2008) můžeme populaci dle stavby těla dělit do několika somatotypů. Ty základní jsou Ektomorf, Mezomorf a Endomorf. Toto rozdělení vytvořil americký psycholog Wiliam Sheldon (1940). Vytvořil stupnici od 1 do 7, pomocí které zjišťoval poměr jednotlivých somatotypů u jedince.

Ektomorf – štíhlý a hubený typ s dlouhými pažemi a prsty a slabě vyvinutým svalstvem.

Mezomorf – svalnatý typ se silnou kostrou a širokými rameny.

Endomorf – tučný typ s velkým množstvím tukových buněk, krátké končetiny a prsty. Celkově rozložitý.

Naprostá většina současných špičkových lezců je středně vysoké postavy s nižší hmotností a nízkým objemem tělesného tuku (Baláš, 2016).

#### 2.4.2 *Kondiční faktory*

Mezi kondiční faktory sportovního výkonu řadíme pohybové schopnosti. Pohybovou schopností rozumíme dynamický komplex vybraných vlastností organismu člověka, začleněný podle specifika pohybového úkolu a zajišťujícího jeho plnění. Obecně rozlišujeme pět základních pohybových schopností – síla, rychlost, vytrvalost, koordinace a flexibilita. Toto vymezení je ovšem příliš obecné a široké. Tyto schopnosti jsou spíše komplexy schopností (Měkota & Novosad, 2005).

Jednotlivé pohybové schopnosti, na kterých přímo závisí výkon ve sportovním lezení, jsou explozivní síla flexorů paží, absolutní a relativní specifická silová vytrvalost, maximální síla svalů v oblasti tělesného jádra, silová vytrvalost svalů ramenního pletence a flexibilita v oblasti kyčelního kloubu (Michailov, 2014).

#### *Silové schopnosti*

Je to pohybová schopnost pomocí které překonáváme, udržujeme anebo brzdíme určitý odpor. Chápeme ji jako komplex schopností bez striktního ohraničení, ale částečně nezávislých a specifických (Dovalil, 2012).

Podle Periče a Dovalila (2010) se síla jako schopnost dále dělí na statickou a dynamickou sílu. Dynamickou sílu můžeme v souvislosti s velikostí odporu a s rychlostí pohybu dále diferencovat na:

- *Maximální sílu*
- *Rychlou sílu*
- *Výbušnou (explozivní)*
- *Vytrvalostní sílu*

Z pohledu sportovního lezení je zásadní především maximální a vytrvalostní síla (Tefelner, 2012). Michailov (2014) zmiňuje explozivní svalovou sílu a publikace Volné lezení (Glowacz & Pohl, 1999) uvádí čtvrtý druh silové schopnosti, tzv. maximální vytrvalostní sílu, což je v podstatě propojení maximální a vytrvalostní síly, která bývá

uplatňována v případě vysoce intenzivního silového výkonu trvajícího delší dobu. Maximální vytrvalostní síla má význam hlavně ve vrcholových výkonnostních kategoriích, protože zde se jedná o zdolávání nejtěžších cest.

### *Rychlostní schopnosti*

Rychlostní schopnost je schopnost konat pohybovou činnost bez odporu nebo s velice malým odporem v co nejkratším časovém úseku. Je charakterizována vysokou až maximální rychlostí. Rychlost je silně geneticky podmíněna a je ovlivněna ostatními pohybovými schopnostmi (síla, flexibilita a koordinace). Rychlostní schopnosti rozlišujeme na reakční, acyklické, cyklické a komplexní (Jančík, Závodná, & Novotná, 2006).

Rychlostní schopnosti výrazně neovlivňují výkon ve sportovním lezení. Vzhledem k faktu, že lezecký výkon běžně přesahuje obecně udávaný časový limit pro projev rychlostních schopností, který se pohybuje v řádu 10 až 20s (Měkota & Novosad, 2005; Perič, Levitová, & Petr, 2012), nelze považovat rychlostní schopnosti jako důležitý faktor výkonu ve sportovním lezení.

### *Vytrvalostní schopnosti*

Je to pohybová schopnost člověka charakterizována dlouhotrvající činností. Jedná se o soubor předpokladů, které nám umožňují provádět cvičení nižší než je maximální intenzita po co nejdelší dobu nebo po stanovenou dobu s co nejvyšší intenzitou. Jedná se v podstatě o schopnost odolávat únavě.

Vytrvalostní schopnosti můžeme dále dělit podle několika hledisek. Podle účasti svalových skupin na celkovou a lokální. Podle typu svalové kontrakce na dynamickou a statickou, podle délky trvání na dlouhodobou, střednědobou, krátkodobou, rychlostní. S ohledem na podíl energie uvolněné aerobně nebo anaerobně tedy na aerobní a anaerobní a je-li vytrvalost spojena s rozvojem jiné pohybové schopnosti, tak se jedná např. o rychlostní vytrvalost atd. (Perič & Dovalil, 2010).

V knize *Trénink sportovního lezce* (Tefelner, 2012) je uvedeno, že výkon ve sportovním lezení je podmíněný a ovlivněný celkovou kardiovaskulární vytrvalostí (aerobní vytrvalostí) organismu a stejně tak silovou vytrvalostí zapojených svalů, zatímco celková kardiovaskulární vytrvalost (aerobní vytrvalost) organismu ovlivňuje

výkon ve sportovním lezení jen nepřímo. Rozhodující význam ve sportovním lezení má silová vytrvalost jednotlivých svalů zapojených do pohybu. Jedná se o svaly zejména horní části těla, s převahou svalů paží a svalů předloktí.

### *Koordinační schopnosti*

Jedná se o komplexní schopnost spojenou s lehkým a účelným přizpůsobováním vlastních pohybů měnícím se podmínkám. Koordinační schopnosti umožňují provádět složitou pohybovou činnost a rychle si osvojovat pohyby nové. Současně s tím jsou kladené nároky na složitost, rychlost a přesnost pohybu. Primární je přitom funkce CNS a nižších řídicích center (přímé řízení a koordinace svalů, analyzátorů a funkcí) (Dovalil, 2012).

Na základě mnoha výzkumů bylo zjištěno větší množství koordinačních schopností. Snahy o zjednodušení a také sestavení nějakého obecného výčtu koordinačních schopností vedlo ke vzniku několika modelů. Řada autorů se shoduje na koordinačních schopnostech (Měkota & Novosad, 2005):

- *Orientačních*
- *Diferenciačních*
- *Reakčních*
- *Rytmičtých*
- *Rovnovážných*
- *Sdružovacích*
- *Přestavbových*

Z pohledu výkonu ve sportovním lezení je za nejdůležitější koordinační schopnost považována schopnost rovnováhy. Ta nám umožňuje udržovat tělo v neměnné rovnovážné poloze, případně nám umožňuje udržovat rovnovážnou polohu v průběhu pohybu. Diferenciační schopnost je založena převážně na informacích přicházejících ze svalů, kloubů a šlach a umožňuje nám vnímat kvalitu prováděného pohybu a dále ji tím zlepšovat. Reakční schopnosti budou ve vztahu ke sportovnímu lezení hrát menší roli. Největší vliv mají v případě dynamického přesunu z jednoho chytu na druhý (Tefelner, 2012).

Schopnost sdružování, tedy propojování jednotlivých pohybů těla, má také zásadní význam. Sladit jednotlivé pohyby, postavení rukou, nohou a trupu, tak abychom mohli

dosáhnout rovnovážného stavu, je nezbytným předpokladem pro pohyb na skále, a také úzce souvisí se schopností představovou, která vychází z přizpůsobování se pohybů podmínkám vnějšího prostředí, v tomto případě skalnímu terénu.

Schopnost orientace pomocí smyslů je další nesmírně důležitá schopnost podmiňující výkon ve sportovním lezení. Základem této schopnosti je příjem a zpracování hlavně optických informací, uvědomování si svojí polohy během lezení a vzdálenosti jednotlivých stupů, chytů, fixního a postupového jištění atd.

### *Flexibilita*

Je schopnost pohybovat svaly klouby v jejich plném funkčním rozsahu. Úroveň flexibility vychází z poddajnosti svalových fascií, šlach, v určité míře i kůže. Dále závisí na síle svalů, typu kloubu, kloubu, koordinace agonistů, antagonistů a synergistů. Stupeň pohybu v kloubech se označuje jako (ROM) – Range of motion, tedy rozsah pohybu (Cacek et al., 2011).

Flexibilita se dělí na statickou a dynamickou, kdy obě sdílí velkou část společného rozptylu. Z dostupných informací se ukazuje, že největší vliv na výkon ve sportovním lezení má rozsah pohybu v kyčelním kloubu (Baláš, 2016).

### *2.4.3 Technické faktory*

Techniku provedení chápeme jako účelný způsob řešení pohybového úkolu. Tento způsob řešení je v souladu s biomechanickými zákonitostmi pohybu jedince a je prováděn na základech neurofyzilogických mechanismů řízení pohybu. Využívány jsou přitom i další faktory především kondiční, somatické a psychické. Technika závisí především na řízení motoriky. Cílem je takové uspořádání pohybu v prostoru a čase, které vede k úspěšnému řešení daného pohybového úkolu, to je podmíněno souhrou zapojených svalových skupin, řízených nervovou soustavou (Dovalil, 2012).

Vzájemné propojování jednotlivých činitelů podílejících se na správném, účelném, efektivním a úsporném řešení pohybových úkolů můžeme posuzovat podle několika kritérií. K těm základním patří: racionalizace, stabilita a variabilita.

Racionalizace znamená vydávat tolik úsilí, kolik je potřeba na plnění pohybového úkolu. Stabilita je chápána jako stálost pohybových dovedností proti nepříznivým

účinkům a variabilita představuje pohotovost ve změnách části pohybových dovedností v závislosti na měnících se podmínkách (Perič & Dovalil, 2010).

Technika ve sportovním lezení je podmíněna především pozicí těla, způsobem držení chytu a způsobem postavení nohy na stupu. Technika lezení se bude měnit v závislosti na druhu terénu, ve kterém se pohybujeme.

Mezi základní techniky lezení patří stěnové lezení, lezení rozporem, komínové lezení, lezení na protitlak, spárové lezení a lezení na tření (Glowacz & Pohl, 1999).

Nás bude dále zajímat technika lezení na plotnách neboli na ukloněných částech skalního masivu. Na pískovcových skalách je používáno termínu „rajbas“. Na takto ukloněném terénu se využívá technika lezení na tření. V zásadě se jedná o práci s rovnováhou a snahou o vytvoření co největší plochy mezi horolezeckou obuví a pískovcovou horninou. Vzhledem k tomu, že v „rajbasovém“ terénu se nenachází příliš chytů, je práce rukou limitována pouze na udržování rovnováhy a přidržování se skály.

#### *2.4.4 Taktické faktory*

Taktiku můžeme definovat jako způsob vedení sportovního boje (Jansa et al., 2009). Z pohledu sportovního lezení můžeme sportovní boj chápat jako průběh lezeckého výkonu a taktickou přípravu jako rozplánování jednotlivých částí lezeckého výstupu.

Taktický faktor ve sportovním lezení se dělí na plánování před výstupem a plánování během výstupu. Plánování před výstupem zahrnuje odhadnutí obtížných úseků, odhad náročnosti vlastního výstupu vzhledem k vlastní výkonnosti, stanovení možných odpočinkových míst, označením klíčových míst a stanovení jistících bodů a odhadem nebezpečných míst. Plánování během výstupu vychází z aktuální situace, v podstatě se jedná o úpravu plánu, který vznikl před výstupem (Glowacz & Pohl, 1999).

#### *2.4.5 Psychické faktory*

Velký podíl na sportovním výkonu mají také faktory psychické. Psychologický faktor je tvořen především emocemi, motivací a volným úsilím. Klíčová je především motivace. Podobně významné je i působení sportu na osobnost člověka a sociální skupinu. U technických nebo rizikových sportů, ke kterým je řazeno i horolezectví, se řadí i úzkost a strach. Rizikové sporty kladou zvýšené nároky na ochotu riskovat, odolnost vůči emocionálnímu napětí a schopnost tvůrčího řešení situací. Sportovní

činnosti se podle psychologických kritérií dělí na senzomotorické, funkčně mobilizační, anticipační a technických nebo rizikových (Dylevský & Kučera, 1999; Jansa et al., 2009).

### *Motivace*

Podle Robertse (2001) v literatuře neexistuje shoda pro obecnou definici motivace. Z toho důvodu na něj může být nahlíženo z několika úhlů pohledu.

Proto se přikláním k definování motivace, jak ji popsali v publikaci Psychologie sportu Todd, Thatcher, a Rahman (2012). Motivaci můžeme definovat jako systém vnitřních a vnějších sil, které působí na zahájení, směr, intenzitu a trvání určitého chování. Základem motivace je výkonová motivace, která je založena na faktu, že lidé jsou obecně motivováni dosahováním úspěchu, zlepšováním výkonu a zvládnutím úkolů.

Motivaci můžeme rozdělit na vnější a vnitřní (Todd et al., 2012):

- *Vnější – činnost je vykonávána na základě nějakého vnějšího požadavku. Jako příklad můžeme uvést potřebu shodit přebytečná kila.*
- *Vnitřní motivace – jedná se o pobídku, která v nás vyvolává touhu provozovat danou činnost pro činnost samotnou. Tedy bez vnějších odměn.*

Motivace má nezastupitelnou roli v úspěšném zvládnutí výstupu. Lezec si pomocí motivace buduje pozitivní stanovisko ke svému cíli a dokáže tak za cestou k úspěchu potlačit pochybnosti a strach a dovést svůj výkon až do krajnosti. Motivace je závislá na správném výběru technických forem, které jsou propojeny s určitou mírou potlačení bolesti. Jako příklad můžeme uvést otlačení a odření rukou při spárovém lezení. Zvláště v krizových situacích dokáže silně motivovaný lezec zmobilizovat síly, které by normálně nedokázal využít (Glowacz & Pohl, 1999).

### *Volní úsilí*

Volní procesy tvoří vnitřní předpoklad lidského jednání a souvisejí s lidskou vůlí, fungují jako regulátor a energizátor činností člověka. Volní procesy tedy tvoří nezbytný předpoklad pro sportovní činnost. Volní procesy zahrnují složku excitační a inhibiční (budivou a tlumivou). V realizační fázi volního procesu vzniká volní úsilí, jehož nejčastější příčinou jsou objektivní a subjektivní překážky v činnosti. Volní úsilí je z psychofyziologické podstaty tvořeno podrážděním v CNS, což vede k potlačení dalších



podnětů jako je únava, bolest atd. Člověk je díky tomu schopen vynakládat volní úsilí ve prospěch dokončení činnosti a může tak dosáhnout úspěchu (Slepička, Hošek, & Hátlová, 2009).

### *Emoce*

Sport je silným zdrojem emocí, jehož příčinou je zvláště soutěživost ve sportovních aktivitách, která vyvolává silnou emoční dynamiku a také nejistotu sportovního výsledku. Aktivační teorie emocí vyjadřuje dynamiku emocí, která je závislá na programu činnosti (Slepička et al., 2009). Aktivační teorie emocí můžeme chápat jako ideální nabuzení organismu. V případě stavu velmi vysoké aktivace dochází k zvýšenému svalovému napětí nejen v zapojených svalech, pohyby se tím stávají „tvrdé“, „křečovitě“ a „toporné“ a na pohyby je vynakládáno více energie než je nutné (Dovalil, 2012). Už Immanuel Kant rozlišil emoce na stenické a astenické, kdy stenické činnost povzbuzují a posilují a astenické ji naopak tlumí. Mezi stenické emoce patří například vztek a mezi astenické strach (Slepička et al., 2009).

Zvýšená míra strachu může způsobovat psychomotorický neklid a jaktaci (stres a zadržávání v řeči). Z hlediska sportovního výkonu jsou závažné především fyziologické důsledky úzkosti spojené se svalovou ochablostí a snížené výkonnosti následkem zvýšení tvorby kyseliny mléčné a interference při využití kyslíku a cukru ve svalovém metabolismu (Slepička et al., 2009).

Mezi nejsilnější brzdící faktory výkonu ve sportovním lezení patří strach, který má původ především v riziku z pádu, zvláště pro prvolezce. Začátečníci jsou strachem ovlivňováni více zvláště kvůli nedostatečné důvěře v lezecké vybavení a stálou obavou z pádu, s přibývajícím zkušenostmi se tento strach zmírňuje (Glowacz & Pohl, 1999).

Výkon ve sportovním lezení na pískovcových skalách je tedy výrazně ovlivněn faktorem strachu z pádu. Zastoupení fixního jištění na pískovcových skalách je vzhledem ke specifikům horniny menší než je obvyklé ve sportovních cestách. Minimální vzdálenost mezi jednotlivými body fixního jištění upravují i zvláštní pravidla pro lezení na pískovcových skalách vydaných Českým Horolezeckým Svazem. Z toho důvodu hrozí při pískovcovém lezení delší pády, které mohou vést k vážným zraněním.

Z toho důvodu se ke strachu z pádu přidává další faktor, kterým je důvěra v založené postupové jištění. K postupovému jištění na pískovcových skalách je

povoleno užívat pouze lanových smyček. V tomto případě bude mít na psychiku horolezce vliv především charakter horniny v místě založení postupového jištění, ale také průměr smyčky, kterou lze pro toto zajištění použít.

Dalším faktorem je charakter a stav horniny. Ve frekventovanějších cestách často dochází k rozrušení horniny, která se následkem toho drolí. Takto narušené stupy a chyty způsobují další tlak na psychiku lezce.

Zvláště pro nezkušené lezce bude psychicky náročné zvládnout techniku lezení na tření, která je typická pro pískovcové lezení takzvaných „rajbasech“ neboli na ukloněné skále.

## **2.5 Zatížení**

Zatížení ve sportovním tréninku představuje adaptační podnět. Adaptací rozumíme soubor biochemických, funkčních, morfologických a psychických změn v organismu. Zatížení tedy představuje vyrovnání se s psychickými, fyzickými a intelektuálními požadavky sportovního tréninku (Lehnert et al., 2001).

Zatížením ve sportu rozumíme pohybovou činnost, která vyvolává změny ve funkční aktivitě člověka, což vede k trvalejším funkčním, strukturálním a psychosociálním změnám. Zatížení tvoří psychické a fyzické požadavky, kladené na sportovce jak při tréninku, tak při soutěžích. Cílem tohoto zatížení je pozitivně ovlivnit trénovanost a v konečném důsledku zvýšit sportovní výkonnost (Jansa et al., 2009).

Dle tvrzení autorů výše je tedy zřejmé, že zatížení ve sportovním výkonu vytváří na jedince fyzické a psychické požadavky, tedy jisté psychické a fyzické zatížení.

### 2.5.1 Fyzické zatížení

Zatížení je tvořeno komplexem činitelů, kteří společně vytváří velikost tréninkového zatížení. Jednotliví činitelé jsou: intenzita zatížení, objem zatížení, doba zatížení, frekvence zatížení a specifická zatížení (Michal Lehnert, Novosad, Neuls, Langer, & Botek, 2010).

Pojetí činitelů, které tvoří zatížení, je několik, například Perič a Dovalil (2010) uvádějí jako parametry zatížení dobu trvání zatížení (úseku, opakování), počet opakování cvičení (kolik opakování bude následovat po sobě), intenzita zatížení, interval odpočinku (jak dlouhé bude zotavení mezi opakováním) a způsob odpočinku. Tyto parametry jsou sledovány v konkrétních podmínkách, tedy ve specifickém zatížení.

V naprosté většině parametrů zatížení se výše uvedení autoři shodují, i přestože zvolili jiné pojmenování. Jediným výrazně jiným parametrem je způsob odpočinku, který zmiňuje Perič & Dovalil (2010).

Pro popis jednotlivých parametrů zatížení budeme dále vycházet z komplexu činitelů, které navrhuje Michal Lehnert et al. (2010), a to intenzita zatížení (úroveň úsilí, s jakým je dané cvičení realizováno), objem zatížení (suma zátěžových podnětů v tréninkové jednotce nebo v tréninkovém úseku), doba zatížení (časový úsek, během kterého působí zátěžové podněty), frekvence zatížení (časový interval mezi opakováním cvičení) a specifická zatížení (představuje míru podobnosti cvičení s finální sportovní činností).

Ve sportovním lezení se jednotlivé parametry zatížení mohou měnit, jak uvádí Baláš (2016). Tento autor uvádí objem zatížení, intenzitu zatížení a dobu odpočinku. K určení intenzity zatížení se ale ve sportovním lezení využívají klasifikační stupnice, které nezahrnují délku výstupu, což znamená, že dvě stejně těžké cesty, ale nestejně dlouhé, budou mít jiné metabolické nároky. Výkon v lezení musíme chápat jako intermitentní zatížení skládající se z dynamických a statických fází krokového cyklu.

### 2.5.2 *Stres*

Pojem stres zavedl kanadský endokrinolog Hans Selye, který definoval stres jako odpověď organismu na stresory. Stresory představují podnětové podmínky produkující stresové reakce (Mayerová, 1997). Stres představuje nespecifickou fyziologickou reakci organismu vyvolanou stresorem, tato reakce probíhá jako generální adaptační syndrom. Z medicínského prostředí se termín stres ve stejném pojetí přenesl i do psychologie (Kirchner, 2009). Generální adaptační syndrom se skládá ze tří fází (Hošek, 1999; Kirchner, 2009):

- *poplachová reakce (alarm) – představuje mobilizaci všech pomocných mechanismů zachování života;*
- *fáze odolávání (rezistence) – představuje rozvoj specifických způsobů obrany organismu; organismus se brání za cenu likvidace rezerv;*
- *fáze vyčerpání (exhausce) – představuje vyčerpání organismu po spotřebování rezerv.*

#### *Stresory*

Stresor můžeme popsat jako faktor vyvolávající stres a je příčinou zvýšení adrenokortikotropního hormonu, ACTH (Bartůňková, 2010). Lidské stresory lze podle Bartůňkové (2010) rozdělit na fyzikální (teplo, chlad, tlak, vibrace, záření, elektrický proud), chemické (jedy, toxiny, alkohol, otravy apod.), biologické (hlad, žízeň, bolest a patologické stavy) a psychosociální (úzkost, strach ze zkoušky, vystoupení, ze sexuální nedostatečnosti, inkontinence, z bolesti, z nemoci, ze smrti apod.)

Mezi obvyklé stresory ve sportu patří podle Slepíčky et al. (2009) napětí z očekávání, náročnost programu (představuje nadměrné a obtížné úkoly, boj s překážkami, diskomfort všeho druhu apod.), porážka, potupa, ostuda, křivda, zesměšnění, zranění, nemoc, nominační procedura, ztráta formy, deficit financí, distanc a diskvalifikace.

Stres můžeme dělit na psychický a fyzický. Objevuje se vždy, když nás čeká nějaká psychická či fyzická zátěž. Fyzický stres působí na periferii organismu a je nejčastěji představovaný bolestí, naproti tomu psychický stres působí globálně na celé tělo (Hošek, 1999).

### *Reakce na stres*

Odpověď na stres můžeme rozdělit na psychickou a fyziologickou reakci (Kirchner, 2009; Nolen-Hoeksema, 2012). Psychickou reakcí se rozumí psychická odpověď na stresovou situaci, tj. emoční reakce, která se může pohybovat v rozpětí od veselí až po úzkost, strach, vztek, skleslost a depresi (Nolen-Hoeksema, 2012; Slepíčka et al., 2009). Naopak fyziologická reakce představuje neurohumorální a metabolicko-funkční přípravu na předpokládanou zátěž. Dochází ke zvýšení hormonální aktivity (katecholaminy, kortikoidy a adrenokortikotropního hormonu), růstu tepové frekvence, krevního tlaku a snižování teploty povrchu těla (Kirchner, 2009).

### *Funkční změny při stresové reakci*

Endokrinní interakce ovlivňují řadu funkcí v kardiorepiračním systému, příjmu potravy a trávicím systému, termoregulaci, imunitním systému, pohybovém systému, reprodukčním systému a v růstu a vývoji. Pohybový systém patří k bezprostředním strukturám v odpovědi na stres a to především během poplachové reakce, která slouží pro přežití (útěk, boj). Během stresové reakce dochází ke změnám svalového tonu, celkového držení těla a lokomočních projevů, zhoršení pohybové koordinace, přesnosti jemných a přesně odměřených pohybů a také k útlumu mechanismů pro řízení pohybu. Je narušen vnitřní stabilizační systém a dochází k posturálním změnám (Bartůňková, 2010).

### *Zvládání stresu*

Proces vyrovnávání se se stresovými stavy můžeme označit jako zvládání stresu. Lazarus a Folkman (in Nolen-Hoeksema, 2012) předkládá dvě techniky zvládání stresu, kterými jsou *zvládání zaměřené na problém* (postup je zaměřený na nalezení způsobu jak specifický problém nebo situaci změnit) a *zvládání zaměřené na emoce* (představuje řešení zaměřené na zmírnění emocí, které souvisí se stresovou situací, v případě že samotnou situaci změnit nelze).

Techniky zvládání lidského stresu dělí Bartůňková (2010) a Hošek (1999) na *pasivní* (tyto techniky většinou souvisí s únikem a zahrnují popření, regresi, izolaci, denní snění, únik do nemoci) a *aktivní* (mezi aktivní techniky řadí agresi, upoutávání pozornosti, identifikace (ztotožnění s hrdinou, zlepšuje sebevědomí), kompenzace (řešení nedostatku, vynahrazování komplexu méněcennosti) a sublimace (přesun společensky

neschvalovaných pudů do sociálně přijatelných nebo i oceňovaných aktivit – využití agrese v boxu)). Ve své podstatě se jedná o tytéž techniky, které jsou jen jinak pojmenovány.

### 2.5.3 *Srdeční a tepová frekvence*

V literatuře se můžeme setkat s používáním pojmů srdeční frekvence a tepová frekvence. Oba pojmy označují tutéž hodnotu jen naměřenou na jiných částech těla a jednotliví autoři si pro zjednodušení vybírají jeden z pojmů. V této práci je použito pojmu srdeční frekvence doplněného globálně používanou zkratkou HR pocházejícího z anglického Heart rate pro celkové zjednodušení.

Srdeční frekvence (HR) je časový interval, kterým se srdce stahuje (tepe). Je to počet tepů udávaný obvykle za 1 minutu. HR v klidu se nejčastěji pohybuje v rozmezí 60 až 90 úderů za minutu. U trénovaných osob bývá nižší (Vokurka & Hugo, 2015).

HR patří mezi nejlépe dostupné ukazatele oběhového systému, a to i přes řadu ovlivňujících vlivů, mezi které patří: denní kolísání, dědičnost, trénovanost, druh zatížení, emoce, tělesná teplota i teplota prostředí, únava, atmosférický a hydrostatický tlak a další vlivy. HR je nejjednodušší ukazatel intenzity zatížení (Bartůňková, 2013).

HR hodnocená na periférii pomocí tzv. tepové frekvence se mění již před započítáním výkonu a také po výkonu. Z tohoto hlediska hodnotíme tři fáze (Bartůňková, 2013; Havlíčková, 1999):

Fáze úvodní – v této fázi dochází ke zvýšení HR před výkonem vlivem podmíněných reflexů a emocí, které souvisí se startovními a předstartovními stavy. Předstartovní stavy představují předpracovní zvýšení jednotlivých funkcí organismu již několik hodin a dnů před výkonem vlivem podmíněných reflexů v souvislosti s tréninkem. Startovní stavy jsou bezprostřední změny ve funkcích, které nastávají několik minut až sekund před výkonem, především vlivem podnětů z prostředí, kde výkon probíhá.

Fáze průvodní - představuje pokračování změn započatých v úvodní fázi. V průvodní fázi dochází na počátku k rychlému stoupání srdeční frekvence, později se zpomaluje, až se ustálí na hodnotách, které odpovídají podávanému výkonu. V této fázi mají vliv na srdeční frekvenci jak reflexy podmíněné, související se svalovou činností, tak i reflexy nepodmíněné, vycházející ze svalových proprioreceptorů, z volných

zakončení v extracelulární tekutině a z cévních baroreceptorů. Vliv mají i další faktory jako tělesná teplota, hormonální a látkové změny apod.

Fáze následná – v této fázi dochází k návratu HR do původních hodnot. Nejdříve dochází ke strmému poklesu HR, později klesá pozvolněji. V této fázi se nejvíce uplatňují nepodmíněné reflexy a různé látkové vlivy pocházející ze svalů spojené s potřebou rychlého odplavení katabolitů a doplnění energetických zásob.

Fáze HR v reakci na dynamickou zátěž popisuje Pastucha (2014) jako iniciální, během které dochází ke zvýšení HR, dále fázi rovnovážnou, během které dochází k vzestupu HR, a podle intenzity zátěže dochází k ustálení anebo nadále roste až do maxima. Ve fázi zotavovací dochází k poklesu HR ke klidovým hodnotám.

### *Srdeční frekvence v zátěži*

Tepová frekvence během zátěže se u zdravých jedinců zvyšuje lineárně až do submaximálních hodnot, poté stoupá pozvolněji až do maximální tepové frekvence. Ve sportovním výkonu podle Pastuchy (2014) sledujeme tyto parametry:

- *Maximální srdeční frekvenci (HRmax)*
- *Submaximální srdeční frekvenci (představuje 75-85 % z maximální tepové frekvence)*
- *Klidovou srdeční frekvenci (srdeční frekvence v klidu, měří se ráno po probuzení)*
- *Srdeční frekvenci po zátěži (sleduje pokles z maximální srdeční frekvence po zatížení)*
- *Maximální srdeční rezervu (rozdíl mezi maximální srdeční frekvencí a klidovou srdeční frekvencí)*
- *Rezerva srdeční frekvence (rozdíl náležité srdeční frekvence a změřené srdeční frekvence)*
- *Chronotropní kompetence (dosažení alespoň 70% náležité srdeční frekvence)*
- *Chronotropní kompetence (nedosažení 85% maximální srdeční frekvence)*

### *Maximální srdeční frekvence*

Představuje individuální hodnotu srdeční frekvence, při které je organismus ještě schopen práce. Maximální srdeční frekvence se pohybuje přibližně mezi 180-220 tepy za minutu a s věkem se snižuje (Tvrzník, Soumar, Chára, & Michálek, 2012). K určení maximální srdeční frekvence pro běžnou praxi se využívá jednoduchý vzorec  $220 - \text{věk}$ . Pro vědecké použití je však tento vzorec příliš nepřesný, zvláště pro použití u starších jedinců. Z tohoto důvodu se Tanaka, Monahan a Seals (2001) rozhodli analyzovat hodnoty maximální srdeční frekvence z 351 studií a následně navrhli a ověřili platnost tohoto vzorce.

$$\text{HR}_{\text{max}} = 208 - 0,7 * \text{věk}$$

### *Mechanismy řídicí srdeční frekvenci*

Mezi mechanismy řídicí srdeční frekvenci patří podle Merkunové a Orla (2008) aktivita sympatiku a aktivita parasympatiku. Při aktivaci sympatiku se zrychluje HR urychlováním vzniku vzruchu v sinusovém uzlu, zatímco při aktivaci parasympatiku se snižuje HR. Bez aktivity parasympatiku by frekvence na sinusovém uzlu dosahovala hodnoty až 100 vzruchů za minutu.

HR je ovlivněna celou řadou faktorů. Mezi významné faktory zvyšující srdeční frekvenci se řadí různé hormony, jako jsou adrenalin, noradrenalin a hormony štítné žlázy. Podobně stoupá HR vlivem zvýšené tělesné teploty. Naopak faktory jako acidóza, alkalóza, hypoxie či trénovanost jedince snižují úroveň HR. Na srdeční frekvenci má rovněž vliv věk (hodnoty u dětí jsou nižší než u dospělých) a pohlaví jedince (u mužů nižší než u žen).

### *Srdeční frekvence a výkon ve sportovním lezení*

Lezecký výkon představuje intermitentní zatížení, což znamená, že se skládá jak z dynamické fáze, tak ze statické fáze, která slouží především k plánování dalšího postupu nebo k odpočinku, zatímco dynamická fáze představuje samotný pohyb. Tento fakt spolu s velkým vlivem emotivní složky vede ke kolísání HR během výkonu ve sportovním lezení (Baláš, 2016).



Růst HR vlivem emocionální složky potvrzuje také studie Burnikaa Jereby (2009). Shoduje se také v tvrzení, že v dynamické fázi (v tomto článku se píše především o pohybech paží) dochází k nárůstu HR.

#### *Měření srdeční frekvence*

Srdeční frekvenci můžeme podle Plachety et al. (1999) měřit několika způsoby, a to palpační metodou, EKG nebo pomocí HR-monitoru. Palpační metoda je nejjednodušší a nejdostupnější, ale také nejméně přesná metoda. Spočívá v ručním měření na zápěstí nebo na hrudníku v oblasti dolního srdečního hrotu (Tvrzník et al., 2012). Metoda EKG je považována za nejvhodnější metodu pro měření HR. Tato metoda bývá využívána především v laboratoři. HR monitory se skládají z hrudního elastického pásu a náramkového přijímače a jsou pro měření HR vhodné především proto, že jsou vysoce spolehlivé i při tělesném pohybu (Placheta et al., 1999).

## **3 CÍLE**

### **3.1 Hlavní cíl práce**

Cílem práce je posoudit možnost hodnocení lezeckého výkonu na pískovcových skalách s využitím monitoringu srdeční frekvence.

### **3.2 Dílčí cíle**

1. Popsat úroveň celkového vnitřního zatížení v průběhu lezeckého výkonu s přihlédnutím ke specifickým zvoleného lezeckého výstupu.
2. Zhodnotit záznam HR s ohledem na fyzickou náročnost výstupu a riziko pádu v dílčích úsecích výstupu.

### **3.3 Výzkumné otázky**

1. Jaký je charakter vnitřního zatížení v průběhu lezeckého výkonu při lezení v plotnách na pískovcových skalách?
2. Vyskytují se v záznamu HR charakteristické znaky ve vazbě na místa s nebezpečím pádu v průběhu lezeckého výkonu při lezení v plotnách?

## 4 METODIKA

### 4.1 Design výzkumu

Úroveň vnitřního zatížení byla v práci vyjádřena na základě záznamu HR, resp. na základě odvozených hodnot – % HRmax. HRmax byla stanovena dle rovnice  $HR_{max} = 208 - 0,7 \cdot \text{věk}$  (Tanaka et al., 2001). Pro další hodnocení vnitřní zátěže bylo vymezeno pět zón zatížení: *velmi nízká* (50-60 % HRmax), *nízká* (60-70 % HRmax), *střední* (70-80 % HRmax), *náročná* (80-90 % HRmax) a *maximální intenzita zátěže* (90-100 % HRmax) (Polar, 2017). K záznamu HR byl využit HR-monitor.

Za účelem přiřazení úrovně zátěže jednotlivým úsekům výstupu byl využit časově synchronizovaný (s HR-monitorem) videozáznam výstupu.

Od participantů bylo dále získáno posouzení výstupu z hlediska úseků se subjektivně vnímanou vysokou fyzickou a psychickou zátěží. Za tímto účelem bylo využito retrospektivního zakreslení úseků do předpřipraveného schematického znázornění výstupu.

Pro zodpovězení první výzkumné otázky byl monitorován čas (procento z celkového trvání výstupu), po který lezec setrval v dílčích zónách intenzity vnitřního zatížení. Sledován byl rovněž přechod mezi jednotlivými zónami, popř. výrazné krátkodobé výchylky % HRmax, a to s přihlédnutím k úsekům výstupu.

Zodpovězení druhé výzkumné otázky se opíralo o hodnocení záznamu % HRmax (1) v lezeckých úsecích s objektivním nebezpečím dlouhého pádu (definován jako pád, kdy lezec padá z lezecké pozice s chodidly výše, než je postupové jištění), (2) v lezeckých úsecích, které lezci ohodnotili jako psychicky náročné a dále (3) v úsecích, které lezci označili jako fyzicky náročné (bez nebezpečí dlouhého pádu). Takto byly vybrány celkem 3 úseky. Dva úseky s objektivním nebezpečím dlouhého pádu a jedno místo, které lezci označili jako fyzicky náročné.

### 4.2 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořili dva lezci s odlišnými zkušenostmi se sportovním lezením na pískovcových skalách. Lezec A (26 let) se věnuje horolezectví přibližně 8 let a lezec B (29 let) se věnuje horolezectví (především na pískovcových skalách) přibližně 12 let. Úroveň lezecké výkonnosti lezců koresponduje s dobou provozování této aktivity (starší

lezec výstupy do obtížnosti IXba, mladší lezec do obtížnosti VIIIc). Doba provozování aktivity se u lezců neprojevuje pouze ve výkonnosti, ale rovněž v dovednosti a zkušenosti s vytvářením postupového jištění pomocí „zakládání smyček“ (umístování smyček do spár, skalních hodin apod.).

Hodnota HRmax vypočítaná ze vzorce sestaveného Tanakou, Monahanem a Sealsem (2001) dosahovala u lezce A hodnoty 191 tepů za minutu. U lezce B dosahovala HRmax vypočítaná z téhož vzorce hodnoty 188 tepů za minutu.

### **4.3 Metody sběru dat**

K měření HR jsme použili HR-monitor Polar S810i (PolarElectroOy, Finland). Frekvence záznamu HR byla na přístroji nastavena na 1 s. Data z monitoru HR byla exportována a zpracována pomocí programu PolarProTrainer (PolarElectroOy, Finland). Vlastní monitor HR nebyl standardně umístěn na ruce, ale v obalu na zadní straně sedacího úvazku.

Videozáznam byl proveden pomocí XiaomiRedMiNote 2 (Xaomicorp.). Pozice pro pořízení videozáznamu byla značně limitována přírodním terénem. Snahou bylo umístění přístroje tak, aby lezecký výstup snímal z čelní strany a zachytil celý úsek výstupu.

Zakreslení úseků se subjektivně vnímanou vysokou fyzickou a psychickou zátěží do předpřipraveného schematického znázornění bylo provedeno retrospektivně. Schematický záznam (Příloha 3 a 4) obsahoval přibližné vyznačení lezecké trasy na pískovcové věži z pohledu, odkud byl pořizován videozáznam. Ve schématu byla dále označena místa, kde bylo umístěno fixní (kruh) nebo postupové jištění.

### **4.4 Organizace sběru dat**

Sběr dat byl realizovaný v Adršpašských skalách v měsíci červnu, kdy je v dané oblasti povoleno lezení. Výběr lezeckého výstupu vycházel z následných kritérií: adekvátní obtížnost, tj. oba lezci jsou schopni výstup provést nepřerušovaně (nepředpokládá se pád z důvodu fyzické náročnosti), charakter cesty je převážně lezení v plotnách, výstup je v průběhu zajištěn minimálně jedním fixním jištěním (kruhem), obtížný úsek je nad fixním jištěním, a videozáznam je možné provést po celou dobu

výstupu. Dle těchto kritérií byl vybrán výstup na věž „Trutnovská“, cesta „Východní cesta“, obtížnost VIIb. Oba lezci lezli na prvním konci lana, výstup lezli poprvé stylem on-sight. Styl on-sight představuje přezení neznámé cesty jako prvolezec, na první pokus, bez dopomoci jištění (pokud není autory výstupu v některých místech povoleno), bez zatížení lana, bez pádu a bez toho, aniž by kdykoliv předtím viděl v cestě lézt jiného lezce (Glowacz& Pohl, 1992). Po nasazení hrudního pásu byl před započtím výstupu synchronizován čas mezi sporttestrem a záznamovým zařízením.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 5.1 Úroveň vnitřního zatížení v průběhu lezeckého výkonu při plotnovém lezení

Úroveň vnitřního zatížení hodnocená na základě HR i celková doba výstupu se u obou lezců výrazně odlišovala. Detailní charakteristiky jsou uvedeny v Tabulce 1. Důvodů, které způsobují odlišnou dobu lezení je více. Nelze konstatovat, že lezec B, kterému výstup trval téměř o dvě minuty déle, by všechny úseky překonával pomaleji. Na celkovém čase výstupu se projevila skutečnost, že lezec B v průběhu výstupu vytvářel o jedno postupové jištění navíc (Příloha 4). Naopak některé klíčové úseky překonal v kratším čase než lezec A. Takto je také nutné nahlížet na položku *Zóny intenzity zatížení* v Tabulce 1, které jsou vyjádřeny jako procento z celkového času výstupu.

U lezce B byla nejnižší úroveň vnitřního zatížení (v Tabulce 1 položka *Minimální HR*) pozorována ihned na začátku výstupu, zatímco u lezce A těsně po začátku výstupu. V jeho případě tedy došlo nejprve k mírnému poklesu HR a poté k nárůstu. Bez jednoznačné průkaznosti by mimo jiné tento průběh HR mohl být připsán stresu před výkonem.

Z hodnot u položek *Zóna 1* až *Zóna 2* je patrné, že intenzita zatížení byla značně variabilní. Výkony obou lezců byly na úrovni zóny velmi nízké intenzity (*Zóna 1*) zatížení pouze krátkou dobu na počátku výstupu. Tuto intenzitu zatížení lze proto chápat pouze jako přechodnou, kdy HR reagovala na zátěž lezeckým výkonem se zpožděním. Při souhrnném pohledu na zóny intenzity zatížení je z porovnání mezi lezci patrné, že u lezce A je úroveň zatížení posunuta směrem nahoru v porovnání s lezcem B. Lezec A se po většinu doby trvání výstupu nachází na úrovni střední až náročné zóny zatížení. Naopak lezec B převážně v nízké a střední zóně zatížení. Navíc, na rozdíl od lezce B dosáhl *po určitý čas* také zóny maximálního zatížení.

Tento fakt hraje důležitou roli, neboť takto vysoká úroveň zatížení vede k řadě fyziologických změn, které při delším setrvání na této úrovni zatížení vedou nejen ke snížení nervosvalové koordinace, ale i celkové koncentrace, což může negativně ovlivňovat průběh lezeckého výkonu, zvláště pak v plotnách.

**Tabulka 1.** Charakteristiky lezeckého výstupu z hlediska intenzity vnitřního zatížení

	Lezecká praxe (roky)	Minimální HR (% HRmax)	Maximální HR (% HRmax)	Čas výstupu (hh:mm)	Zóny intenzity zatížení (% z celkového času výstupu)				
					Zóna1	Zóna2	Zóna3	Zóna4	Zóna5
Lezec A	8	46	92	6:20	3,7	6,8	46,8	35,3	7,4
Lezec B	12	54	86	8:13	1,6	43	46,9	8,5	-

*Vysvětlivky:* **HR** – srdeční frekvence; **% HRmax** – procento maximální srdeční frekvence; **Zóna 1** – zóna velmi nízkého zatížení; **Zóna 2** – zóna nízkého zatížení; **Zóna 3** – zóna středního zatížení; **Zóna 4** – zóna náročného zatížení; **Zóna 5** – zóna maximálního zatížení

Jak již bylo výše uvedeno, lezec B má větší a déletrvající zkušenosti jak s horolezectvím jako takovým, tak i s pískovcovým lezením. Značné zkušenosti se projevují především v lepší lezecké technice, v lepší schopnosti práce s těžištěm při lezeckých krocích v plotnovém lezení, v lepším úsudku o kvalitě stupů a chytů, v lepší schopnosti chyty a stupy adekvátně zatěžovat nebo v dovednějším využívání možností odpočinku v cestě (úseky či místa, která např. umožňují snadné držení za jednu ruku, přenesení většiny hmotnosti na dolní končetiny apod.).

Tím lze do jisté míry vysvětlit uvedené skutečnosti týkající se významných rozdílů v intenzitě zátěže, která byla u obou lezců pozorována. Nicméně jedná se pouze o jednu z faktorů, které intenzitu vnitřního zatížení ovlivňují.

Z uvedeného vyplývá, že na lezce A kladl výstup mnohem větší nároky projevující se ve zvýšené úrovni vnitřního zatížení oproti lezci druhému. Výsledky dále naznačují, že v průběhu lezeckého výkonu v plotnovém lezení na pískovcových skalách může HR dosáhnout velmi vysokých hodnot na úrovni maximální intenzity zátěže, přičemž se nejedná o krátkodobé výchyly (Příloha 1 a 2), ale o nárůst, který přímo koresponduje s lezeckým výkonem. Z celkového průběhu křivky HR není jednoznačné, jaký je podíl psychické a fyzické složky zátěže, jejichž podíl se v průběhu výstupu mění, a to především vlivem přítomnosti objektivního nebezpečí pádu či případného zranění.

## 5.2 Charakter záznamu HR s ohledem na specifické úseky lezeckého výkonu

### 5.2.1 Charakteristika úseků lezeckého výstupu

Lezecký výstup lze rozčlenit na několik úseků, které se od sebe odlišují a jsou svým způsobem v určitém ohledu specifické. V tomto smyslu se do členění výstupu promítá několik faktorů, kterými jsou především vzdálenost od země, charakter povrchu a sklon skály, pozice postupového jištění (smyčky) a fixního jištění. Dle těchto hledisek můžeme rozdělit výstup následovně:

1. úsek) *Úvodní úsek*, tj. část cesty k prvnímu postupovému jištění
2. úsek) *První postupové jištění*, tj. místo v cestě, kde lezec připravuje první postupové jištění
3. úsek) *Mezi prvním a druhým postupovým jištěním*
4. úsek) *Druhé postupové jištění*, tj. místo v cestě, kde lezec připravuje druhé postupové jištění
5. úsek) *Mezi druhým postupovým jištěním a fixním jištěním*, tj. úsek, který je shora omezen okamžikem zapnutí lana do fixního jištění (kruh)
6. úsek) *Okolo fixního jištění* – zdola omezeno předchozím úsekem a shora okamžikem, kdy má lezec chodidla na úrovni fixního jištění
7. úsek) *Zbytek výstupu* – shora omezeno okamžikem, kdy se lezec pustí rukama skály a napřímí se

Část výstupu od začátku až po druhé postupové jištění lze charakterizovat jako lezení nohama na tření nebo malých výstupcích, kdy se ruce přidržují ukloněné spáry. Tyto úseky jsou ve srovnání se zbývajícím úsekem výstupu poměrně snadné. Jedná se o lezecké kroky, které nevyžadují zvláštní specifické fyzické nároky. Lezci zde (s výjimkou zakládání postupového jištění) nesetrvávají dlouho ve statických polohách ani není zapotřebí výrazného přitahování se za ruce. V průběhu výstupu hrozí poměrně dlouhý pád (prodlužuje se s výstupem) spolu se vzrůstajícím nebezpečím vážnějšího zranění v důsledku pádu (často až na zem). Nicméně v kombinaci s nepříliš náročným lezením je související psychická zátěž do jisté míry eliminována. U lezce B navíc dochází k snížení nebezpečí v důsledku vytvoření prvního postupového jištění.



První a druhé postupové jištění jsou smyčky umístěné do spáry. První postupové jištění v cestě využil pouze jeden lezec (lezec B), což souviselo s prodloužením času výstupu. Z videozáznamu byla odečtena doba trvání instalace jištění 1 minuta a 58 sekund. Po tuto dobu byl lezec ve statickém postoji převážně na jedné noze, bez držení se rukama.

Lezení mezi druhým postupovým a fixním jištěním je možné charakterizovat jako lezení po kolmé skále s úchopem za skalní díry a římsy. Úsek je poměrně krátký (zhruba 2 m) a proto zde nelze očekávat zvýšené psychické nároky spojené s rizikem pádu.

Lezení okolo fixního jištění lze považovat za lezecky nejobtížnější úsek výstupu. Svědčí o tom i skutečnost, že původně tento úsek prvovýstupci vylezli za pomoci tzv. stavění, tedy techniky, kdy druhý z lezců fixovaný u kruhu prvnímu lezci napomáhal s lezením (obvykle podepíráním chodidlem). Sledovaní lezci provedli výstup bez dopomoci. V tomto úseku je lezec v relativně blízkém okolí fixního jištění a případný pád proto nepředstavuje vysoké riziko zranění. Ačkoliv nelze pominout možné obavy lezce z pádu a jeho následků, lze očekávat že v tomto úseku jsou minimální. Psychická zátěž zprostředkovaná těmito vlivy je proto poměrně malá a dá se očekávat především fyzické zatížení lezce.

Poslední úsek lezení je bezvýhradně lezením v plotně, tedy po mírně ukloněné skále. Nohy stavějí pouze na ukloněných stupech bez hran (tzv. „na tření“) a ruce pouze dopomáhají udržovat rovnováhu za drobné oblé chyty nebo za zvlněný povrch skály. Přitažení se za ruce při lezeckém kroku (tj. přenesení váhy z dolních na horní končetiny při zvedu) je oproti ostatním úsekům minimální. Tento úsek je s výjimkou úplného závěru výstupu bez chytů a v případě ztráty rovnováhy se nelze spolehnout na ruce. Pocit nejistoty při zvedání se pouze na nohách kladených na skálu na tření se tím pouze zvyšuje. To ukazuje na zvýšené psychické nároky. V tomto úseku museli lezci vykonat tři lezecké kroky, kdy zcela spoléhají na dostatečné tření boty o skálu.

V Přílohách 3 a 4 je uvedeno subjektivní hodnocení fyzických a psychických obtíží v průběhu výstupu samotnými lezci. Lezci se shodují na obtížích, a to jak z hlediska nároků fyzických (i technických), tak i psychických. Jejich hodnocení koresponduje s výše popsáním charakterem výstupu.

### 5.2.2 Změny vnitřního zatížení v charakteristických úsecích lezeckého výstupu

První tři úseky výstupu popisované výše, jsou z pohledu charakteru skály velice podobné (všechny tyto úseky se nacházejí v oblasti ukloněné skály) a kladou podobné nároky na fyzické zatížení lezce. Vzhledem k tomuto faktu je vhodné tyto úseky popisovat dohromady. Nejvyšší naměřená hodnota HR u lezce A v prvních třech úsecích byla zaznamenána na konci *třetího úseku* (tedy v nejvyšším bodě od země), zatímco u lezce B byla nejvyšší naměřená hodnota HR z prvních tří úseků zaznamenána v *úseku prvního postupového jištění* (při jeho vytváření). Lezec A možnost instalace prvního postupového jištění nevyužil.

Na základě hodnot HR zaznamenaných u obou lezců a jejich poloze vůči prvnímu založenému jištění, se nabízí předpoklad, že nebezpečí dlouhého pádu (v tomto případě pádu až na zem) se projevuje také v záznamu HR. Vyšší naměřená hodnota HR u lezce A s nejvyšší pravděpodobností souvisí s větší délkou případného pádu.

V úseku *druhého postupového jištění* můžeme vyzorovat velké rozdíly v naměřených hodnotách HR mezi oběma lezci. U lezce A dosahuje nejvyšší naměřená hodnota HR<sub>max</sub> v tomto úseku 84 %. Zatímco u lezce B „pouze“ 73 % HR<sub>max</sub>. Daleko zajímavější informace získáme, zaměříme-li se na změnu hodnoty HR v tomto úseku. U lezce A došlo ke zvýšení hodnoty HR<sub>max</sub> v tomto úseku o 24 %. U lezce B „pouze“ o 9 %. Je nezbytné zmínit, že tento úsek lezec A subjektivně posoudil jako psychicky náročný.

V tomto úseku je patrné, jak velký vliv může mít nebezpečí dlouhého pádu. Zatímco lezec B využil možnosti založení prvního postupového jištění, které by zkrátilo délku případného pádu a tím i snížilo riziko vážného zranění. Lezec A tuto možnost nevyužil a v případě pádu by mu hrozilo větší nebezpečí vážného zranění (pád až na zem). Uvedené skutečnosti podporují předpoklad, že riziko dlouhého pádu s vážným zraněním zvyšuje míru vnitřního zatížení.

V úseku *mezi druhým postupovým jištěním a fixním jištěním* dochází k mírnému poklesu HR u obou sledovaných lezců. V tomto úseku provádějí oba lezci pouze jeden krátký a nepřilíš náročný lezecký krok, fyzické zatížení je v tomto úseku nízké

a vzhledem ke krátké vzdálenosti od jištění zde hrozí malé nebezpečí dlouhého pádu, předpokládáme tedy i psychické zatížení.

V úseku *okolo fixního jištění* lze na základě videozáznamu vyzorovat, že na začátku tohoto úseku oba lezci zůstávají delší dobu ve statické pozici, což je způsobeno především vysokou obtížností tohoto úseku (v obtížném úseku zabere orientace ve skalní stěně delší dobu). Vzhledem k malému fyzickému zatížení (lezci se pohybují jen minimálně, drží se poměrně dobrých chytů a stojí na poměrně velkých stupech) a také malému psychickému zatížení (lezci se pohybují v bezprostřední blízkosti fixního jištění a spíše rozmýšlejí strategii dalších postupových kroků) dochází k poklesu HR na úroveň 72 % HRmax u lezce A, u lezce B na 67 % HRmax. Poté, co lezci opět pokračují ve výstupu, dochází k rychlému nárůstu HR u obou lezců až na úroveň 88 % HRmax u lezce A a 83 % HRmax u lezce B. Vzhledem k povaze tohoto úseku, lze zvýšení hodnoty HR připsat především fyzické zátěži, navíc subjektivní posouzení výstupu oběma lezci (Příloha 3 a 4) tuto domněnku podporuje. Hodnoty HR naměřené v tomto úseku jsou v průměru druhé nejvyšší z celého výstupu, a to u obou lezců.

V 7. úseku (závěrečném), který začíná nad fixním jištěním, dochází u obou lezců k neustálému zvyšování hodnoty HR, a to až do chvíle, kdy opustí tento úsek. Na začátku tohoto úseku je u lezce A naměřena hodnota 85 % HRmax a s přibývajícím vzdáleností od fixního jištění tato hodnota vzrůstá až na úroveň 92 % HRmax. U lezce B můžeme pozorovat obdobnou tendenci, tj. s přibývajícím vzdáleností od fixního jištění vzrůstá HRmax, a to ze 73 % na začátku tohoto úseku až na 85 % HRmax na konci úseku. Realizované lezecké kroky v tomto úseku, které zahrnují převážně statické výdrže ve stoji a vysoké podřepy na jedné noze s mírnou dopomocí rukou, se z hlediska obtížnosti příliš neliší. Můžeme proto předpokládat konstantní fyzickou zátěž, přičemž nárůst HR jako důsledku fyzického zatížení lze připsat spíše nástupu svalové únavy. Oba lezci se na základě subjektivního posouzení výstupu shodují, že tento úsek je psychicky náročný. Lze tak vyslovit předpoklad, že výrazný nárůst HR lze do značné míry připsat psychickému zatížení korespondující s vzrůstajícím rizikem zranění v důsledku pádu.

Na základě zhodnocení všech úseků lezeckého výstupu a všech jejich odlišností lze předpokládat, že v místech s nebezpečím pádu dochází k výraznému zvýšení hodnot HR, které nelze připsat pouze fyzickému zatížení. Tato místa se nacházejí především v úsecích před založením prvního postupového jištění a v úseku nacházejícím se nad fixním jištěním, tedy v místech s nebezpečím pádu. Na základě získaných dat lze konstatovat, že se vzrůstající délkou pádu (tedy i větší vzdáleností od jisticího bodu nebo od země) dochází k nárůstu vnitřního zatížení.

V úseku nacházejícím se nad fixním jisticím bodem, který lze bez výhrad označit jako plotnové lezení, došlo k nejvyššímu nárůstu hodnot HR v celém výstupu. V souvislosti s tímto faktem je důležité zmínit také subjektivní posouzení lezců. Oba shodně popisovali tento úsek jako psychicky obtížný, přihlédneme-li ke vzdálenosti tohoto úseku od jisticího bodu, můžeme objektivně říci, že tato vzdálenost není příliš velká alespoň tedy v porovnání s jinými pískovcovými výstupy. Na základě těchto faktů, můžeme usuzovat, že hodnoty HR jsou způsobeny také charakterem povrchu v tomto úseku.

V návaznosti na tuto práci by bylo vhodné zaměřit se na další analýzu ve zmiňovaných úsecích, pokud možno s cílem navrhnout a ověřit metodický postup odhadu míry psychického zatížení pomocí monitoringu HR.

### **5.3 Limity práce**

Předložená práce má několik limitujících faktorů. Výsledky práce je nutné vnímat ve vztahu ke konkrétní lezecké cestě na danou pískovcovou věž, k lezcům, kteří se výzkumu zúčastnili a podmínkám, za kterých se lezecké výstupy realizovaly. Na základě těchto důvodů je proto širší generalizaci výsledků obtížné. Limitujícím faktorem mohla být také skutečnost, že videozáznam nemohl být pořízen z ideálního úhlu. Umístění kamery bylo limitováno okolními podmínkami. Na výsledky práce mohl mít vliv rovněž aktuální fyzický a psychický stav participantů, který se může projevit ve změně jejich klidové srdeční frekvenci i v reakci HR na zátěž. Dalším limitujícím prvkem může být samotné stanovení maximální srdeční frekvence na základě predikční rovnice, které může být u některých jedinců značně nepřesné.

S vědomím uvedených limitů vnímáme předloženou práci jako pilotní studii, která má především poskytnout prvotní informace směřující k dalším výzkumům. V tomto směru vnímáme uvedené limity jako přiměřené.

.

## 6 ZÁVĚRY

Z výsledků výzkumu vyplývá, že při lezeckém výstupu v plotnách realizují lezci výkon ve všech zónách zatížení, nejčastěji se sledované výkony pohybovaly v zónách nízkého, středního a náročného zatížení. V tomto výzkumu lze také nalézt jistou souvislost mezi intenzitou zatížení a lezeckými zkušenostmi a dosaženou výkonnostní úrovní. Zkušenější lezec se pohyboval převážně v zónách nižší až střední intenzity, zatímco méně zkušený lezec v zónách střední až náročné intenzity.

Ze záznamu HR vyplývá, že v průběhu zakládání postupového jištění dochází ke zvýšení hodnot HR, tyto zvýšené hodnoty byly naměřeny vždy při zakládání prvního jištění ve výstupu, tedy úseku s nebezpečím pádu.

Nejvyšší intenzita zatížení byla naměřena v místě, které je možné objektivně a ve vztahu k dalším úsekům výstupu charakterizovat jako lezecky středně obtížné, v tomto místě hrozí nebezpečí pádu s rizikem zranění. Tento úsek je rovněž na základě subjektivního posouzení výstupu oběma lezci považován za psychicky náročný. V tomto úseku bylo zaznamenáno, že s nárůstem vzdálenosti lezce od fixního jištění, dochází k nepřerušovanému nárůstu HR až do nejvyšších hodnot zaznamenaných v tomto výstupu, a to i přesto, že se v takovémto úseku vyskytují místa se sníženými lezeckými nároky – vnitřní zátěž zde nebyla kompenzována.

Na základě výsledků získaných z této práce, lze předpokládat, že nebezpečí dlouhého pádu s rizikem vážného zranění vede k nárůstu hodnot HR.

## 7 SOUHRN

Práce je zaměřena na sportovní výkon v lezení na pískovcových skalách a možnosti analýzy výkonu s využitím záznamu HR. Teoretická část práce, členěná do tří podkapitol, se zaměřuje na významné momenty historie horolezectví vedoucí ke vzniku pískovcového lezení, přičemž zdůrazněny jsou události, které výrazně zasahují do povahy současného lezení na pískovcových skalách. Dále jsou charakterizovány aspekty výkonu ve sportovním lezení a všechny faktory, které tento výkon ovlivňují. Poslední podkapitola je zaměřena na problematiku vnitřního zatížení jedince, a to z hlediska fyzické i psychické složky. Závěr této podkapitoly je věnován charakteristice HR a změnám HR, které lze pozorovat v průběhu zatížení.

Podstatou výzkumné části bylo nejprve popsat charakter vnitřního zatížení v průběhu lezeckého výkonu při lezení v plotnách na pískovcových skalách a dále nalézt charakteristické znaky v záznamu HR ve vazbě na místa s nebezpečím pádu v průběhu lezeckého výkonu při lezení v plotnách. Získané poznatky umožnily posoudit možnosti hodnocení lezeckého výkonu na pískovcových skalách s využitím monitoringu HR. Z výzkumu vyplynulo, že hodnota HR během lezeckého výkonu v plotnovém prostředí je velice variabilní a v získaných záznamech HR lze nalézt charakteristické znaky ve vazbě na místa s nebezpečím pádu. Výsledky práce podporují hypotézu, že riziko dlouhého pádu s vážným zraněním zvyšuje míru vnitřního zatížení, resp. projevují se v nárůstu hodnot HR.

## 8 SUMMARY

The bachelor thesis focuses on sport performance in sandstone climbing and possibilities of measuring the sandstone climbing performance by using the HR record. The theoretical part, sectioned into three subchapters, is concentrated on important moment's history of climbing, leading to the sandstone climbing genesis, while highlighted events, which significantly changes appearance in sandstone climbing at the present. Further, is introduced to the performance in sport climbing and all the factors influencing this performance. The last subchapter focuses on the load represented by physical and psychological segment. End of the theoretical part is subchapter deals heart rate and changes in heart rate, which be observing during load.

The important part of research was described the character of visceral load during in climbing performance at slab climbing in sandstone rocks and find characteristic sections in research indicates of HR, in connection with places, where was dangerous of fall in during climbing performance at slabs climbing. On the base of acquired knowledge was possible evaluate options analysis of climbing performance at sandstone rock with using monitoring of HR. The outcome of the research indicates that the HR value during the climbing performance in smearing environment is very variable and the acquired HR records indicate characteristic features in relation to the points with the danger of falling. Results of thesis support hypotheses, that dangerous of long fall with heavy injury increases value of visceral load, respectively shows increases in value of HR.



## 9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adamovič, J., Mikuláš, R., & Cílek, V. (2010). *Atlas pískovcových skalních měst České a Slovenské republiky: geologie a geomorfologie*. Praha: Academia.
- Baláš, J. (2016). *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Ballu, Y. (1997). *Horolezci: z historie evropského horolezectví od konce 15. století po osmdesátá léta našeho věku*. Praha: Brána.
- Bartůňková, A. (2008). Horolezectví. *Archiv Sportu a Tv*.
- Bartůňková, S. (2010). *Stres a jeho mechanismy*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Burnik, S., & Jereb, B. (2009). Heart rate as an indicator of sport climbing intensity. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 37(1), 63–66. Retrieved from <http://gymnica.upol.cz/index.php/gymnica/article/viewArticle/49>
- Cacek, J., Michálek, J., Hlavoňová, Z., Hírešová, M., Kalina, T., Adamík, R., ... Rosenberková, A. (2011). *Aplikace dynamické a statického strečinku*. Brno: Fakulty sportovních studií Masarykovy univerzity.
- Dieška, I., & Širl, V. (1989). *Horolezectví zblízka*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J. (2012). *Výkon a trénink ve sportu* (4.vydání ed.). Praha: Olympia.
- Dylevský, I., & Kučera, M. (1999). *Sportovní medicína*. Praha: Grada.
- Frank, T., & Kublák, T. (2007). *Horolezecká abeceda*. Praha: Epocha.
- Glowacz, S., & Pohl, W. (1999). *Volné lezení*. České Budějovice: KOPP.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Hattingh, G. (1999). *Horolezectví*. Praha: Václav Svojtka.
- Havlíčková, L. (1999). *Fyziologie tělesné zátěže* (2. vydání). Praha: Karolinum.
- Hošek, V. (1999). *Psychologie Odolnosti*. Praha: Karolinum.
- Jančík, J., Závodná, E., & Novotná, M. (2006). *Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly*. Brno: Fakulta sportovních studií MU.
- Jansa, P., Dovalil, J., & Bunc, V. (2009). *Sportovní příprava: vybrané kinantropologické obory k podpoře aktivního životního stylu* (2. vydání). Praha: Q-art.

- Kirchner, J. (2009). *Psychologie prožitku a dobrodružství: pro pedagogiku a psychoterapii*. Brno: Computer Press.
- Kukal, Z., Němec, J., & Pošmourný, K. (2005). *Geologická paměť krajiny*. Praha: Česká geologická služba.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku*. Olomouc: Hanex.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lisák, P. (2015). *Vysoká hra: lezení v Adršpašsko-teplických skalách v datech*. (JUKO, Ed.). Náchod.
- Long, S. (2010). *Průvodce lezením: kompletní příručka pro bezpečné a vzrušující skalní lezení*. Brno: Computer Press.
- Mayerová, M. (1997). *Stres, motivace a výkonnost*. Praha: Grada.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada Publishing.
- Michailov, M. L. (2014). Workload characteristic, performance limiting factors and methods for strength and endurance training in rock climbing, *18*(3), 97–106.  
<http://doi.org/10.5604/17342260.1120661>
- Nolen-Hoeksema, S. (2012). *Psychologie Atkinsonové a Hilgarda*. Praha: Portál.
- Novotný, J. (2013). *Sportovní antropologie*. Retrieved from  
[http://www.fsps.muni.cz/~novotny/SA\\_text.pdf](http://www.fsps.muni.cz/~novotny/SA_text.pdf)
- Pastucha, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing.
- Petránek, J., Březina, J., Břízová, E., Cháb, J., Loun, J., & Zelenka, P. (2016). *Encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba.
- Placheta, Z., Homolka, P., Kára, P., Novotný, J., Štejfá, M., & Siegelová, M. (1999). *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi*. Praha: Grada.
- Polar. (2017). Polar Heart Rate Zones. Retrieved from  
[http://support.polar.com/en/support/tips/Polar\\_Sport\\_Zones](http://support.polar.com/en/support/tips/Polar_Sport_Zones)
- Procházka, V. a J. B. (1975). *Základy horolezectví*. Praha: Olympia.

- Roberts, G. C. (Ed.). (2001). *Advances in motivation in sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics.
- Slepička, P., Hošek, V., & Hátlová, B. (2009). *Psychologie sportu*. Praha: Karolinum.
- Tanaka, H., Monahan, K., & Seals, D. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal Of The American College Of Cardiology*, 153–156.
- Tefelner, R. (2012). *Trénink sportovního lezce*. Morávka: Rock art publishing.
- Todd, D., Thatcher, J., & Rahman, R. (2012). *Psychologie sportu*. (N. Holt & R. Lewis, Eds.). Praha: Grada.
- Tomáš Perič, Levitová, A., & Petr, M. (2012). *Sportovní příprava dětí 2: zásobník cvičení*. Praha: Grada Publishing.
- Tvrzník, A., Soumar, L., Chára, M., & Michálek, T. (2012). *Běhání*. Praha: Grada Publishing.
- Vokurka, M., & Hugo, J. (2015). *Velký lékařský slovník*. Praha: Maxdorf.
- Vomáčko, L., & Boščíková, S. (2008). *Lezení na umělých stěnách* (2. vydání). Praha: Grada Publishing.
- Winter, S. (2004). *Sportovní lezení*. České Budějovice: Kopp.

## **10 PŘÍLOHY**

### *Seznam příloh:*

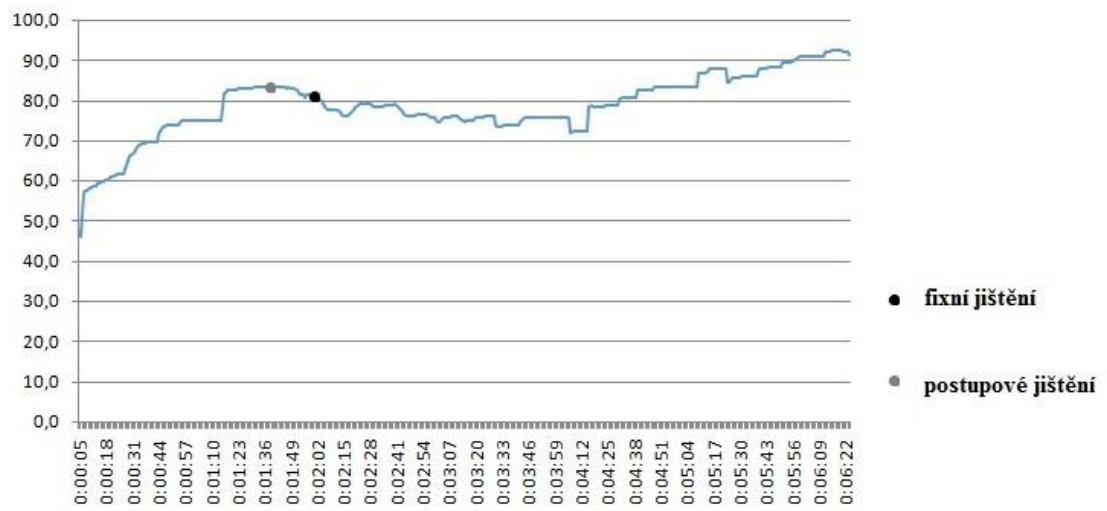
Příloha 1 Grafické znázornění záznamu HR lezce A

Příloha 2 Grafické znázornění záznamu HR lezce B

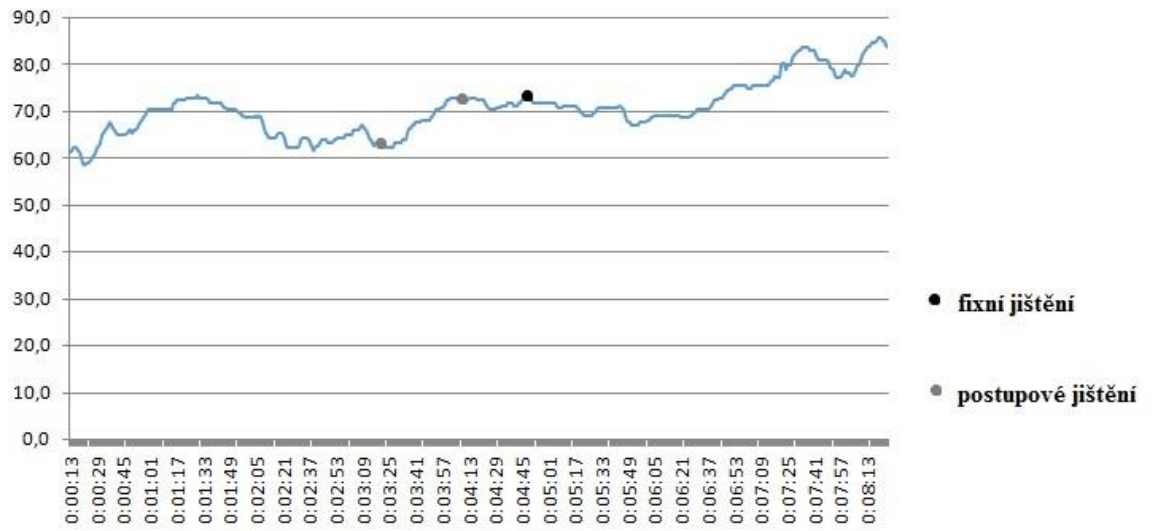
Příloha 3 Schematické znázornění výstupu se subjektivním posouzením lezce A

Příloha 4 Schematické znázornění výstupu se subjektivním posouzením lezce B

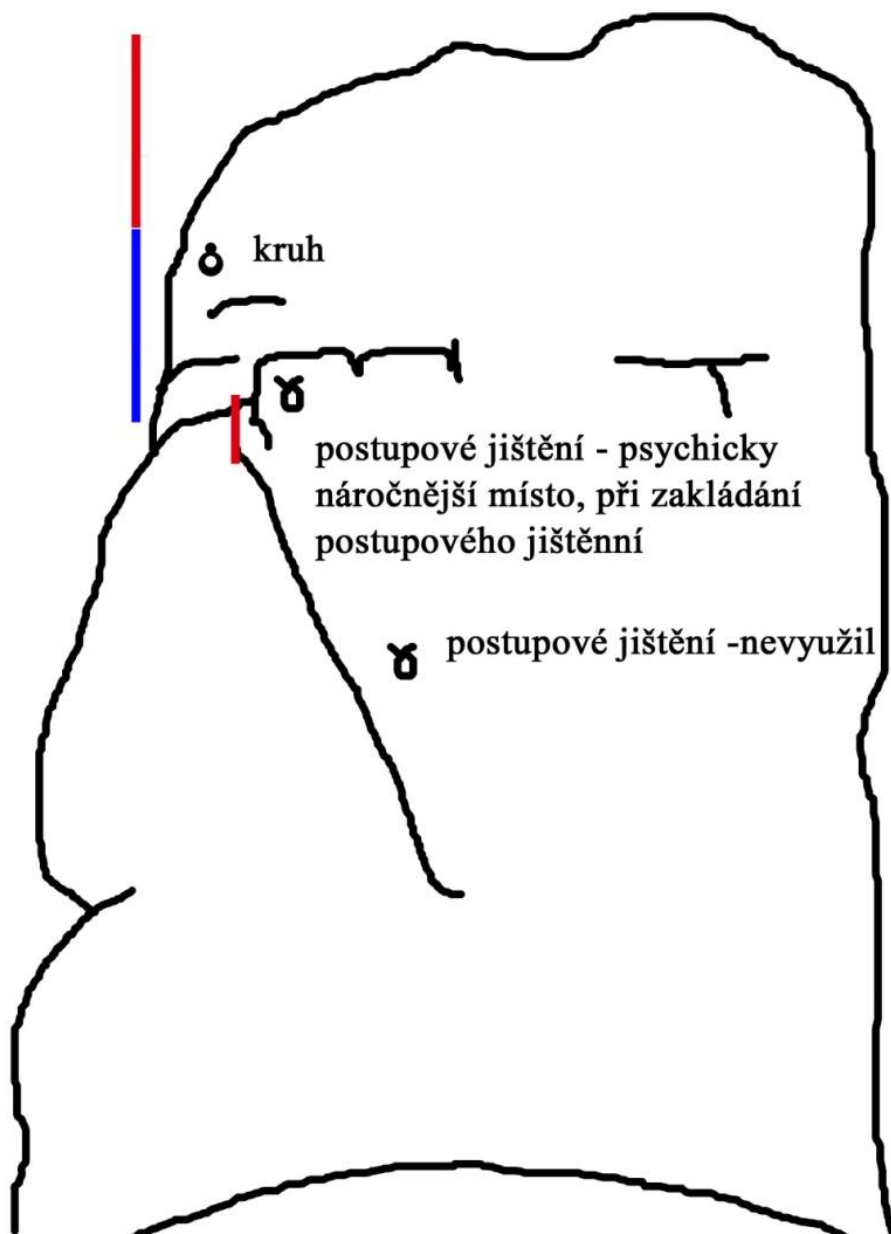
## Příloha 1 Grafické znázornění záznamu HR lezce A





## Příloha 2 Grafické znázornění záznamu HR lezce B



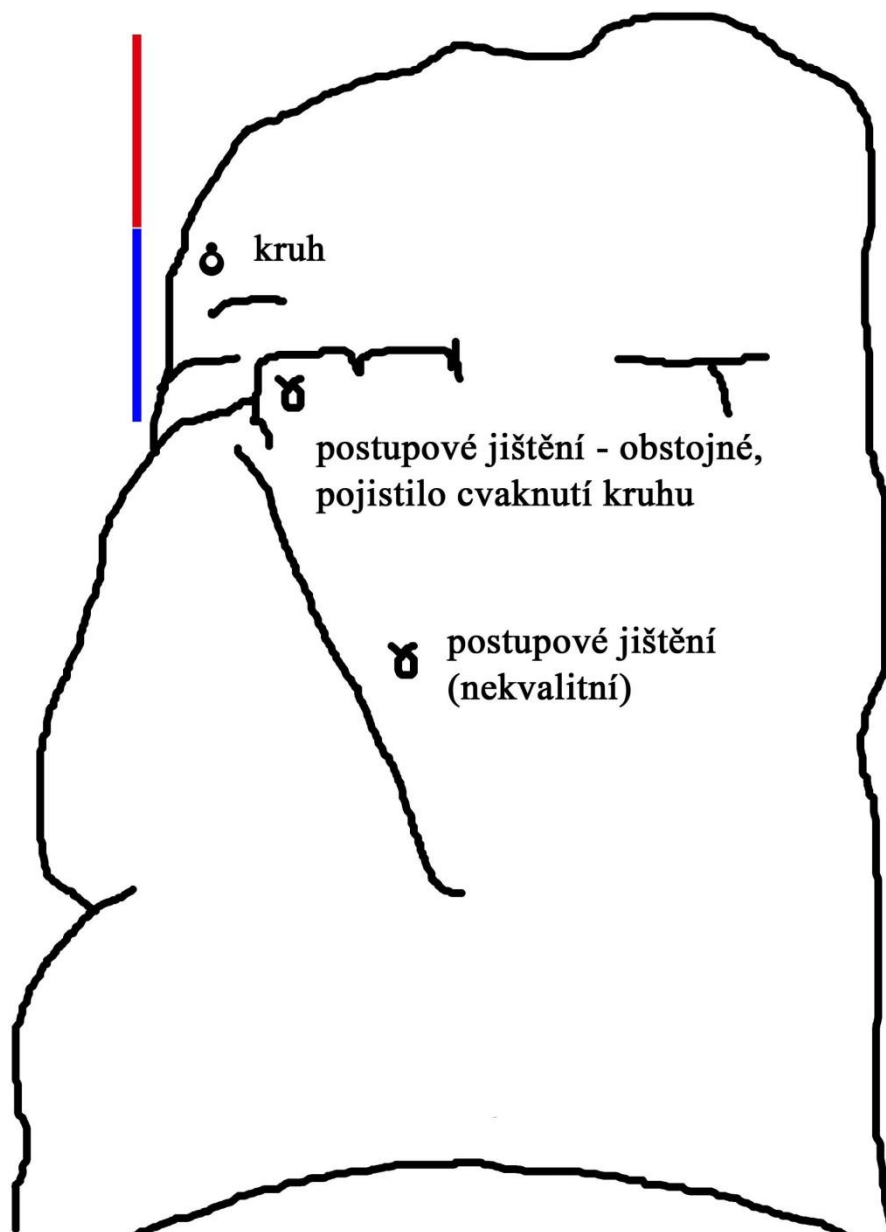
Příloha 3 Schematické znázornění výstupu se subjektivním posouzením lezcem A



 Psychicky náročný úsek

 Fyzicky náročný úsek

Příloha 4 Schematické znázornění výstupu se subjektivním posouzením lezcem B



Psychicky náročný úsek (přibližně metr nad kruhem).  
Nižší kvalita horniny skála se drolila.

Fyzicky náročný úsek (původně zde bylo stavění tj.  
dopomoc dalším lezcem).