

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Mgr. Jan KOHOUTEK

**Laviny jako přírodní rizikový jev se zaměřením na začlenění
do výuky v rámci geografického vzdělávání**

Rigorózní práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Irena SMOLOVÁ, Ph.D.

Olomouc 2013

Prohlašuji, že jsem rigorózní práci vypracoval samostatně a veškeré použité zdroje jsem uvedl v seznamu literatury.

Harrachov, 30. prosince 2013

.....

podpis

Největší poděkování patří paní doc. RNDr. Ireně Smolové Ph.D. za cenné připomínky, podněty a rady při tvorbě rigorózní práce.

Dále bych chtěl poděkovat lavinovému preventistovi Horské služby ČR Pavlu Cingrovi, Mgr. Zdeně Flouškové – vedoucí knihovny KRNAPu ve Vrchlabí, Mgr. Michaele Lipenské, své rodině a kolegům z harrachovského okrsku Horské služby.

Tuto práci bych rád věnoval dvěma zasloužilým členům Horské služby a to panu Ing. Miloši Vrbovi a panu Jiřímu Vojtíškovi.

1 OBSAH

1	Obsah.....	5
2	Úvod	7
3	Cíle práce	8
4	Metodika práce.....	9
5	Sněhové laviny a jejich základní charakteristika.....	23
6	Lavinové ohrožení v České republice	33
6.1	Lavinové ohrožení v Krkonoších	33
6.2	Lavinové ohrožení v ostatních pohoří České republiky	50
7	Laviny v Krkonoších	55
7.1	Lavinové dráhy české části východních Krkonoš	60
7.2	Lavinové dráhy české části západních Krkonoš	74
7.3	Analýza lavinové situace v české části Krkonoš v letech 1961 - 2009	81
7.3.1	Počet lavin v jednotlivých sezónách za období 1961/62 – 2008/09	81
7.3.2	Lavinová aktivita jednotlivých lavinových drah.....	83
7.3.3	Lavinová aktivita v jednotlivých měsících	86
7.3.4	Zhodnocení délky období mezi pádem první a poslední laviny	86
7.3.5	Charakteristika rozměrů lavin	88
7.3.6	Další charakteristiky klasifikace lavin v období	91
8	Monitoring a prevence lavinového rizika	94
8.1	Monitoring lavinového rizika v ČR a ve světě.....	94
8.2	Prevence lavinového rizika – stupně lavinového nebezpečí	96
8.3	Další preventivní opatření	99
9	Případová studie – lavinová oblast Kotelní jámy	102
10	Zařazení problematiky lavin a lavinového ohrožení jako tématu v RVP G v předmětu zeměpis 112	

10.1	Analýza geografických učebnic se zaměřením na reflexi lavin a dalších přírodních rizikových jevů (učebnice používané v ČR a vybraných evropských zemích)	113
10.2	Didaktická analýza učiva	118
10.2.1	Příprava na hodinu zeměpisu - Základní informace o lavinách.....	118
10.2.2	Příprava na hodinu - Prevence lavinového rizika, první pomoc v případě lavinové nehody.....	119
10.2.3	Příprava na hodinu - Laviny v České republice.....	121
10.2.4	Příprava na hodinu - Fyzicko – geografická charakteristika lavinové oblasti Kotelní jámy 122	
10.3	Pracovní listy pro jednotlivě navržené vyučovací hodiny.....	124
10.4	Návrh tras pro terénní geografickou exkurzi.....	134
11	Závěr	144
12	Shrnutí	147
13	Summary.....	148
14	Seznam použité literatury	149

2 ÚVOD

Sněhové laviny jsou přírodním jevem, který neodmyslitelně patří do horské přírody. I v českých horách, které nedosahují takových nadmořských výšek jako Alpy nebo Karpaty, jich za jednu zimní sezónu sjede několik desítek. Také počty obětí nebo lidí, kteří byli nějakým způsobem zasaženi lavinou na území České republiky, nejsou nijak zanedbatelné, což nám dokazují statistiky Horské služby.

První záznamy o činnosti lavin pocházejí ze středověku a do dnešních dnů se dochovali v kronikách. Černým dnem v historii lavinové záchrany v ČR je 20. 3. 1968, kdy na polsko – české hranici v Krkonoších zahynulo pod lavinou 19 osob, což je na podmínky středoevropských středohor zcela výjimečné číslo, které bychom předpokládali spíše pro oblasti těch nejvyšších evropských velehor.

V dnešní době, pod vlivem zvýšeného nárůstu pronikání lyžařů do nejodlehlejších částí hor a ve většině případech nelegálních sjezdů lavinových svahů v rámci tzv. volného lyžování, dochází opět k prudkému nárůstu lavinových nehod a nebo alespoň k vyvolání lavin vlivem člověka.

I přes řadu lavinových kurzů a seminářů, které pořádají různé akreditované organizace i cestovní agentury, a informací, které jsou snadno dostupné například pomocí internetu, kde lze získat i podrobné lavinové předpovědi pro dané horské oblasti v ČR, přichází řada lidí na tyto lavinové svahy prakticky nevybavena. Předložená rigorózní práce je příspěvkem ke studiu lavin a aplikace poznatků do pedagogické praxe.

Těžištěm práce je vlastní aplikace do vzdělávacího procesu s návrhem možného začlenění do výuky zeměpisu (geografie) na gymnáziích, víceletých gymnáziích a ostatních středních školách. Pozornost je věnována nutným znalostem a dovednostem, jako jsou například předvídání vzniku lavinového nebezpečí, postup v případě lavinové nehody, používání lavinového vybavení a řada dalších věcí, které jsou nutné pro bezpečný pohyb v zimním horském prostředí. Jelikož následky setkání nedostatečně zkušených a informovaných lidí s lavinou bývají zpravidla velice tragické a postižení jsou vůči těmto přírodním jevům prakticky bezbranní.

Sněhové laviny by se člověk měl naučit chápat jako zcela přirozenou součást horské přírody, kdy za předpokladu respektování určitých pravidel může obdivovat jejich krásu a také jejich stopy, které po sobě v horském prostředí po tisíce let zanechávají a budou zanechávat i nadále.

3 CÍLE PRÁCE

Rigorózní práce má jeden cíl hlavní tři cíle dílčí.

Hlavním cílem práce je přenesení některak jednoduché problematiky lavin a lavinového rizika do výuky zeměpisu (geografie) na gymnáziích, víceletých gymnáziích a ostatních středních školách prostřednictvím vytvoření modelových vyučovacích jednotek včetně navržení powerpointových prezentací, pracovních listů a vytvoření návrhů, jednodenních terénních exkurzí v regionech, které jsou svým charakterem přírodního prostředí nejvíce vhodné pro terénní výuku tematiky lavinového rizika.

Dílčími cíli práce jsou pak podrobné zhodnocení sněhových lavin jako rizikového svahového pochodu, prezentace jejich činnosti v pohořích na území České republiky s důrazem na činnost v Krkonoších vzhledem k dominantní roli aktivity lavin tohoto pohoří na území České republiky. Druhým dílčím cílem je základní analýza a hodnocení systému monitoringu a prevence lavinového rizika zejména v České republice ale i v zahraničí, včetně zmínění řady historických skutečností a faktů, které sehráli roli při formování této metodiky a třetím cílem analyzovat a detailně charakterizovat laviny jako rizikové jevy na příkladu modelové lokality glaciálních karů Kotelní jámy v Krkonoších.

4 METODIKA PRÁCE

Zhodnocení použité literatury a dalších informačních zdrojů

Při zpracování této rigorózní práce byla používána odborná literatura, která je veřejně publikovaná, tak i literatura nepublikovaná, která slouží k interním účelům Horské služby. Odborná literatura byla používána prakticky ve všech kapitolách této práce, nejvíce však v kapitolách, které se týkají všeobecných informací o lavinové problematice.

Používanou odbornou literaturu lze rozdělit do tří základních skupin. První skupina se věnuje problematice sněhové pokrývky, vzniku lavin a jejich evidenci (literatura používaná k lavinové evidenci je podrobně popsána v následující části metodiky práce věnující se analýze sněhových lavin). Druhá skupina se zabývá lavinovou prevencí a třetí skupina odborné literatury je využívána v části zařazení lavinové problematiky do edukačního procesu a také v případové studii lavinové oblasti Kotelních jam.

Do první skupiny odborných prací lze zařadit především práce autorů Ing. Miloše Vrby a Valeriána Spusty, kteří se na lavinové problematice podíleli celou řadou odborných prací. V případě M. Vrby musím zmínit publikaci *Zimní nebezpečí v horách* (spoluautorem je I. Houdek), která ačkoliv pochází z roku 1953, neztratila nic na aktuálnosti a jedná se o publikaci, která svou propracovaností a obsahem daného tématu, podle mého názoru, dodnes nebyla v českém prostředí překonána. Oba autoři patřili k našim nejlepším lavinovým odborníkům své doby a v případě M. Vrby také ve světových vědeckých kruzích (člen Mezinárodní glaciologické společnosti). M. Vrba je také, první který s problematikou lavin ale i studiem sněhové pokrývky (studium a fotografie sněhových krystalů) v Čechách i na Slovensku začal a podílel se též na přijetí tehdy ještě československé Horské služby do Mezinárodní komise pro alpské záchranářství (IKAR), která sdružuje všechny významné světové horské záchranné služby.

Zcela zásadní pro čerpání informací jsou *Lavinové katastry* za určitá časová období publikované ve sbornících krkonošských prací (*Opera Corcontica*), které několik desítek let zpracovával nástupce v lavinové problematice obou výše zmíněných autorů V. Spusta spolu s RNDr. Milenou Kociánovou (viz. text níže). Lavinovým katastrem rozumíme soubor dokumentace o sněhových lavinách na území sledovaného horského pásma. Je to systematické uspořádání všech zjištěných a nově zjišťovaných údajů o pravidelných, občasných i náhodných sesuvech lavin. Především jde o správné místopisné určení a zakreslení lavinového pole do mapy pohoří, dále o zhotovení dokumentačních souborů hydrometeorologických, historických a protokolárních, které sledují došlo-li v lavině ke ztrátám na životech nebo ke zničení objektů a lesů (Vrba & Spusta, 1975).

Údaje o lavinách se systematicky dlouhodobě shromažďují pro účely sledování „chování“ lavin. Shromažďování údajů o lavinové činnosti je činností dlouhodobou, aby z ní bylo možné formulovat obecně platné závěry. Jednou z nejzajímavějších sledovaných charakteristik je ověřování opakovatelnosti jevů. Jedná se o opakované sesuny lavin na jednotlivých lavinových drahách v určitých fázích zimního období. Vyjasnění vzájemných vztahů těchto jevů, ač jsou velice komplikované, se uplatňuje při ochraně návštěvníku v horách, posuzování staveb nových objektů, komunikací a sportovních zařízení a rovněž při plánování v horském lesním hospodářství.

V první skupině odborné literatury se objevují práce často také zaměřené na vlastnosti sněhové pokrývky ve vazbě na reliéf. Této problematice se z velké míry věnují práce jejichž hlavním tématem je protilavinová ochranná funkce lesa, např. práce Midriak (1979), Bukovčan (1960), Plesník (1971) či Ragaz (1972).

Jednou ze základních prací, týkající se klasifikace a základnému rozdělení lavin, je „*Schneedecke und Lawinenbildung*“ M. Quervaina (1969), která vznikla na Institutu pro sních a výzkum lavin v Davosu. Z novějších prací se tomuto tématu věnuje například Münter (2003).

Z použitých případových studií je často zmiňovaným autorem J. Jeník (1958, 1961, 1997), který se ve svých pracích zaměřuje na lavinovou problematiku v českých pohorích v souvislosti s botanikou. Z dalších pak například práce J. Šebesty (1977, 1978), který se zaměřoval na problematiku nivační modelace reliéfu. Jednou z nejnovějších použitých studií je práce J. Blahůta související z využitím geografických informačních systémů z roku 2008 „*Mapa náchylnosti terénu Krkonoš ke vzniku lavin vytvořená pomocí nástrojů GIS a statisticko – pravděpodobnostních metod*“.

Části rigorózní práce týkající se historických faktů lavinové problematiky čerpají informace z prací Vrby (1969, 2003) a Kovaříka (2008). Z používaných časopisů je čerpáno z archivu časopisu *Krkonoše a Jizerské hory* vydávaném jako měsíční periodikum správou Krkonošského národního parku ve Vrchlabí.

Do druhé skupiny prací zabývajících se zejména lavinovou prevencí, lze řadit práce M. Bíci (1996), který sestavil společně s dalšími spoluautory *Učebnici pro záchranné zdravotnické služby v ČR*, která je určena mimo jiné k teoretické přípravě budoucích členů Horské služby. Dalším často využívaným zdrojem v této skupině je časopis *Snow* a v něm uveřejněné články M. Buličky (2009, 2010, 2011, 2012). Tento autor, který působí jako profesionální horský vůdce, publikuje články, které jsou nejčastěji zaměřené na nejnovější trendy v bezpečnosti pohybu v horách a rozpoznávání

lavinového rizika. Ze zahraničních autorů jsou využívány práce W. Pohla a CH. Schellhammera (2004) nebo D. McClunga a P. Schaerera (2006).

Ze zdrojů zabývajících se lavinovou prevencí nelze také opomenout materiály a mé vlastní zápisky z přednášek M. Schmoranze (2012) a P. Cingra (2011). V rámci rešerší části práce byly využívány poznatky i ze závěrečných prací studentů, příkladem je na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci obhájená práce na téma Příspěvek se studiu lavin v Jeseníkách (Navrátil, 2005).

Ve třetí skupině odborných prací byly čerpány informace z tematicky rozdílných zdrojů. Z prací použitých v rámci zařazení tématu sněhových lavin do edukačního procesu jsou to autoři J. Dvořák, Z. Wagnerová (1994), jejichž studie byla využita v případové studii Kotelních jam a dále práce Máchala (2007) a Řezníčkové (2008). K čerpání informací o způsobech a metodách hodnocení geografických učebnic jsou využívány práce Průchy (1989), Wahly (1983) a Zujeva (1986).

V rigorózní práci je ve velké míře využíváno také informací z internetových zdrojů. Příkladem je internetový portál Horské služby České republiky (www.horskaslužba.cz), kde lze mimo jiné získat aktuální lavinovou situaci a také prognózu lavinového nebezpečí na území České republiky. Jedná se o jediný internetový zdroj v ČR, kde jsou tyto informace dostupné. Pro získání celé řady informací jsou využívány také internetové stránky Klubu Alpy4000 (www.alpy4000.cz), který sdružuje zájemce o vysokohorskou turistiku a horolezectví. O jejich rozvoj se stará jeden z našich nejuznávanějších horských vůdců Viktor Kořízek, který zároveň spolupracuje jako člen Horské služby na metodice lavinové prevence v Krkonoších. Z cizojazyčných internetových portálů je profesionálně zpracovaný portál Evropského lavinového varovného servisu EAWS – European Avalanche Warning Services (www.avalanches.org), který sdružuje odkazy na organizace zabývající se lavinami v evropských zemích.

Systematický výzkum vlastností sněhu a lavin začal v Krkonoších v roce 1954 v Peci pod Sněžkou. Před tímto datem se strohé informace o lavinách objevovaly v českých i německých turistických průvodcích, které na toto riziko v Krkonoších upozorňovali, nebo v přírodovědných člancích či publikacích.

Prvními lavinovými pracovníky v Krkonoších se stali Ing. Miloš Vrba a Ing. Bedřich Urbánek, kteří měli za úkol zkoumat a měřit fyzikální a mechanické vlastnosti sněhové pokrývky za účelem stanovení metodiky pro předpovídání sesunu sněhových lavin (Vrba, 2003). Tito dva příslušníci krkonošské horské služby začali se svým výzkumem ve velice primitivních podmínkách na zotavovně

Obzor poblíž Hnědého vrchu nad Pecí pod Sněžkou. Na nedaleké louce, kterou viditelně ohraničili, vybudovali stálou pozorovací stanici s meteorologickými registračními přístroji. V tomto prostoru po celou zimu každý druhý den kopali jámy do sněhu až k terénnímu podkladu a vyhodnocovali všechny dostupné údaje o sněhové pokrývce, sněhových krystalech, počasí a jejich vzájemnému působení. Ve dnech volna zajížděli do lavinových katastrů, kde prováděli měření srovnávací.

Podařilo se jim objevit do té doby netušené souvislosti, zvláštnosti dané klimatickými a zeměpisnými podmínkami středohor, jakými Krkonoše jsou. I v češtině zavedli výrazy pro jevy do té doby neznámé a proto nepojmenované. Z dostupné literatury v těch dobách nemohli prakticky využít nic. Na radu univerzitního profesora Kuského získali dvě německé publikace z let 1940 a 1942, které vydal Švýcarský ústav pro výzkum sněhu a lavin v Davosu, které se jim stali vodítkem v prvních fázích výzkumu. Zejména Ing. Miloš Vrba se časem stal mezinárodně uznávaným lavinovým odborníkem, který je autorem více jak šedesáti publikací a článků o sněhu a lavinách z nichž mnohé byly publikovány v mnoha zemích Evropy. Jako jediný Čech byl také členem velice prestižní Britské (později Mezinárodní) glaciologické společnosti v Cambridgi, která sdružovala všechny významné světové glaciology a kde vedl řadu velice kvalitních přednášek a terénních seminářů ve skotských horách.

V dalších letech se krkonošskými lavinami začal zabývat další pracovník krkonošské horské služby Valerian Spusta. Společně s M. Vrbou jako první zpracovali dlouholeté záznamy o sesunech lavin, což vyústilo k sestavení kompletního lavinového katastru Krkonoš, který poprvé publikovali roku 1975 ve sborníku krkonošských vědeckých prací Opera Corcontica. Valerian Spusta provádí monitoring krkonošských lavin již 45 let a je v tomto oboru stále velice aktivní. Zatím poslední publikování aktualizovaného lavinového katastru bylo v roce 2006.

Velkým počinem pro monitoring lavin a ochranu před jejich účinky, bylo založení střediska lavinové prevence v roce 1972. Bylo to v domě Horské služby ve Špindlerově Mlýně, kde sloužili speciální lavinový pracovníci V. Spusta, M. Soukup a W. Berger. Jako terénní stanice, kde probíhalo měření vlastností sněhové pokrývky, sloužily Luční bouda a Dvoračky.

V současné době mají Krkonoše dva lavinové specialisty: Pavla Cingra a Viktora Kořízka, kteří pokračují v práci svých předchůdců. Lavinová prevence je také pravidelnou součástí práce všech členů Horské služby ČR.

Na polské straně hor se začalo se sledováním lavin o mnoho let později než na českém území. Stalo se tak bezesporu v důsledku lavinového neštěstí v Białym Jaru, kde v roce 1968 bylo lavinou

strženo a následně zasypáno 21 osob, z nichž 19 přišlo o život. V roce 1970 začíná systematicky sledovat laviny člen polské horské služby GOPR (Górskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe) W. Siemaszko. V současné době se lavinám věnuje Andrzej Brzeziński, který je i autorem několika metodických publikací a textů pro členy GOPR.

Pro vznik práce měly také velký význam vlastní poznámky a zápisky z absolvovaných lavinových školení a seminářů, kterých se mi za několik uplynulých let podařilo nashromáždit poměrně velké množství.

Metodika sestavení analýzy sněhových lavin v české části Krkonoš

Na základě *Mezinárodní klasifikace lavin*, naposledy upravené v roce 1973, byla v rámci této práce provedena analýza lavinové situace v české části Krkonoš v různých časových obdobích závislejících na množství a kvalitě dostupných údajů. Jako podklady pro tuto kapitolu byli použity lavinové katastry publikované ve sbornících Krkonošských prací *Opera Corcontica* zpracované M. Vrbou, V. Spustou (1975), V. Spustou, M. Kociánovou (1998), V. Spustou sen., V. Spustou jun., M. Kociánovou (2003), materiály poskytnuté P. Cingrem z ústředí Horské služby ve Špindlerově Mlýně, které dosud nejsou nikde publikovány a vlastní zápisky a materiály. V této kapitole došlo ke spojení údajů pocházejících z lavinových katastrů jednotlivých období navzájem s údaji novějšími z ústředí Horské služby ve Špindlerově Mlýně. Období, pro které byla analýza vytvořena, zahrnuje ve většině případů období let 1961 – 2009, vždy vztahováno k zimní sezóně. tj. 1961/1962 až 2008/2009. Počátek období je stanoven s ohledem na dostupnost dat na sezonu 1961/1962, kdy se v Krkonoších začalo se systematickým zaznamenáváním lavinové situace v jednotlivých zimních sezónách.

Novější data po roce 2010 jsou pro analýzy obtížněji využitelná, protože v souvislosti s personálními změnami u Horské služby došlo k jiné metodice sběru dat a současný způsob evidence pro potřeby rigorózní práce neodpovídal. U některých vybraných charakteristik sněhových lavin je sledované období i kratší, než je výše uvedeno a souvisí to opět s omezenou dostupností údajů. Pro potřeby prezentace činnosti sněhových lavin v Krkonoších by však všechny uvedené charakteristiky v této práci měly být dostačující.

Výsledné grafy vycházející z výše uvedených zdrojů jsou vypracovány na základě vlastní analýzy.

Terénní výzkum

Z hlediska terénního výzkumu jsem měl jako člen Horské služby velkou výhodu. Tato výhoda spočívala v tom, že řadu potřebných poznatků o činnosti lavin a řadu fotografického materiálu, jak ze zimního tak z letního období, jsem již měl z předchozích let, kdy jsem je nashromáždil v průběhu plnění služeb v terénu. Nebylo tedy nutné, začít s podrobným terénním výzkumem až z důvodu vzniku této práce.

Výjimku tvoří podrobný terénní výzkum v oblasti Kotelních jam, který byl nezbytný pro vznik kapitoly č. 9. Případová studie – lavinová oblast Kotelní jámy. Tento výzkum probíhal na podzim 2012 za použití horolezeckého vybavení a vznikla z něj mimo jiné i celkem rozsáhlá fotografická dokumentace s netradičními záběry z této oblasti, která je zahrnuta do příloh této práce (příloha č. 9).

Metody testování stability sněhového profilu

Lavinové nebezpečí velmi narůstá, jsou-li uvnitř sněhového profilu přítomny tzv. problematické vrstvy tvořené druhy sněhu jako je hranatozrnitý sníh, pohárkové krystaly nebo výrazné ledové vrstvy (Cingr, 2011). Tyto vrstvy slouží jako velmi dobré smykové plochy pro potenciální vznik laviny, protože dosahují pouze minimální soudržnosti jak s ostatními druhy sněhu tak i mezi sebou.

Obr. č.1: Sněhový rastr sloužící k určení druhu a velikosti sněhových krystalů v terénu (Alpy4000, 2012)

Druhů terénních testů stability sněhového profilu je celá řada, kdy se liší jejich praktické provádění jak v jednotlivých zemích tak i v samotných pohořích. O použití druhů testů rozhoduje jednak metodika či koncepce výzkumu lavin v dané oblasti či zemi a také místní přírodní podmínky, které jsou pro danou oblast charakteristické. V následujícím textu jsou popsány testy sněhového profilu, které jsou prováděny Horskou službou ČR při terénním vyhodnocování lavinové situace nebo které jsem pokládal za nejlépe použitelné v závislosti na zimních podmínkách našich pohoří.



Sněhový profil slouží k rozpoznání hned několika již výše zmíněných faktorů nezbytných pro správné odhadnutí hrozícího lavinového nebezpečí. Nejdůležitějším faktorem je však tvrdost jednotlivých sněhových vrstev. Druh a velikost sněhových krystalů se zjišťuje v terénních podmínkách pomocí lupy a speciálních sněhových rastrů (viz. obrázek č. 1). Hodnota teploty sněhu se měří pomocí speciálního sněhového teploměru. Všeobecně platí, že čím větší rozdíly jsou v jednotlivých sledovaných faktorech mezi jednotlivými vrstvami sněhu, tím je riziko vzniku lavin větší.

Test tvrdosti sněhového profilu

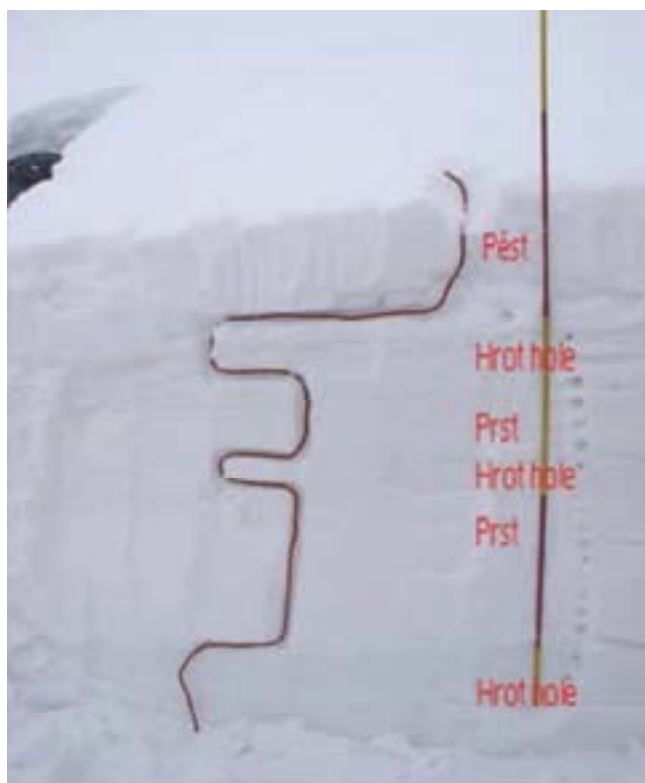
Za nejdůležitější test stability sněhové vrstvy na horských svazích se považuje **test tvrdosti** jednotlivých sněhových vrstev, protože právě výrazné rozdíly v tvrdosti těchto vrstev výrazně zvyšují riziko vzniku lavin. Test tvrdosti patří také k testům nejjednodušším, které lze v terénu provádět. Ve většině případů měření lavinového nebezpečí za tímto testem následuje test Klouzavý blok (viz. další text).

Pro tento test využíváme jámu zhotovenou pro odkrytí sněhového profilu, kdy jednu stěnu jámy, nejlépe zastíněnou, zbavíme nejčastěji pomocí lopaty všech nerovností. Odlišnou tvrdost sněhových vrstev zkusíme nejlépe v tenké rukavici pro zamezení ovlivnění výsledků teplem ruky. Je

Obr. č. 2: Autor při realizaci testu tvrdosti sněhového profilu na hraně Labského dolu 1. 5. 2012.(foto: M. Ťoková, 2012)



Obr. č. 3: Vyznačení odlišné tvrdosti sněhových vrstev (zdroj: Lienerth & Nádvořník, 2004)



nezbytné, aby svah kde výkop provádíme byl co nejbezpečnější z hlediska možného pádu lavin.

Při testu postupujeme od z hora dolů sněhovým profilem, kdy se do jednotlivých sněhových vrstev, které si pro lepší orientaci můžeme zvýraznit vyrytými vodorovnými čarami, snažíme zasunout určité části dlaně: pěst, čtyři prsty, jeden prst a stanovené předměty: tužka (lze nahradit hrotem lyžařské hole), nůž. Pokud je vrstva tvořena ledem, je označována jako neprůrazná ledová vrstva (Lienerth, 2007).









Je vhodné si na stěnu jámy vyznačit pomocí pěti svislých čar rastr. První z čar přiřadíme stupeň tvrdosti pěst a každé další přiřadíme o stupeň vyšší hodnotu. Následně na každé sněhové vrstvě změříme porovnávací metodou (viz. obrázek č. 3) tvrdost a zaznačíme jí do rastru. Po posouzení celé výšky sněhového profilu všechny výsledné body spojíme (viz. obrázek č. 4) a vznikne nám graf tvrdosti sněhového profilu. Jako kritickou situaci soudržnosti sněhových vrstev označujeme stav, kdy je rozdíl tvrdosti mezi jednotlivými vrstvami více jak tři stupně tvrdosti (Cingr, 2011).



Pro prevenci lavinového rizika není důležité pouze zveřejnění informace o aktuálním stupni lavinového nebezpečí, ale i zveřejnění grafického záznamu, který názorně vyjadřuje přibližnou tvrdost (stabilitu) sněhového profilu, kde nejčastější sněhové profily dělíme do třech skupin dle velikosti rizika vzniku sněhových lavin. Jednodušší znázornění s rozdělením do výše zmíněných skupin uvádím v tabulce č. 1, komplexnější záznam vlastností sněhové pokrývky pak jako přílohu č. 5.

U grafů tvrdosti sněhového profilu všeobecně platí:

- čím plynulejší přechod tvrdosti ve sněhových vrstvách, tím se zatížení na tyto vrstvy plynuleji přenáší
- jako stabilnější označujeme sněhový profil, který je tvoře vrstvami ve spodní části měkčími, které postupně přecházejí v tvrdší, což opět znamená lepší přenos zatížení
- u všech grafů je třeba dbát na zvýšenou pozornost při výskytu výrazných přechodů (skoků) v tvrdosti sněhového profilu

Tab. č. 1: Grafické znázornění a slovní popis tvrdosti sněhových profilů se zvýrazněnou polohou nestabilní vrstvy (upraveno dle: Cingr, 2011)

Stabilní profily	
	Sněhové vrstvy postupně zvyšují svojí tvrdost a působí na ně plynulé zatížení. Bezpečnostně ideální situace.
	Kompaktní sněhový profil, který se vyznačuje stejnou tvrdostí v celém spektru. Problém může nastat v případě přenosu zatížení na podklad (např. při podmáčení v jarních měsících)
Středně stabilní profily	
	Postupné zvyšování a následné snižování tvrdosti sněhového profilu. Problémová je nejvíce spodní část profilu.
	Postupné zvyšování tvrdosti směrem k horní části sněhového profilu s výrazným rozdílem ve spodní části – problémová spodní část profilu.
	Postupné snižování tvrdosti sněhových vrstev s výrazným skokem v horní partii sněhového profilu. Problematická je jak horní tak i spodní část profilu.
Nestabilní profily	
	Výrazná změna tvrdosti ve vnitř sněhového profilu – kritické místo pro přenos zatížení.
	Velice nebezpečná situace, kdy jsou na nesoudržné vrstvě uvnitř sněhového profilu uloženy větrem utemované sněhové desky tvořené tvrdým sněhem. Nesoudržné vrstvy uvnitř sněhového profilu jsou důsledkem dlouhodobě nízkých teplot vzduchu.
	Velký skok tvrdosti uvnitř sněhového profilu. Situace typická při sněhových vánicích , kdy se na staré tvrdé vrstvě sněhu ukládá velké množství sněhu nového.

	<p>Výrazná změna tvrdosti uvnitř sněhového profilu, která vzniká na základě odtávajícího sněhu v blízkosti půdního podkladu, nebo naopak vlivem dlouhotrvajících mrazů a vzniku tzv. plovoucího silně přemrzlého sněhu ve spodu sněhového podkladu. Velice špatně rozpoznatelná situace vzhledem k ukrytí nestabilních sněhových vrstev ve spodu sněhového profilu.</p>
	<p>Shodná a výrazně slabá tvrdost sněhu v rámci celého sněhového profilu. Podmínky vzniku lavin jsou velmi závislé na celkové výšce sněhové pokrývky. Jedná se zpravidla o nový sníh napadaný přímo na půdní kryt (první zimní vánice).</p>

Zdroje dat: upraveno dle: Lienhert, 2009; Lavinové. Info, 2012

Klouzavý blok

Jednoznačnou předností tohoto testu je jeho způsob provedení, kdy oproti ostatním testům stability je zatížení sněhového profilu při tomto testu prováděno pomocí skutečné váhy pohybujícího se lyžaře a je tedy velice vypovídající vzhledem ke skutečnému zatížení působícím na sněhovou pokrývku na konkrétním lavinovém svahu.

Při praktické realizaci testu je nutné vyhloubení jámy o šířce délky lyží (je možné využít jámu vyhloubenou pro test tvrdosti sněhového profilu) a hloubce až na půdní podklad. Lienhert (2009) uvádí, že hloubka jámy má být pouze do velikosti postavy. Po stranách jámy vykopeme bočné příkopy cca 1,5 m směrem do svahu, které mají shodnou hloubku jako hlavní jáma (lze měřit pomocí lyžařských holí). Posledním krokem před vznikem potřebného sněhového „pokusného“ bloku je odříznutí zadní stěny pomocí sněhové pyly nebo lana (Cingr, 2011).

Obr. č. 4: Provádění testu Klouzavý blok (zdroj: Lienherth & Nádvorník, 2004)



Celý test je založen na selhání (sesunutí) sněhového bloku na základě působícího zatížení (viz. tabulka č. 2 a obrázek č. 4).

Tab. č. 2: Vyhodnocení lavinového rizika při testu klouzavý blok

Stupeň	Sesunutí bloku	Riziko
1.	Při kopání, nebo při odříznutí zadní stěny bloku	Vysoké
2.	Při vjetí lyžaře na blok	Vysoké
3.	Při zhrounutí lyžaře v kolenou (podobné dřepu)	Vysoké
4.	Při jednom mírném poskočení s lyžemi	Středně vysoké
5.	Při opakované skoku lyžemi do stejného místa	Středně vysoké
6.	Při skoku bez lyží, nebo s lyžemi o cca.35 cm níže, než při prvním skoku	Nízké
7.	Uvolnění bloku není možné	Nízké

Zdroje dat: upraveno dle: Lienhert, 2009; Lavinové. Info, 2012

Klepací test

Z hlediska náročnosti jednotlivých terénních testů je tento test považován za jeden vůbec z nejjednodušších na přípravu i samotné provedení.

Pro tento test je možno použít jámu po testu tvrdosti sněhových vrstev nebo jámu novou. Ve vzniklé jámě vypreparujeme v jedné ze stěn sněhový blok, jehož rozměry jsou totožné s velikostí používané sněhové lopatky. Zadní stranu sněhového bloku odřízneme stejným způsobem jako při testu Klouzavý blok pomocí sněhové pily nebo horolezeckého lana malého průsvitu. Stěny sněhového bloku musí být zarovnané a svislé.

Na vrchol sněhového bloku položíme sněhovou lopatku a zahájíme samotný test pomocí poklepů ruky na lopatu. Na začátku testu provedeme 10 krát poklep zápěstím. Po té 10 krát poklep předloktím a jako poslední následuje poklep 10 krát celou paží. Pro správné vyhodnocení testu je

důležité zachycení okamžiku naprasknutí nebo samotné zborcení sněhového bloku na potencionální kritické mezivrstvě. Pro její přesnou lokalizaci je důležité zachytit právě okamžik prvního naprasknutí (Lienhert, 2009).

Tab. č. 3: Vyhodnocení Klepacího testu

Narušení – zborcení bloku	Míra rizika
V průběhu poklepů zápěstím	Vysoké
V průběhu poklepů předloktím	Zvýšené
V průběhu poklepů celou paží	Malé

Zdroje dat: upraveno dle: Lienhert, 2009

Kladivová sonda

Tento test je vzhledem k používanému technickému vybavení praktikován v našich podmínkách pouze členy Horské služby, kteří jsou k tomuto testu patřičně vybaveni a vyškoleni. Základem je tzv. Sonda pro stanovení průnikového odporu sněhových vrstev zkráceně označovaná jako kladivová sonda.

Původně švýcarská technologie byla v padesátých letech upravena M. Vrbou, který ji jako první používal v rámci lavinové prevence Horské služby v Krkonoších. Původní švýcarská masivní a pouze pro staniční účely použitelná sonda byla upravena i pro práci v exponovaných terénech (Vrba, 2003).

Kladivová sonda se skládá z několikadílné nastavitelné kovové tyče, zarážky a kladiva. Tyč je pomocí úderů vyvolaných spouštěním kladiva na zarážku postupně zarážena do sněhového profilu až do okamžiku dosažení půdního podkladu. Z celkového počtu provedených úderů kladiva, výšky, z jaké bylo spouštěno, a počtu centimetrů, o které tyč při nárazu kladiva pronikala do sněhu, se vypočítá tzv. průnikový odpor sněhu. Čím jsou jeho rozdíly mezi vrstvami sněhu větší, tím menší je jejich soudržnost a tím pádem i větší riziko lavinového nebezpečí (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006).

Rozhovor

Metoda rozhovoru byla v rámci této práce použita při zjišťování bližších informací o průběhu několika posledních zim z pohledu lavinové problematiky. Rozhovor proběhl v tomto případě několikrát s členem Horské služby ve Špindlerově Mlýně panem Pavlem Cingrem, který je zodpovědný za činnost střediska lavinové prevence v Krkonoších.

Metodika tvorby modelových vyučovacích hodin, powerpointových prezentací, pracovních listů a návrhů tras pro terénní geografické exkurze

Tato část práce patřila ke stěžejním. Jako jeden z největších problémů při zpracovávání této části práce se ukázalo, prezentovat tak obsáhlé a zajímavé téma lavin pouze do několika výukových jednotek a prezentací, aniž by nebyla narušena vypovídající hodnota o tomto tématu. Zároveň také, aby nedošlo k narušení koncentrace z důvodu přílišného zahlcení informacemi u středoškolské mládeže.

Při tvorbě modelových vyučovacích jednotek jsem tedy musel přistoupit k důsledné generalizaci tématu a snažit se v rámci těchto hodin prezentovat pouze to, co je z mého pohledu

nejdůležitější jak z hlediska prevence lavinového rizika, tak i to, co je důležité z pohledu lavin jako v našich podmínkách poměrně výjimečného a v horské přírodě zajímavého přírodního jevu.

Pro každou ze čtyř modelových vyučovacích jednotek trvajících standardních 45 minut je vytvořena jedna odpovídající powerpointová prezentace (příloha č. 9) spolu s pracovním listem, který má sloužit k zopakování a ověření znalostí z daného tématu. Pro lepší pochopení probírané látky jsou prezentace doplněny řadou fotografií a schémat, které by měly sloužit k jejich lepší prezentační schopnosti.

Při návrhu tras pro terénní geografické exkurze jsem vycházel z požadavku, aby studenti shlédli co možná nejvíce zajímavostí souvisejících s problematikou lavin za podmínky možnosti absolvování těchto tras i fyzicky méně vybaveným studentům, i když tento požadavek je v horském terénu značně problematické splnit. Trasy jsou v této práci popsány celkem tři, z toho jedna v zimních a dvě v letních měsících roku.

Metodika provedené analýzy geografických učebnic

V rámci této práce jsem se také zaměřil na analýzu vybraných středoškolských učebnic nebo učebnic pro víceletá gymnázia z České republiky, Slovenska a Polska. Předmětem analýzy bylo zhodnocení, zda učebnice obsahují tematiku lavin nebo jiné přírodní katastrofy, a jak dalece se touto tematikou učebnice zabírají. Analýze bylo podrobena 20 učebnic z těchto tří zemí a také v případě českých učebnic k nim několik odpovídajících učitelských příruček.

Důvodem k této analýze byl fakt, že učebnice je v systému všech pedagogických prostředků i v dnešní době stále nejdůležitějším prvkem a má tak funkci primární. Všechny ostatní pedagogické prostředky učebnice ve většině případů doplňují a mají tedy úlohu sekundární. Dle Wahly (1983) tyto sekundární prostředky tvoří:

1. Metodické pomůcky pro učitele – metodické příručky pro učitele, osnovy, příruční odborná literatura
2. Knihy a sešity pro žáky – všechny ostatní školní knihy (příručky, slovníky, pracovní sešity)
3. Vyobrazení a modely – (prostředky audiovizuální, mapové podklady, obrazy, schémata)
4. Přírodniny a demonstrační zařízení
5. Didaktická technika

Z uvedeného rozdělení pedagogických prostředků lze říci, že mnou provedená analýza se týká jak prostředků primárních tj. učebnice tak i částečně prostředků sekundárních (metodické příručky pro učitele, atlasy)

Z užitých metod jsem pro potřebu analýzy využil metod statistických, které dle Průchy (1989) pomocí různých statistických postupů zjišťují určité obsahové vlastnosti učebnice, a to na základě výskytu určitých zjišťovaných prvků. Těmito prvky mohou být jak verbální elementy, tak i elementy neverbální (např. obrazový materiál).

Analýze byly podrobeny všechny části učebnic (pokud je učebnice obsahuje), tj. jejich vnitřní struktura, kterou D. D. Zujev (1986) dělí do dvou skupin:

1. Výkladové texty s rozlišením:

- Základní text
- Doplnující texty
- Vysvětlující texty

2. Nevýkladové složky učebnice, ve kterých rozlišujeme:

- Aparát řízení procesu osvojování (otázky, úkoly, tabulky, odpovědi)
- Ilustrační materiály (ilustrace, obrázky, náčrty, schémata, fotografie, mapy apod.)
- Orientační aparát (předmluva, obsah, písmo, rejstříky, bibliografie apod.)

Předmětem analýzy tedy nebylo hodnocení účelnosti učebnic, či obtížnosti textů, či mnoha dalších běžně používaných charakteristik, ale pouze to, zda-li a případně v jakém rozsahu je přítomen hledaný prvek.

5 SNĚHOVÉ LAVINY A JEJICH ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA

Ve sněhové pokrývce probíhá neustálá činnost jako důsledek samotné váhy sněhové vrstvy, meteorologických podmínek, slunečních paprsků a také sklonu svahu i vlivů mechanických způsobených např. zvěří, lidmi a dalšími faktory. Tato neustále probíhající činnost sněhové vrstvy spočívá v přeměně sněhových krystalických struktur tzv. metamorfóze sněhu.

Metamorfóza sněhu (degenerace krystalických struktur) nastává ihned po dopadu sněhu na zem, samozřejmě pokud k ní neodcházelo již za průchodu atmosférou, a končí úplným rozpuštěním sněhové pokrývky (Digman, 2002). Jednou z nejdůležitějších podmínek krystalové přeměny je tlak vyvíjený na jednotlivé krystaly díky zvětšující se hmotnosti sněhové vrstvy a jejímu postupnému sesedání (diagenese sněhové pokrývky). Původně volnější prostor kolem sněhových krystalů se s přibývajícím vahou sněhové vrstvy zmenšuje a nutí tak sněhové krystaly, aby se zmenšili, ale zároveň nezměnili svůj celkový objem, což má za následek postupnou přeměnu krystalu na kulovitý tvar. Doba rozpadu sněhových krystalů je různá a závisí tedy na vlivech tepelných i mechanických, které představuje zejména již výše zmíněný tlak, vyvolaný vahou nového sněhu

Vliv teploty je také pro tvar sněhových krystalů jedním z nejdůležitějších. Všeobecně platí, že čím je nižší teplota prostředí, tím pomaleji probíhají degenerativní změny v původní struktuře sněhového krystalu a naopak. Vliv dalších faktorů, jako je sluneční svit a účinky větru, nejsou již tak významné (Houdek & Vrba, 1954).

Díky výše zmíněným procesům, které probíhají ve sněhové pokrývce, se mění původní tvar sněhových krystalů a nastává vznik mnoha odlišných druhů sněhu. Existuje více systémů používaných pro popis a rozdělení tvaru sněhových krystalů. Horská služba ČR, která má jako jediná organizace na našem území v kompetenci provádět lavinovou předpověď, vychází ze systému navrženého S. Colbeckem v roce 1990 pro International Commission on Snow and Ice. Tento systém je v ČR používán od zimy 2001/2002 a rozlišuje 32 druhů sněhu. Tak vysoký počet druhů sněhu je z hlediska lavinové prevence značně nepřehledný a pro zjišťování v terénních podmínkách v podstatě i nemožný. Proto se při tvorbě lavinové předpovědi soustředíme pouze na 8 druhů sněhu, které jsou v souvislosti s lavinovou aktivitou nejvýznamnější. Na těchto 8 základních druhů sněhu působí 3 druhy sněhových přeměn, které za určitých situací probíhají ve sněhové pokrývce. Rozlišujeme 3 základní procesy přeměny sněhu; bortící, výstavbovou a tavící sněhovou přeměnu. Každá z těchto sněhových přeměn se vztahuje k určitému druhu sněhu. Každý druh sněhu má z důvodu lepší přehlednosti záznamu o struktuře sněhové pokrývky přiřazenu grafickou značku (viz. tabulka č. 1). Podrobné popisy jednotlivých druhů sněhu, včetně obrázků zvětšených sněhových krystalů, jsou uloženy v příloze č. 1.

Ukázka grafického záznamu vlastností sněhové pokrývky, kde jsou uplatněny grafické značky označující jednotlivé druhy sněhu, je uložena jako příloha č. 4.

Tab. 4: Druhy sněhové přeměny, druhy sněhu

Druh sněhové přeměny	Druh sněhu	Značka
Bortící	Nový	+
	Zlomkový (plstnatý)	/
	Okrouhlozrnitý	●
Výstavbová	Hranatozrnitý	□
	Pohárkové krystaly (dutinová jinovatka)	∧
	Povrchová jinovatka	∨
Tavící	Firn	○
	Led	■

Zdroje dat: upraveno dle Cingr, 2011

Ve sněhové pokrývce probíhá neustálý pohyb různými směry. Výskyt a velikost vnitřního napětí ve sněhové vrstvě ovlivňuje především vlastní hmotnost sněhu, změny ve stavbě struktury sněhu a konfigurace terénu (Midriak, 1979).

K nejzákladnějším pohybům sněhové pokrývky patří **sesedání** (diageneze), kdy po napadnutí nového sněhu silně provzdušněná a pórovitá sněhová vrstva v důsledku své vlastní váhy postupně sesedá a objem sněhové pokrývky se zmenšuje. Značný vliv na rychlost sesedání má teplota vzduchu, která ovlivňuje samozřejmě i teplotu sněhové pokrývky, hlavně v její nejsvrchnější části, kde je sesedání nejaktivnější.

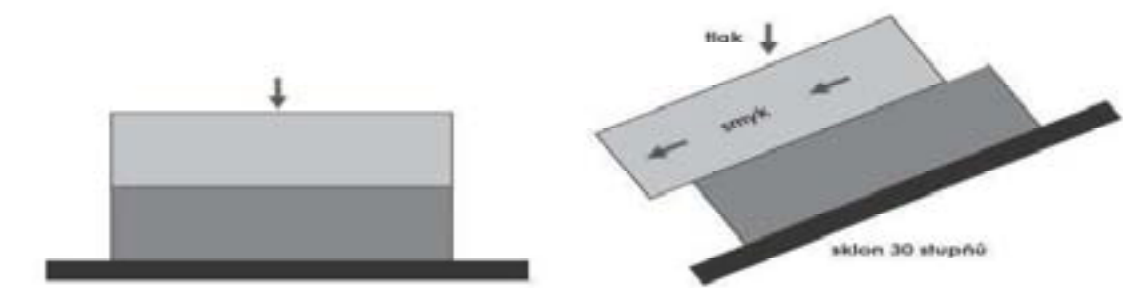
Leží-li sněhová vrstva na rovinném terénu, nedochází zde k žádným diagonálně jdoucím tahům a tlakům. Jediným projevujícím se tlakem je tlak vertikální. V případě sněhové pokrývky ležící na svahu gravitační síla způsobuje odklon těžiště do směru podél svahu dolů, čímž vzniká několik kombinačních možností (Houdek & Vrba, 1954).

Častým projevem pohybu sněhové pokrývky uložené na svažitém terénu je její **plazení**. Jedná se o pomalý pohyb sněhu rychlostí několika mm až cm za den (Bukovčan, 1960), který se na povrchu sněhové pokrývky může projevovat vznikem sněhových útvarů jako jsou sesypy, splazy a při rychlejším plazení sněhu mohou vznikat i sněhové trhliny.

V případě, že napětí ve sněhové pokrývce převyšuje adhezní (přitažlivé) síly, nastává rozpad struktury sněhu, při kterém se statické tření mezi jednotlivými sněhovými krystaly nahrazuje o mnoho menším třením kinetickým. Pro udržení rovnovážného stavu sněhové pokrývky na svahu je důležitou podmínkou tzv. **kritický sklon svahu**, který nesmí být větší než maximální hodnota vnitřního tření a stříhové pevnosti v diskontinuitní ploše (Kňazovický, 1967; Moskalev, 1969).

Po překročení kritického sklonu svahu vznikají uvnitř sněhové pokrývky síly, které narušují její rovnovážný stav. Přitom se narušení sněhové pokrývky na svahu, který má větší sklon než je kritický, projeví rychlým pohybem sněhu po svahu a vzniká tak sněhová lavina (Midriak, 1979).

Obr.: č. 5: působení zatížení na sněhové vrstvena rovině a ve sklonu (Lienerth, 2007)



Dle de Quervaina (1969) je sněhová lavina charakterizována jako náhlé uvolnění a následný sesuv masy sněhu po dráze delší než je 50 metrů. De Quervain tedy ve své definici laviny zohledňuje i délku lavinové dráhy.

Po sesuvu sněhové laviny rozlišujeme na lavinové dráze tři pásma. Horní část lavinové dráhy označujeme jako **pásmo odtrhu**, kde lavina vzniká a sněhová hmota se zde dává do pohybu. Při získání rychlosti se lavina řítí svahem a tato část vytváří **transportní pásmo** lavinové dráhy. Lavina v transportním pásmu zvětšuje svůj objem neustálým strháváním dalšího sněhu a úměrně tak dochází ke zvyšování její kinetické energie. V místě poklesu její kinetické energie se rychlost sesuvu zpomaluje a dochází k ukládání sněhu ve formě sněhových nánosů nebo sněhových hald, kde se sníh zceluje a zhušťuje až dosahuje velice značné tvrdosti. Toto třetí a poslední pásmo označujeme jako **pásmo nánosů** (Lienerth, 2007).

Rychlost pohybu lavinových sesuvů závisí zejména na sklonu svahu a kvalitě sněhové vrstvy. Nejmenší rychlostí se vyznačují laviny z vlhkého sněhu na mírných svazích, které nepřekračují 15 km/h (Milan & Šramka, 1988). Nejvyšších rychlostí dosahují laviny ze suchého prachového sněhu, kdy se při jejich uvolnění vytváří oblak prachového sněhu, který se řítí do údolí rychlostí až 80 km/h a ve

výjimečných případech může dosahovat rychlostí přes 250 km/h. Takováto extrémní hodnota rychlosti byla odhadnuta u laviny, která se sesunula v roce 1956 poblíž obce Dolná Lehota v Nízkých Tatrách, kde v jejím důsledku zemřelo 16 lesních dělníků (Bukovčan, 1960). Tlaková vlna vyvolaná řítící se sněhovou masou může dosahovat hodnot od několika desetin až do více než 100 t/m² (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007).

Jako první se o klasifikaci lavin pokoušel J. J. Scheuzer v roce 1706. Ještě do poloviny 20. Století převažovaly klasifikace, které se opíraly zejména o poznatky ze spodní části lavinové dráhy, zatímco dnešní klasifikace vycházejí hlavně z poznatků získaných v oblasti místa vzniku laviny.

Základní charakteristikou, kterou určujeme u lavin, je jejich velikost. Laviny podle velikosti rozdělujeme na základě určení zasažené oblasti, destrukční schopnosti, délky dráhy a objemu unášené hmoty. R. Haefeli a M. de Quervain stanovili jako minimální délku laviny vzdálenost 50 metrů. Sněhové sesuvy, které této vzdálenosti nedosahují, se nazývají **sněhovými splazy** (Midriak, 1979).

Tab. č. 6: Rozdělení lavin podle velikosti

Označení velikosti	Podle:		
	zasažené oblasti	účinku a možných škod	délky a objemu
Splaz	Sklouznutí menšího množství sněhu.	Částečné zasypaní, stržení člověka je možné.	Délka do 50 m Objem do 100 m ³
Malá lavina	Zastaví se ještě na svahu.	Možná jsou poranění i smrt člověka.	Délka do 100 m Objem do 1 000 m ³
Střední lavina	Lavina se zastaví ve spodní části svahu.	Lavina je schopná zničit menší skupiny stromů, malé budovy.	Délka do 1 000 m Objem do 10 000 m ³
Velká lavina	Lavina zasahuje celou plochu svahu kde sklon může být menší i než 30°, pravděpodobné je i zasažení rozsáhlých údolních partií.	Laviny ničí rozsáhlé lesní plochy, budovy, auta.	Délka nad 1 000 m Objem větší než 10 000 m ³

Zdroje dat: upraveno dle alpy4000, 2012; Spusta, Brzeziński, & Kořízek, Kociánová, 2006

V tabulce č.7 je znázorněno velmi rozdílně pojaté rozlišení lavin v Kanadě, kde se při základním rozdělení lavin vychází z číselného označení velikosti lavin na základě posouzení hmotnosti transportovaného sněhu a dalšího materiálu, délky lavinové dráhy a také z intenzity následné tlakové vlny, která je vyvolána řítící se lavinou. Jedinou společnou charakteristikou se základním rozdělením lavin používaném v ČR a evropských zemích je délka lavinové dráhy. I zde jsou však dílčí parametry délek lavinových drah pro rozdělení lavin odlišné (viz. tabulka č. 6 a 7).

Tab. č. 7: Kanadské rozdělení lavin podle velikosti

Velikost	Tlaková vlna	Hmotnost přeneseného materiálu	Délka trasy	Popis
1	1 kPa	menší než 10 t	10 m	Relativně nebezpečná pro člověka
2	10 kPa	102 t	100 m	Může zasypat, zranit, nebo i zabýt člověka.
3	100 kPa	103 t	1 000 m	Může zasypat auto, zničit malou budovu, pokácet několik stromů.
4	500 kPa	104 t	2 000 m	Může zasypat vlak, nákladní auto, několik budov či les o rozloze do 40 000 m ² .
5	1 000 kPa	větší než 105 t	3 000 m	Může zničit, zdemolovat vesnici, nebo i les o rozloze 400 000 m ² .

Zdroje dat: upraveno dle: McClung et Schaerer, 2006

V klasifikaci druhů lavin se celosvětově uplatňují systémy dvou subklasifikací. První je kvalifikace **genetická**, která rozlišuje územně fixní faktory vzniku lavin. Tyto faktory jsou; relativní výška, sklon, svahová expozice, terénní konfigurace a jeho drsnost, a proměnlivé faktory mezi které patří - počasí posledních dní (úhrn sněhových srážek, úhrn dešťových srážek, větrné a teplotní podmínky), znaky starého sněhu (celková výška, charakteristika sněhových vrstev) a podmínky odtrhu laviny, které mohou být samovolné nebo uměle činností člověka vyvolané. U všech těchto faktorů se posuzuje i jejich vliv na lavinovou aktivitu.

Druhou subklasifikací je mezinárodně používaná klasifikace **morfologická**, která **charakterizuje stav laviny po jejím sesuvu** a kterou v České republice používají i členové Horské služby pro potřeby zaznamenávání údajů o sesuvech sněhových lavin. První morfologická klasifikace lavin byla vytvořena v roce 1955 R. Haefelima a M. de Quervainem a obsahovala kritéria hlavně z odtrhového a transportního pásma. Nynější platná klasifikace byla vytvořena *Pracovní skupinou pro klasifikaci lavin Mezinárodní komise sněhu a ledu* v roce 1973 a je doplněna i o kritéria z akumulčního pásma lavinové dráhy (Midriak, 1979). Současná morfologická klasifikace rozděluje laviny podle charakteru terénu, druhu sněhu, způsobu uvolnění a rozměrů spadlých lavin. Z důvodu snadnějšího a rychlejšího popisu lavin jsou v záznamech hlavní kritéria označena velkými písmeny v abecedním pořadí a rozlišujícím charakteristikám jsou přiřazena číselná označení (Spusta, Brzeziński, Kořízek, Kociánová 2006).

Tab.č. 8: Mezinárodní klasifikace lavin

A Forma odtrhu	A 1 bodový odtrh	
	A 2 čárový odtrh	
	A 3 desková lavina měkká	
	A 4 desková lavina tvrdá	
	A 5 pád převěje	
	A 6 smíšené formy	
B Poloha skluzného horizontu	B 1 povrchová lavina	B 2 odtrh nového sněhu B 3 odtrh starého sněhu B 8 kombinace starý-nový sníh
	B 4 základová lavina	
	B 7 kombinace povrchová - základová	
C Vlhkost sněhu v odtahové zóně	C 1 suchý sníh	
	C 2 mokrý sníh	
	C 7 kombinace suchý – mokrý sníh	
D Tvar lavinové dráhy	D 1 plošná lavina	
	D 2 žlabová lavina	
	D 7 kombinace plošná – žlabová lavina	
E Typ pohybu laviny	E 1 vířící vzduchem	
	E 2 tekoucí, klouzající	
	E 7 kombinace typů	
F Tvar částic lavinového nánosů	F 1 hrubý nános (velké hranaté kvádry)	
	F 2 malé hranaté kvádry	
	F 3 zaokrouhlené hroudy	
	F 4 drobný beztvary nános	
	F 7 kombinace částic	
G Vlhkost lavinového nánosů	G 1 suchý sníh	
	G 2 mokrý sníh	
	G 7 kombinace vlhkosti	
H Materiál lavinového nánosů	H 1 čistý sněhový nános	
	H 2 nános s příměsí	
	H 3 kamení a zemina	
	H 4 části kosodřeviny a stromů	
J Příčina vzniku	J 1 samovolná	
	J 2 uměle vyvolaná	
K, L, M, N, O Rozměry lavin (m)	K výška odtrhu	
	L šířka odtrhu	
	M šířka lavinové dráhy	
	N délka lavinové dráhy	
	O hloubka lavinového nánosů	

Zdroje dat: upraveno dle: Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006

Mezi nejzákladnější kritéria dělení lavin patří formy lavinového odtrhu. **Bodové odtrhy** souvisejí zejména se vznikem lavin ze suchého a mokrého prachového sněhu. Lavinová dráha má kuželovitý tvar, který se postupně rozšiřuje v ostrém úhlu, přičemž místo vzniku leží ve vrcholu kužele a je zakončena polokruhovitě rozprostřenou haldou z lavinového nánosů. Pro vznik laviny s bodovým odtrhem je zapotřebí také o něco vyšší sklon svahu, který bývá větší než 35° (Midriak, 1979).

Pro **čárové odtrhy** je charakteristický vznik deskových lavin. K základním znakům patří tvar vydutého oblouku směrem do svahu v odtrhové zóně a obnažený sněhový profil, který je kolmý k rovině svahu. Lavina se na své dráze již podstatně nerozšiřuje a její šířka je v podstatě stejná po celé délce lavinové dráhy (Vrba & Houdek, 1953). Laviny s čárovým odtrhem vznikají na svazích kolem 30° a výše a již od okamžiku vzniku se vyznačují velkým zrychlením.

Poloha skluzného horizontu, někdy označovaná jako hloubka odtrhu, nám laviny rozděluje do dvou kategorií; laviny povrchové a laviny základové. Při sesuvu **povrchových lavin** dochází k odtržení sněhové vrstvy po skluzné ploše, která je tvořena některou níže položenou sněhovou vrstvou. Nejčastějším druhem sněhu při kterém vznikají povrchové laviny je suchý nebo vlhký prachový sníh a upěchovaný deskový sníh. Nános povrchových lavin nedosahuje takových rozměrů jako u základových lavin a také pro člověka jsou méně nebezpečné, jelikož postižený může být zasypan jen částečně nebo v malé hloubce. Jako **laviny základové** označujeme ty, u kterých se při jejich vzniku sesunuje celý sněhový profil až na terénní podklad, při čemž dochází k obnažení terénu. Masa sněhu základové laviny je v pásmu nánosu často smíšená s půdou, sutinami a vegetací. Vznik základových lavin je charakteristický pro jarní období za existence těžkého mokrého sněhu. Pro člověka jsou tyto laviny velice nebezpečné zejména pro svoji velkou hmotnost a obsah suťového materiálu. Kombinace obou typů jsou možné.

Tvar lavinové dráhy je závislý na charakteru terénu, v kterém lavina vzniká. Pro **plošnou lavinu** je charakteristické místo výskytu zejména široký svah, kde může odtrhová čára dosáhnout velké délky a tím lavina po uvolnění dosahuje značné šířky. **Lavina žlabová** je vázána na terénní žlaby a šířka jejího odtrhu a stejně tak i tvar její lavinové dráhy je omezena šířkou žlabu. Ke kombinaci obou typů dochází často v závěrech žlabů, kde zpravidla dojde k jejich rozšíření a řítící se sněhová masa zde může sekundárně uvolnit plošnou lavinu.

Sníh v odtrhovém pásmu a také sníh uložený v pásmu nánosu rozdělujeme podle vlhkosti do tří skupin. **Suchý sníh** obsahuje zanedbatelně malé množství vody a je charakteristický pro vznik lavin deskových a prachových. Pokud **deskové laviny** sjíždějí po uvolnění ve formě jedné velké celistvé desky, mluvíme o deskové lavině tvrdé. V případě rozdělení desky následně po odtrhu na nespojené menší desky se jedná o lavinu deskovou měkkou. Deskový sníh visí velice často nad dutinami, takže k jeho uvolnění stačí pouhé zatížení. Je velice soudržný, avšak nepatrně přilnavý (Houdek & Vrba, 1953). Při stržení člověka je díky zachování dutin v lavinovém nánosu celkem dobrá šance na přežití po relativně dlouhou dobu zasypaní. **Prachové laviny** se vyskytují zejména po intenzivním sněžení a za nižších teplot vzduchu. Rychlost lavin se pohybuje nejčastěji v rozmezí 20 – 70 m/s a jejich pohyb

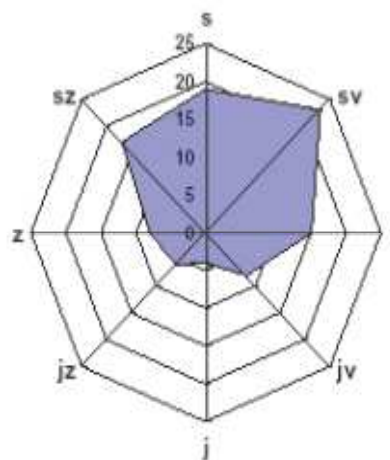
je vířiví, turbulentní a má podobu padajícího sněhového oblaku. Tlak v čele laviny se pohybuje mezi 5 – 10 t/m (Milan & Šramka, 1988). Díky velké tlakové vlně, která díky své síle působí i mimo dráhu laviny, jsou ohroženi i lidé stojící v blízkosti lavinové dráhy. Přestože je lavina tvořena výhradně suchým sněhem, vlivem tření a následného působení tepla, obsahuje lavina i určitý podíl mokrého sněhu v pásnu nánosu.

Při pádu lavin tvořených **mokrým sněhem** s již větším obsahem vody, mohou sjíždějící sněhové masy, často také ve formě sněhových desek, získat díky vysoké hustotě sněhu a váze sněhové hmoty velký ničivý potenciál. Laviny z mokrého sněhu vznikají jako následek provlhčení sněhové vrstvy a následného vzestupu hmotnosti tak, že se váha sněhové vrstvy stane pro daný úhel svahu kritickou. Vznik těchto lavin bývá většinou spontánní a neopatrnost např. lyžařů není tak rozhodující při uvolnění laviny jako v ostatních případech.

Posledním podrobněji popsaným rozdělením lavin je dělení podle příčiny vzniku kdy rozlišujeme laviny samovolně uměle vyvolané. **Samovolné** laviny vznikají zcela závisle na přírodních podmínkách jako jsou sněhové a dešťové srážky, změny teploty, povětrnostní podmínky, pády převějí atd. **Uměle vyvolané laviny** mohou být vytvořeny neúmyslně nejčastěji lyžařem, který se pohybuje v lavinovém území a kvůli jehož pohybu dojde k porušení stability sněhové vrstvy na daném svahu. K úmyslnému vyvolání laviny dochází nejčastěji s použitím výbušnin. K odstřelu lavin se přistupuje jako k preventivnímu opatření, kdy sněhové masy představují potencionální ohrožení pro budovy, komunikace atd.

Obecně udávaná hodnota **sklonu svahu**, při kterém dochází k uvolnění sněhových lavin, se pohybuje v rozmezí 15° až 50° (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007). Lienerth (2007) uvádí jako nejčastější rozmezí sklonu lavinových svahů rozmezí mezi 30° a 60°. Nejmenší zaznamenaný sklon svahu 12°, na němž se sesunula lavina, leží v Kaskádovém pohoří v Americe. Jednalo se o lavinu z mokrého sněhu, která spadla v zimě roku 1964 (Kňazovický, 1967). Midriak (1979) uvádí, na základě výpočtu závislosti mezi velikostí sklonu svahu a mocností sněhové vrstvy, potřebné hodnoty pro vznik laviny. Podle tohoto vztahu se při 50° sklonu svahu může lavina teoreticky vytvořit již při 5 cm sněhové pokrývky. Pro sklon 30° uvádí jako kritickou mocnost

Obr. č. 6: Rozložení lavin v % podle expozice svahu v Alpské oblasti (Lienerth , 2007)



sněhu 15 cm a při 22° sklonu se mocnost sněhové vrstvy pohybuje v rozmezí mezi 40 – 50 cm. Nejmenším sklonem svahu na kterém by teoreticky mohla vzniknout sněhová lavina je sklon o velikosti 6°.

Expozice svahu se na lavinové situaci podílí přímo i nepřímo. Přímý vliv se vyznačuje orientací svahu vzhledem ke slunečnímu svitu, kdy všeobecně platí, že jižní svahy se dříve stabilizují vlivem rychlejší sněhové metamorfóze a následného pospojování sněhových vrstev (Lienerth, 2007). V zimním období bývají méně lavinózní jižní svahy a na jaře naopak severní z důvodu podtékání sněhové vrstvy vodou, což má za následek zvýšení pravděpodobnosti vzniku základových lavin.

Z nepřímého vlivu svahové expozice má význam především exponovanost vůči převládajícím **směrům větru** v rámci anemo – orografických systémů, kdy vítr má značný vliv na transport sněhu (redistribuci) a jeho vlivem se může přemístit a následně akumulovat velmi značné množství na závětrných svazích (Jeník, 1997). Nově napadaný sníh je často transportován činností větru do závětrných prostor, kde se usazuje do vrstev. Tento sněhový transport začíná již při rychlosti větru 5 m/s. Při rychlostech větru nad 5 m/s může být denní přírůstek transportovaného sněhu 10 – 40 cm za den (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006). Na závětrných svazích dochází k vzniku sněhových klínů a polštářů. Na hranách ledovcových karů k vzniku sněhových převějí, které jsou častou příčinou sněhových lavin.

Nadmořská výška odtrhového pásma a sběrné oblasti má nepřímý vliv na průběh jednotlivých meteorologických prvků, které ovlivňují lavinovou aktivitu v dané oblasti. Se zvyšující se nadmořskou výškou stoupá úhrn srážek a rychlost větrného proděnění. Teplota klesá podle teplotního gradientu, což ovlivňuje kvalitu a množství sněhu a tím i podmínky pro vznik lavin.

Základní morfometrické charakteristiky **reliéfu** výrazně ovlivňují rychlost procesu vzniku lavin a významnou roli hraje i struktura podloží laviny, kdy se například může projevit zpomalující efekt nehomogenního povrchu (např. povrch pokrytý pleistocenními kamennými moři, balvanitými sutěmi, morénymi nebo skalními výstupy). Při oteplení může schopnost těchto materiálů pohlcovat teplo a působit na okolní sněhovou vrstvu zcela opačným účinkem (Lienerth, 2007). Hladké skalní plotny vytvářejí lavinám ideální kluznou plochu.

Velký význam pro tvorbu lavin má druh a rozmístění **vegetace** na svazích, kdy zejména les brání vzniku lavin, ale i v lesním porostu je uvolnění lavinových sesuvů možné (zejména lavin tvořených prachovým sněhem). Avšak dle Lienertha (2007) například řídce rozesteté stromky menšího vzrůstu po svahu mají na pevnost sněhové vrstvy spíše destabilizující účinek. Porosty kosodřeviny

zabraňují tvorbě především základových lavin, ale při převýšení jejich velikosti mocností sněhové pokrývky nezabraňují tvorbě lavin povrchových.

Nejpříznivějším vegetačním podkladem pro tvorbu lavin je travnatý porost, který klade nejmenší odpor pohybu nadložních sněhových vrstev (Midriak, 1977). Po napadnutí větší sněhové vrstvy se travní porost pod jeho vahou velice snadno položí a vytváří tak ideální kluznou vrstvu.

Změny teplot, působení větru nebo další sněžení zanechávají ve sněhové vrstvě znaky způsobené jednou z těchto změn. Mají vliv na kvalitu sněhové vrstvy a sněhových krystalů, podle kterých rozlišujeme druhy sněhu. Problematika sněhových krystalů a jejich vliv na tvorbu lavin je podrobně popsána v příloze č. 1.

Nestabilní sněhovou mezivrstvou rozumíme změny ve struktuře sněhové vrstvy. Čím je změna výraznější tím je potencionální riziko vzniku lavin větší. Jedná se o změny vlhkosti sněhu, tvrdosti nebo druhu sněhu (Lienerth, 2007). O rozpoznáním nestabilní sněhové vrstvy se podrobně pojednává v kapitole č. 4.

6 LAVINOVÉ OHROŽENÍ V ČESKÉ REPUBLICE

První zmínka o lavinovém neštěstí vůbec pochází od římského historika Livia, který zapsal poznámku o přechodu vojevůdce Hanibala z Kartága v roce 218 př.n.l. přes Alpy. Část jeho vojska byla zasažena lavinou a mnoho vojáků a slonů bylo usmrceno. Pro neexistující výraz pro tento přírodní úkaz použil Livius slovo „sněhový zával“. Slovo „labina“ se objevuje až o několik století později v encyklopedii, kterou sepsal v 6.

století n.l. španělský biskup Isidorus.

Toto označení má základ v latinském slovním kmeni „labi“, který má v českém překladu význam klouzání nebo nestabilita. Toto původní označení (labina) se dodnes používá v jednom z oficiálních jazyků Švýcarska – rétorománštině. Ve slovanských a germánských jazycích došlo k přesměknutí „B“ na „V“ a vzniklo tak dnešní označení. V románských

jazycích vzniklo slovní označení pro lavinu zcela odlišné – avalanga, avalanche atd. (On-line učebnice Horské služby ČR, 2012).

Obrázek č. 7: "Lawine in den Alpen", olej na plátně 1803, Philipp Jakob Louthembourg (zdroj: Lavinove.info, 2012)



V atlase Životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR z roku 1992 (Bartoňová, 1992), je v kapitole „Limitující přírodní faktory“ uveden limitující faktor výšky sněhové pokrývky a lavinového ohrožení. Možné lavinové ohrožení se zde rozděluje do tří skupin podle příčiny vzniku lavin. První skupinou jsou přírodní přirozeně vzniklé lavinové plochy, které se podle atlasu vyskytují v Krkonoších, Jeseníkách a na Šumavě (svahy karů ledovcových jezer). Druhou skupinou jsou lavinové plochy vzniklé pastevečným odlesněním, ty jsou zastoupeny v Krkonoších a Jeseníkách. Poslední a zároveň nejrozšířenější skupinou jsou lavinové plochy, které vznikly na místě emisemi zničeného lesa. Tyto plochy nalezneme v Jizerských horách, Krkonoších, Jeseníkách a ve velké míře také v Beskydech.

6.1 Lavinové ohrožení v Krkonoších

Krkonoše jako naše nejvyšší pohoří mají zároveň i největší lavinovou činnost (podrobně popsáno v kapitole 7.3.). Pracovníci Horské služby se však i v dnešní době, kdy informace je velmi jednoduché získat, setkávají často s návštěvníky, kteří si jen velice málo uvědomují, jak terén našich „malých“ hor může být z lavinového hlediska zrádný a extrémně nebezpečný. Jako důkaz o vysoké

míře nebezpečí v našich nejvyšších horách lze použít historické zápisy v kronikách i novodobé záznamy Horské služby o obětech a škodách, které laviny způsobily i nadále způsobují.

Vyhledáváním historickým záznamům o obětech krkonošských lavin se věnovali zejména O. Štětka, bývalý náčelník Horské služby Krkonoše a M. Vrba, který se systematickým výzkumem lavin v Krkonoších začal (viz. kapitola 4). Nalezené záznamy publikoval M. Vrba v článku Laviny v Krkonoších z roku 1969 (Vrba, 1969).

Podle tohoto článku je pravděpodobně nejstarším záznamem o obětech lavin v Krkonoších zápis z roku 1456, kdy benátský hledač drahých kamenů pronikl do nitra Krkonoš v touze nalézt zlato. V Obřím dole na bezlesé louce (předpoklad pro lavinovou dráhu) našel mnoho lidských koster, z nichž některé měly u sebe zlato a další drahé kameny. Lze tedy předpokládat, že tito hledači drahých kovů byli před mnoha staletími strženi lavinou a usmrceni na dně Obřího dolu.

Nejstarší ověřený záznam o lavinové tragédii je z hlediska lavinového ohrožení z celkem neobvyklého místa, kdy ve vsi Sklenařovice (část obce Mladé Buky u Trutnova) dne 15. února 1655 strhla lavina dvě chalupy postavené pod strmými skalními stěnami. Tato lavina však nebyla jediná z podhůří hor a tedy z lavinově poněkud netradičního prostředí, která měla tragické následky. Další záznamy z podobně neobvyklých míst jsou z roku 1844, kdy byli v Horním Lánově usmrceni pod lavinou dva muži a dne 14. února 1846 usmrtila lavina ženu u Rokytнице nad Jizerou.

První dochovaná zmínka o lavinovém ohrožení lyžařů je z roku 1897, kdy padající lavina zasáhla skupinu lyžařů v údolí Bílého Labe, kteří sjížděli z Luční boudy a jedním z nich byl i známý propagátor lyžování mezi českým obyvatelstvem Krkonoš Jan Buchar. Tato událost se naštěstí obešla bez ztrát na lidských životech.

Jako zcela výjimečná, a to nejen v rámci Krkonoš, se jeví tragédie čtyř generací mužů rodiny Kohlů. Tato neuvěřitelná tragédie začala roku 1773, kdy Phillip Kohl zahynul pod Luční horou na Hřebínkách v lavině, kterou sám strhl při honu na lišku, kde působil jako náhončí. Jeho syn Ignatz Kohl zahynul o 64 let později v lavině, která sjela z Kozích hřbetů v zimě roku 1837. Vnuka Phillipa Kohla Wenzela usmrtila lavina v údolí Bílého Labe v 29. listopadu 1875. Tuto neuvěřitelnou sérii tragédií uzavírá pravnuke Eduard Kohl, který byl lavinou usmrcen na den přesně o 20 let později po svém otci, tedy 29. listopadu 1875 a v tom samém místě jako jeho praděd před 102 roky.

Dosud největší zaznamenaná lavinová tragédie v dějinách Krkonoš se stala dne **20. března 1968** na polské straně pohoří v místě zvaném **Biały Jar (Bílá rokle)** v pravé poledne. Tímto výrazným terénním zářezem vede velice frekventovaná cesta (Ślaska Droga) z Karpacze podél Zlatého potoka a

přímo v Białem Jaru se dělí a lze pokračovat buď ne známou turistickou chatu Strzecha Akademicka nebo k bývalé Obří boudě pod vrchol Sněžky.

Osudného dne panovalo slunečné, jasné počasí, ale již několik dní vál silný jižní vítr, který transportoval obrovské množství sněhu do závětrných poloh, především takových jako je Biały Jar. Tento silný vítr zde vytvářel mohutné sněhové nánosy, které se nestačily spojit se starší podkladovou vrstvou tvořenou převážně firnem. V osudný okamžik lavinový svah přecházelo 24 osob z Polska, Ruska a Východního Německa.

Obrázek č. 8: Záchrané práce na laviništi v Białem Jaru v březnu 1968 (zdroj: Valin.cz, 2012)



S největší pravděpodobností samovolná lavina, která se uvolnila nad touto početnou skupinou osob se řítila údolím rychlostí více jak 100 km za hodinu. Lavinový nános byl dlouhý více jak 1 km dlouhý a široký 40 až 60 metrů. Mocnost lavinových hald se pohybovala až do výše 20 metrů. Masa sněhu, která zde odtávala několik měsíců po neštěstí, vážila okolo 50 tisíc tun (Kovařík, 2008).

Na laviništi zasahovala Polská Horská služba, Česká Horská služba, která přivezla i potřebné vybavení, protože polští záchranáři v té době ještě na rozdíl od

českých kolegů potřebným materiálem nebyli vybaveni, byly povolány jednotky polské armády a řada dobrovolníků. Celkově zde pracovalo několik stovek lidí za neustálého rizika uvolnění dalších mohutných lavin, protože i po této velké lavině zůstávalo na okraji okolních závětrných svahů velké množství větrem uloženého sněhu (Spusta, 2011). Z dochovaných obrázků je jasně patrná náročnost záchranných prací, kdy vzhledem k rozsahu a objemu lavinového nánosu se celé laviniště muselo doslova překopat.

Záchranné práce trvali celé tři dny i v průběhu noci, protože polská armáda natáhla na místo katastrofy 3 km dlouhý elektrický kabel a reflektory. Ukončeny byly 23. března, kdy byla nalezena sedmnáctá oběť a neexistovala šance, že by zbylí zavalení mohli zůstat na živu. Poslední dvě oběti jsou nalezeny až na začátku května. Celkový počet obětí dosáhl 19 osob. Tuto lavinou katastrofu tak přežilo

Obrázek č. 9: Jedna z mnoha obětí lavinového neštěstí v Białem Jaru (zdroj: Valin.cz, 2012)



Obrázek č. 10: Velice náročné kopání tzv. příčných sond v Białem Jaru (zdroj: Valin.cz, 2012)



z 24 lidí pouze pět (Kovařík, 2008).

První náčelník Horské služby v Krkonoších Otakar Štětka vyhledal ve starých kronikách a dalších historických pramenech celkem 33 lavinových sesuvů na české straně hor od první zmínky v roce 1655 do roku 1955, kdy byli ohroženi lidé. Při těchto sesuvech bylo za 300 let zasypáno 92, lidí z kterých 67 zahynulo a 25 přežilo (Horská služba, 2012). Lze předpokládat, že obětí nebo i pouze zasypaných mohlo být daleko více a záznamy hlavně v dřívějších letech nemusí být úplné nebo se některé z nich nedochovali.

Od zimní sezóny 1954/55, kdy se pády lavin a jejich účinky začínají systematicky zaznamenávat do roku 2012 zasáhly laviny na české straně pohoří celkem 46 lidí, z nichž 8 v lavinách zahynulo (Spusta & Kociánová, 1998, 2003; Horská služba, 2012).

Prozatím poslední lavina, která od roku 2003 v Krkonoších zabíjela na české straně hor, sjela 26. 12. 2008 okolo 13. hodiny a zasáhla skupinu tří skialpinistů v Pramenném dole, kteří lavinu uvolnili v její odtrhové zóně svými lyžemi. Lavina strhla muže a ženu. Třetí účastnice túry tak mohla přivolat mobilním telefonem pomoc a již za půl hodiny pracují na laviništi první záchranáři s lavinovými psy. Po několika minutách se jim podařilo vyprostit z části zasypaného muže a v cca. půl páté i zavalenou ženu. Ta následkům podchlazení po několika hodinách v nemocnici bohužel podlehla. Je spodivem, že ani jeden z účastníků neměl při sobě alespoň základní lavinové vybavení (sonda, lopata, lavinový přístroj). Na celé záchranné akci se podílelo 60 záchranářů HS, 7 lavinových psů a tři vrtulníky (Horská služba, 2012). Je nutno dodat, že záchranáři pracovali v extrémně náročném terénu na velice odlehlém a špatně přístupném místě za neustálé hrozby pádu dalších lavin z okolních svahů, které je mohli ohrozit.

Jako výjimečné, z hlediska počtu úmrtí, se v historii jeví tři lavinové dráhy ve východních Krkonoších. Prví je lavinová dráha č.13 A Holá stráž, odkud laviny sjíždějí do Pramenného dolu. Od roku 1968 do roku 1987 zde sjely pouze 3 laviny menších rozměrů, avšak tyto laviny usmrtily dvě

Obrázek č. 11: Nález zasypané v Pramenném dole 26. 12. 2008 (zdroj: Horská služba, 2012)



osoby. K největšímu počtu úmrtí na jedné lavinové dráze způsobených lavinou, došlo na lavinové dráze č.8 Modrý důl, kde v rozmezí let 1918 – 1952 zahynulo 6 osob. Shodný počet obětí má také lavinová dráha č.13 Hrozený potok, kde dvě z obětí byli již ze zmiňované rodiny Kohlů (Spusta & Kociánová, 1998, 2003).

Lavinovému ohrožení v Krkonoších v současné době věnoval velkou pozornost J. Blahůt (2008) v práci uveřejněné ve Sborníku krkonošských prací Opera Concorctica, kde představuje tvorbu mapy náchylnosti území české části pohoří ke vzniku lavin za pomoci GPS systému a statisticko – pravděpodobnostní metody WofE.

Lavinové ohrožení budov a dopravní infrastruktury

Lavinové ohrožení budov v současné době v Krkonoších prakticky nehrozí. Jsou známi případy z historie, kdy došlo k zničení budov provázenému úmrtím osob. Lokalitou, kde k takovým případům v minulosti docházelo nejčastěji, je Obří důl, kam spadají lavinové dráhy jdoucí ze Sněžky a Luční hory. Oblast Obřího dolu byla do konce 19. století daleko více zastavěna a trvale obývána než v dnešních dobách, kde je až na několik rekreačních zařízení toto území trvale prakticky neobývané. Lidé v tehdejších dobách lavinové problematice nevěnovali velkou pozornost a tak se řada stavení nacházela přímo v lavinových drahách.

Obrázek č. 12: Pohled na velice nenápadné, ale přesto jedno z nejnebezpečnějších lavinových polí v Krkonoších – Modrý důl (foto: Jan Kohoutek, 2010)



To se stalo osudné dne 15. 12. 1866, kdy uvolněná lavina strhla dvě boudy, kde se v daný okamžik nalézalo 8 lidí, kteří všichni zahynuli. Příklady zničení budov lavinami, z nichž některé si vyžádali i oběti na životech, jsou známi i v letech 1655, 1845 a 1846 (Vrba, 1969). Výše popsaná tragedie z roku 1866 je poslední případ, kdy lavina v Krkonoších ohrozila lidské obydlí. Lidé se od této doby stavbám v blízkosti lavinových drah spíše vyhýbají.

Místem, kde se dá uvažovat o ohrožení trvale obývaných budov, je oblast Modrého dolu. Zde se padající laviny dostávají do vzdálenosti 20 metrů od boudy Děvín a přejíždějí přes turistickou cestu vedoucí z Pece pod Sněžkou na Výrovku. Často se zde jedná i o laviny velkých rozměrů a jak bylo zmíněno výše, vyžádaly si zde již 6 lidských životů.

Dalším potencionálním místem, kde by mohly laviny zasáhnout do obydlené oblasti, je již zmíněný Obří důl, přibližně v místech ležících pod Velkou a Malou Studniční jámou. V případě laviny v Malé Studniční jámě nezastavují někdy laviny na jejím dně, ale překonávají skalní práh a zastavují se až na turistické cestě vedoucí Obřím dolem na Sněžku ve vzdálenosti cca 50 metrů od obydlené boudy. V případě příznivých sněhových podmínek může dojít, tak jako v minulosti již několikrát, k vylámání lesa lavinou velkých rozměrů pod Velkou Studniční jámou a za tohoto případu by mohlo být ohroženo několik dalších budov a rekreačních zařízení v této oblasti. Celkem se toto ohrožení týká v Obřím dole čtyř objektů.

Zajímavá situace je v případě ohrožení dopravních komunikací. Z minulosti je nejznámější případ lavinového ohrožení silnice vedoucí z Vrchlabí do Špindlerova Mlýna v místě, kde silnice vytváří ostrou zákrutu a pro značně chladné klimatické podmínky dostalo pojmenování Studené koleno.

V polovině 80. let zde došlo ve stráni nad silnicí k vykácení lesa na ploše 4,5 hektaru. Pro značný sklon a hromadění sněhu v těchto místech, bylo

Obrázek č.13: Sněhová fréza se snaží uvolnit autobus zatarasený pádem dvou lavin pod Malou Úpou (zdroj: Prouza, 2012)



z preventivních důvodů přistoupeno k realizaci protilavinových zábran v podobě napříč ponechaných klád ukotvených za pařezy (viz. kapitola 8.3.). I tak zde panovalo riziko uvolnění lavin, které by mohli ohrožovat v údolí Labe vedoucí komunikaci a tak Horská služba začala tento svah několik let soustavně sledovat.

Svah byl sledován po dobu sedmi let a bylo ujednáno, že v případě vytvoření velkého sněhového převisu, který by ohrozil provoz, bude Horskou službou odstřelen. Za toto období zde došlo k pádům dvou lavin. První v zimě 1987 po náhlém prudkém oteplení, která sjela do poloviny silnice, druhá pak menších rozměrů o dva roky později. Do tak malého množství spadlých lavin se výrazně promítl fakt, že v daných zimních sezónách byla výška sněhové pokrývky velice podprůměrná (Spusta, 1999). V turistických mapách v měřítku 1 : 25 000 bývá tato lavinová dráha stále vyznačována šrafováním jako aktivní lavinový svah.

K případům, kdy laviny zasáhnou dopravní komunikaci, dochází poměrně často i v současné době. V zimě 2011/2012 se tak stalo dokonce ve třech případech, z nichž ve dvou případech na komunikaci spojující obec Malá Úpa ve východních Krkonoších s Trutnovem. Téměř současné pády dvou lavin velkých rozměrů přehradily silnici, kde lavinový nános obsahující i stržené stromy dosáhl výšky přesahující 3 metry. Obě laviny mezi sebou uvěznily autobus z něhož museli být z bezpečnostních důvodů evakuováni cestující.

Jako tradiční by se již dali označit lavinové sesuvy opakující se již několik zimních sezón po sobě na komunikaci spojující Harrachov s Rokytnicí nad Jizerou poblíž obce Vilémov. Laviny se zde uvolňují ze západního strmého svahu Vilémovské skály a lavinový zával zamezí průjezdu silnice vždy po několik hodin. Uvolnění lavin v této lokalitě předchází vždy větší sněhové příděly trvající zpravidla několik dní. Tak velký úhrn sněhových srážek znamená značnou nestabilitu sněhové pokrývky a na takto strmých svazích nezabrání vzniku zejména prachových lavin ani vzrostlých les. Svou roli zde hraje nejspíš také skladba lesního porostu. V těchto místech převládají listnaté stromy a spadané listí na tomto svahu může fungovat jako ideální smyková plocha pro vznik lavin.

Vzhledem k velmi málo rozvinuté síti železnic v oblasti Krkonoš nedochází zde ani k lavinovému ohrožení železničních tratí.

Lavinové ohrožení sportovních areálů

V Krkonoších lavinové dráhy přímo neohrožují žádnou sjezdovou trať. Nejvíce se lavinovým drahám přibližují dvě sjezdové tratě. První se nachází na svahu Stohu ve Svatém Petru, která leží asi 400 metrů od lavinové dráhy č. 16 Borůvkový žlab. Druhou je černá sjezdová trať vedoucí z Hnědého

vrchu do Pece pod Sněžkou, která vede cca 200 metrů od malé lavinové dráhy č.39 Vlčí jáma. Ani na jedné z uvedených sjezdových tratí však z hlediska bezpečnosti nemají blízké lavinové dráhy žádný velký význam.

Mnohem zajímavější je projekt z přelomu 60. a 70. let minulého století, kdy se uvažovalo o lyžařském využití Studniční hory (1 554 m n.m.), Obřího dolu a Modrého dolu. V plánovaném projektu mělo být zahrnuto vybudování několika sjezdových tratí včetně potřebné infrastruktury jako dvou sedačkových lanovek na Studniční a Luční horu, horský hotel a dokonce i areál velkých můstků pro skoky na lyžích v Obřím dole (Štursa, 2011).

Výzkum podmínek využití této lokality ke sportovním účelům probíhal v letech 1968 – 1970 na jižním svahu Studniční hory v místech lavinové dráhy č.8 a známého sněhového pole Mapa republiky. Výsledkem výzkumu bylo zjištění, že podmínky pro lyžařské využití v této lokalitě nejsou vhodné zejména z bezpečnostních důvodů a z důvodu ochrany přírody v této cenné lokalitě. Po celou dobu výzkumu bylo každodenně v těchto místech prováděno měření stability sněhové pokrývky a celkového počtu dnů se sněhovou pokrývkou bylo plných 76,7% celkově vyhodnoceno jako velice nebezpečné pro lyžařské využití z důvodu ohrožení sesuvy lavin (Sýkora, Bělochová, & Fanta, 1973). Mezi další nepříznivé faktory s vysokou četností v této lokalitě patřili ještě špatná viditelnost, častý silný vítr a s ním v podstatě nemožná úprava sjezdových tratí. Dále například i nutnost odlesňování a stavba protilavinových zábran v případě realizace projektu.

Podobná situace, jako v případě sjezdových tratí, panuje v případě upravovaných tras pro běžecské lyžování. Žádná z těchto tras není vedena tak, aby ji ohrožovala některá ze známých lavinových drah.

Jediná trasa, kde by se dalo částečně hovořit o určitém riziku ohrožení lavinami, je trasa vedoucí ze Špindlerova Mlýna, Labským dolem až do místa, kde do Labského dolu ústí řeka Pudlava. V mapách je tato trasa vyznačena modře a pojmenována jako „Bud' fit“. Závěr této trasy poblíž Pudlavského vodopádu by za určitých podmínek mohl být ohrožován lavinovou dráhou č. 34 Velká lavina, která se jí v těchto místech dotýká a v případě opakování pádu laviny podobně výjimečných rozměrů, jako tomu bylo u laviny v březnu 1956, došlo by pravděpodobně k zasažení této trasy.

Zcela jiná je situace v případě ostatních značených turistických tras, které jsou využívány pěšími turisty, běžkaři a v poslední době čím dál více také skialpinisty, kde zejména v některých úsecích se dá lavinové ohrožení těchto cest považovat za extrémní, ačkoliv se výskyt lavinových drah soustřeďuje především v oblasti, kde síť turistických cest není tak hustá.

I přes velké lavinové nebezpečí některých turistických cest existuje v Krkonoších v zimní sezóně vždy nějaká alternativa, jak se těmto úsekům vyhnout a zvolit jinou trasu pro shodný cílový bod. Každá horská bouda na hřebenech Krkonoš je tak i v zimě přístupná alespoň po jedné cestě, která vede mimo území s vyskytujícími se lavinovým nebezpečím.

V současné době nemá Horská služba České republiky legislativní podporu zákonem. Tento fakt v praxi znamená, že její členové se záchranných akcí zúčastňují doslova na vlastní nebezpečí a jejich doporučení nejsou pro nikoho nijak právně závazná. Tudiž i z jejich porušování neplyne návštěvníkům hor například žádná finanční zodpovědnost. Velmi razantně se tato absence pravomocí projevuje právě v případě bezpečnosti na turistických cestách, kdy členové Horské služby nemají za hrozícího lavinového i jiného nebezpečí možnost tuto cestu uzavřít, ale umísťují zde pouze informační tabule, které na hrozící riziko upozorňují. Jedinou možností je uzavření cest rozhodnutím místní samosprávy.

Nejvíce ohrožené turistické cesty

Pokud zachováme tradiční dělení české části Krkonoš na západní a východní, je větší ohrožení přímo úměrné s počtem lavinových drah, tedy ve východních Krkonoších.

Weberova cesta vedoucí dolem Bílého Labe, která spojuje Luční boudu s boudou Bílého Labe a Špindlerovým Mlýnem, překonává na svém 4 km dlouhém úseku 4 lavinové dráhy, z nichž zejména dráha č. 18 Lavinová jáma patří mezi velice aktivní a dochází zde k uvolňování lavin velkých rozměrů.

Trochu paradoxně však nejčastěji dochází k lavinovým nehodám až v závěru Weberovi cesty v místě, kde již téměř ústí na Bílou louku a vede zde po severním svahu Luční hory nad terénním zářezem Bílého Labe. Došlo zde k opakovaným závalům osob pohybujících se po této cestě v místě, kde cesta protíná lavinové dráhy č. 19. Bílá jáma a 20. Bílá stráž. Celkem zde bylo od roku 1961 zasypáno 8 osob. Jednou z nich byl například i poštovní doručovatel nesoucí poštu na Luční boudu, který zde v lavině zahynul (Spusta & Kociánová, 1998). V zimním období je tato cesta v případě akutního lavinového ohrožení místním městským úřadem uzavřena. Délka úseku s velkým lavinovým nebezpečím je 2,5 km.

Zeleně značená **cesta Dlouhým dolem** vedoucí ze Svatého Petra na Výrovku, která většinou vede podél Dolského potoka, překonává na své cestě hned 12 lavinových drah. Většina z nich jsou v zimním období velice aktivní a dochází zde k pádům lavin i velmi velkých rozměrů, což z ní dělá relativně nejohroženější turistickou trasu v Krkonoších. Jen od roku 1957 v oblasti Dlouhého dolu zahynulo 5 osob. Poslední pád laviny, která si zde vyžádala lidský život, je z roku 2008 (viz. výše). Cesta přibližně ve své polovině mívá kamennou mohylku zhotovenou na památku jedné z obětí, československého reprezentanta v lyžování O. Červenky, který zde v roce 1951 pod lavinou zahynul. Mohyla stojí u ústí Pramenného dolu do Dlouhého dolu a právě sem dojíždějí v posledních zimních sezónách laviny velkých rozměrů, které v délce několika set metrů ohrožují turistickou cestu. Délka vysoce ohroženého úseku této cesty je cca 3 km.

Obrázek č. 14: Dlouhý důl od Výrovky (foto: Jan Kohoutek, 2010)



Jedna z nejatraktivnějších cest v Krkonoších je červeně značená **Stará Bucharova cesta**, vedoucí po jižním svahu strmého hřebenu Kozích hřbetů. Cesta, zejména ve své horní polovině, vede velice exponovaným terénem. Na své trase překonává čtyři lavinové dráhy, z nich na lavinové dráze č. 13 došlo v letech 1773, 1875, 1924, 1957, 1968 a 1976 k šesti úmrtím pod lavinou (Spusta &

Kociánová, 1998). Tato cesta je na zimu uzavírána jak z důvodu lavinového nebezpečí tak těžkého terénu a jsou zde zaznamenány i smrtelné úrazy po pádu do Dlouhého dolu. Hřeben Kozích hřbetů není z důvodu ochrany přírody a bezpečnosti přístupný ani v letním období.

Ještě v případě dvou dalších cest ve východních Krkonoších by se dalo mluvit o vysokém stupni lavinového nebezpečí. První z nich je cesta spojující Obří důl s Výrovkou, která vede po jižním svahu Studniční hory nad Modrým dolem a mezi boudou Děvín a penzionem Arnika protíná velice nebezpečné lavinové pole č. 8 Modrý důl. Tato cesta je z důvodu ochrany přírody otevřena pouze v zimním období.

Druhou je pak velice vyhledávaná **Kavinova cesta** vedoucí velice atraktivním vysokohorským prostředím Obřího dolu z Pece pod Sněžkou na bývalou Obří boudu. Cesta je v zimě většinou nepřístupná z důvodu strmých a často zledovatělých svahů a právě i kvůli hrozícímu lavinovému nebezpečí, které hrozí z lavinové dráhy č. 1 a k lavinovým sesuvům tu dochází prakticky ve všech skalnatých žlebech, které cesta na své trase po svahu Sněžky protíná.

V západních Krkonoších jsou pouze dvě cesty, kde by se lavinové ohrožení dalo označit jako vysoké. První z nich modře značená cesta **Labským dolem**, která je pokračováním již zmíněné

Obrázek č. 15: V horní části svahu Kozích hřbetů dobře viditelná Stará Bucharova cesta v místě, kde protíná lavinové dráhy č. 14 a 15 (foto: Jan Kohoutek, 2011)



běžecké trasy „Bud' fit“. K této cestě směřuje z hřebenu Krakonoše a hrany Labského dolu nejvíce lavinových drah v západních Krkonoších – 10. V případě pádu větších lavin se stává, že masy sněhu překonávají tok Labe, přejíždějí turistickou cestu a v některých případech mají dost energie a rychlosti, aby vyjízděli až do protisvahu. Vysoce ohrožený úsek je dlouhý cca 2,5 km.

Druhou cestou je spojnice vedoucí z Horních Míseček na Dvoračky po dně **Malé a Velké Kotelní jámy**. Ačkoliv není ohrožený úsek nijak dlouhý (cca 500 m), jsou lavinové dráhy v Kotelních jámách velice aktivní a každoročně zde sjíždějí laviny velkých rozměrů, které turistickou cestu překonávají. Velice dobře patrné jsou účinky lavin v okolí této cesty i v letním období, kdy o velké síle laviny svědčí polámaná vegetace i zimní tyčové značení.

Na polské straně hor se cesty, které jsou lavinami ohroženy, soustřeďují také spíše ve východní části. Jedná se o úseky cest vedoucích pod hraničním (Slezským hřebenem), na kterém jsou nejčastěji umístěny odtrhové zóny lavin, které sjíždějí od státní hranice na polské území.

Mezi nejnebezpečnější patří červeně značená cesta vedoucí Kociolem Łomniczki z Karpacze na Ślaski Dom, která v lavinových drahách vytváří dokonce serpentiny a tím délku ohroženého úseku ještě zvětšuje. Další ohrožené cesty vedou pod žlaby Kociolu Małego Stawu kolem boudy Samotnia, Kociolem Smogorni, pod Małym Szyszakem. Na západě pak laviny ohrožují zeleně značenou cestu

Obrázek č. 16: Odtávající lavina v Malé Kotelní jámě (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Obrázek č. 17: Odtávající sníh na lavinových drahách nad turistickou cestou v Malé Sněžné jámě (foto: Jan Kohoutek, 2012)



vedoucí po dně Sněžných jam (Śnieżne Kotły) a dále na západ pak tato cesta protíná lavinové svahy pod Violíkem (Łabski Szczyt).

Ohrožení ve volném terénu - skialpinismus, volné ježdění (freeride)

Fenoménem posledních dvaceti let je v Krkonoších skialpinismus. Jedná se v současné době o velmi rychle se rozmáhající sportovní odvětví nejen v Krkonoších ale i v ostatních českých horách. Skialpinisté se na svých lyžích pohybují ve volném terénu zpravidla bez použití lyžařských vleků či lanovek.

Pomocí speciálního skialpinistického vybavení, ke kterému patří lyže, které jsou o něco lehčí než lyže sjezdové a pro výstup jsou na jejich skluznici připevněny tzv. tulení pásy, které v případě stoupání zasněženým terénem zabraňují zpětnému prokluzu. Dále k vybavení patří skialpinistické boty, které jsou na první pohled podobné sjezdovým, ale svou konstrukcí umožňují pohodlnou chůzi a zároveň zachovávají dobré vlastnosti ve sjezdu, díky mechanismu umístěnému na zadní straně boty pro přepínání rozsahu pohyblivosti boty pro chůzi a sjezd. Posledním rozdílem mezi sjezdovými a skialpinistickými botami je podrážka, kdy skialpinistická bota je na rozdíl od plastové podrážky, kterou mají sjezdové boty, vybavena podobnou podrážkou jako mají boty pro horskou turistiku (tzv. pohorky), což umožňuje i pohodlnou chůzi bez lyží a lze na ně připnout v případě těžkého terénu i stoupací železa (mačky). Hole se pro skialpinismus využívají teleskopické, u kterých si lze podle potřeby regulovat jejich výšku. Také skialpinistické vázání je speciálně konstruováno, kdy lze mít při výstupech

zcela pohyblivou patu a naopak pro sjezd pomocí přepnutí je pata zablokována jako v případě sjezdového vázání.

Název skialpinismus se dnes používá pro označení výstupu s lyžemi a následného sjezdu na lyžích v neupraveném terénu zasněžených hor (Winter, 2002). Už z této definice je jasné, že skialpinismus v tomto pojetí naráží v české legislativě ochrany životního prostředí na problémy.

V Krkonošském národním parku, respektive v jeho první a druhé zóně, kde leží z hlediska skialpinismu ty nejatraktivnější terény, je Správou krkonošského národního parku (KRNAP) vstup mimo značené a v zimě na některé výhradně letní cesty zakázán. To znamená, že drtivá většina skialpinistů, kteří ke svému sportovnímu vyžití nevyužívají pouze značené cesty, ale i volný terén, se zde pohybuje nelegálně a porušuje návštěvní řád Krkonošského národního parku i zákon o ochraně přírody a krajiny.

Mezi nejoblíbenější sjezdy v Krkonoších patří většinou právě krkonošské lavinové dráhy. I přes hrozící sankce ze strany strážců ochrany přírody KRNAPu a lavinového nebezpečí se zejména o víkendech a hezkém počasí na těchto svazích pohybuje značné množství skialpinistů. Oblíbenost jednotlivých skialpinistických sjezdů v Krkonoších závisí na jejich obtížnosti, atraktivitě a celkové

Obrázek č. 18: Jeden z nejoblíbenějších „ilegálních“ sjezdů v Kotelních jamách s dobře viditelnými sněhovými převisy (zdroj: archiv autora)



dostupnosti. Samozřejmostí je fakt, že sjíždění ve volném terénu se netýká pouze skialpinistů ale například i vyznavačů snowboardingu nebo sjezdového lyžování.

Jednou z nejoblíbenějších lokalit volného ježdění je lavinová oblast Kotelních jam, kde v posledních letech dochází ke stržení laviny pohybujícími se lyžaři velice často a je jen s podivem, že se tyto místa při zasypání osob obešla bez ztrát na životech. Mezi strážci KRNAPu i členy Horské služby se ví o klubu lyžařů, kteří pod názvem Extreme Kotel team několik sezón sjížděli lavinové svahy právě v oblasti Kotelních jam. Celková oblíbenost této lokality pramení jistě z faktu, že poblíž končí lanová dráha z Rokytnice nad Jizerou a místo je tak dobře přístupné.

Dalším velice oblíbeným lavinovým katastrem, který je vyznavači volného ježdění vyhledávan, je Vlčí hrana poblíž Pece pod Sněžkou. Stejně jako v případě Kotelních jam je zde využíváno pro snadnější dostupnost lanové dráhy na Hnědý vrch a tak jsou lavinové svahy často sjížděny i lyžaři s horšími lyžařskými dovednostmi, kteří by se do takto nebezpečného terénu v případě horší dostupnosti nejspíše nevydali.

Díky velice snadnému přístupu pomocí lyžařského vleku je k volnému ježdění na polské straně využívána již mnohokrát zmiňovaná extrémně nebezpečná lavinová oblast Biały Jar. Hlavně nezkušenosti a místních poměrů neznalí lyžaři si často chtějí v těchto místech na první pohled nikterak složitého

Obrázek č. 19: Záchrané práce české a polské Horské služby na laviništi v Białem Jaru v roce 2008 (zdroj: Horská služba, 2012)



terénu vyzkoušet jízdu v neupraveném sněhu. To se naposledy stalo osudné polskému snowboardistovi, který zde pod lavinou, která dosáhla 750 metrů a lavinových nánosů až 13 metrů, v březnu 2008 zahynul po několikahodinovém pátrání české a polské Horské služby.

Dalšími často sjížděnými svahy na polské straně jsou lavinové žlaby Kociołu Małego Stawu, kde posledními oběťmi byli dva členové polské horské služby, kteří 8. 2. 2005 zahynuli pod lavinou, kterou strhl jeden z jejich dvojice v jednom s příkře spadajících žlebů (Žleb Slalomowy). Absolutně nejtěžší sjezdy nalezneme ve žlabech Malé a Velké Sněžné jámy v blízkosti Cesty česko – polského přátelství.

Jako nejobtížnější skialpinistický terén na české straně hor je považován zejména Obří důl. V něm jsou často sjížděny lavinové svahy spadající ze Studniční stěny a Úpské hrany, které vedou na dno Úpské jámy. Na druhé straně údolí se pak jedná o velice nebezpečné lavinové žlaby vedoucí po jihozápadním svahu Sněžky.

V souvislosti s Úpskou jámou a lyžováním ve „volném terénu“ se nelze nezmínit z hlediska historie o jedné z výjimečných sportovních akcí. Od roku 1928 do začátku 60. let se právě na lavinových svazích v oblasti Úpské jámy konal extrémní závod v obřím slalomu. Trať závodu začínala u kamenné mohyly na vrcholu Studniční hory a po prvním mírném úseku se závodníci řtili z hrany ledovcového karu na dno Úpské jámy. Závod se konal vždy první květnovou nedělí a za dobu jeho konání se ho jako zpestření konce lyžařské sezóny účastnili i olympijští vítězové a řada jak československých tak i zahraničních reprezentantů. Po válce se závod přejmenoval na „Závod osvobození“ a na počátku 60. let

z důvodu zřízení Krkonošského národního parku a s tím plynoucí ochrany přírody zanikl. Poslední ročník, který se přesunul na svah spadající ze Studniční hory do Modrého dolu, málem skončil tragédií. Družstvo zákyň, které tu mělo jet jako předjezdci ve vánici po cestě na start zabloudilo a několikrát se ocitlo na převisech nad Obřím dolem. Teprve po šesti hodinách byly zcela vyčerpané nalezeny Horskou

Obrázek č. 20: Úpská jáma se Studniční horou na dobové pohlednici s vyznačenou trasou Májového závodu (zdroj: Děvínský spolek alpinistů, 2012)



službou (Děvínský spolek alpinistů, 2012).

Velkého pokroku ze strany KRNAPu bylo pro rozvoj skialpinismu dosaženo v roce 2010, kdy bylo poprvé v historii národního parku dosaženo zbudování legálních tras pro skialpinisty. Za spolupráce s Horskou službou ČR a České asociace horských vůdců bylo zrealizováno osm skialpinistických tras, z nichž čtyři jsou v okolí Špindlerova Mlýna, dvě v blízkosti Rokytnice nad Jizerou a další dvě v okolí Pece pod Sněžkou. Vedení tras je většinou po tradičních turistických cestách a z hlediska lavinového nebezpečí vede i v několika úsecích velice aktivním lavinovým územím. Z osmi uvedených tras se lavinové nebezpečí týká nejvíce tři z nich, kde jejich úseky vedou údolím Bílého Labe, po jižním svahu Kozích hřbetů, Modrým dolem a Obřím dolem na Sněžku. Některé z těchto úseků (cesta svahem Kozích hřbetů) vedou dokonce v odtrhových pásmech lavinových drah.

Je velice pozitivní, že Správa KRNAP na svých webových stránkách, které se věnují skialpinistickým trasám, na nebezpečné úseky a na nich hrozících konkrétních nebezpečí upozorňuje a uvádí i doporučené vybavení a postup v případě nehody jak lavinové tak i jiné.

6.2 Lavinové ohrožení v ostatních pohoří České republiky

Druhým lavinovým pohořím, kde se ve větším počtu soustřeďují tradiční lavinové dráhy, jsou **Jeseníky**. Výzkum a systematické sledování sněhu a lavin začal v Jeseníkách o několik let později než v Krkonoších a to v roce 1969, kdy člen Horské služby Vilém Valtr ze stanice na Ovčárně začal měřit pevnost sněhové pokrývky pomocí kladivové sondy (On.line učebnice Horské služby, 2012). Lavinový katastr, který v roce 1971 sestavil Ing. Jaromír Charvát podle krkonošského vzoru, zahrnuje 6 lavinových oblastí (Malý Kotel, Jelení žleb, Velká Kotlina, Sviní žleb, Sněžná kotlina) s 19 lavinovými dráhami. K těmto lavinovým dráhám je nutno přiřadit i lavinovou dráhu na svahu Kralického Sněžníku.

Nejvýznamnější oblastí z hlediska četnosti a rozměrů padajících lavin je Velká Kotlina na jihovýchodním svahu Vysoké Hole (1 464 m n.m.). Odtrhové pásmo zde leží v nadmořské výšce kolem 1 400 metrů. Horská služba zde eviduje laviny, které dosahují maximálně 400 metrů délky a šířky odtrhů 250 metrů, což jsou maximální hodnoty v celém pohoří.

V Jeseníkách je od roku 1934 do roku 2010 zaznamenáno v hlášeních HS 7 lavinových nehod, při kterých bylo zasypano 28 osob a 6 jich v důsledku zasypaní přišlo o život. Největší hromadná nehoda, která si naštěstí nevyžádala lidské životy, se stala 7. 2. 1980, kdy na svahu Vysoké hole ve Sviním žlebu, kde do té doby nikdy lavina nespadla a tento svah nebyl zanesen ani do lavinového

katastru, bylo 250 metrů dlouhou lavinou zasaženo družstvo 18ti lyžařů kousek pod odtrhovou zónou. Nejdéle byl při této nehodě zasypán muž, který v hloubce 2,5 metrů strávil pod sněhem 2 hodiny. I ten byl nakonec nalezen záchranným družstvem Horské služby živý (On.line učebnice Horské služby, 2012).

Poslední dvě oběti smrtelné nehody v Jeseníkách jsou důsledkem jízdy ve volné terénu, kdy v roce 2009 zemřel pod lavinou mladý snowboardista, který se v oblasti Velkého Kotle pohyboval se skupinou dalších tří osob za velice špatného počasí a akutního ohrožení lavinami. Druhou a prozatím poslední obětí laviny v Jeseníkách byl skialpinista, který zahynul také v oblasti Velké Kotliny při třetím stupni lavinového nebezpečí (Horská služba, 2012).

Velká oblíbenost Velké Kotliny jako nejnavštěvovanějšího místa volného lyžování v Jeseníkách je dána jednak její atraktivitou, velikostí, ale také podobně jako u několika lavinových lokalit v Krkonoších její velice snadnou dostupností, kdy se k jejímu pohodlnému dosažení dají využít lyžařské vleky v blízkém lyžařském areálu Figura vedoucí po svahu Petrových kamenů. Z nich stačí pouze překonat několik málo výškových metrů a pomocí traverzu dojet až do odtrhové oblasti Velké kotliny.

Metodika Horské služby rozděluje pohoří v České republice na lavinové oblasti, do kterých patří Krkonoše a Jeseníky s výskytem tradičních lavinových drah a nelavinové oblasti, do kterých zařazujeme všechna ostatní pohoří v ČR.

Přes toto tradiční rozdělení neplatí, že v pohořích, která jsou vedena jako nelavinová, nedochází k sesuvu lavin. I zde si v několika posledních zimních sezónách sněhové laviny vyžádali lidské životy.

Asi nejčastěji za poslední roky dochází k sesuvům lavin v **Beskydech**. S nárůstem počtu skialpinistů v tomto pohoří souvisí i varování Horské služby před lokálními sesuvy sněhu, které se zveřejňují na webových stránkách HS. První zaznamenanou obětí v důsledku pádu laviny v Beskydech byl skialpinista, který 25. 1. 2006 sjížděl jednu z roklí pod Barabskou cestou na jihozápadním svahu hory Smrk (1 276 m n.m.). Jak vyplývá ze zprávy o nehodě HS, postižený skialpinista byl zavalen vrstvou sněhu, která čítala pouhých 30 cm (Horská služba, 2012). I tato nikterak mohutná sněhová vrstva však pro něj měla fatální následky.

Prozatím poslední lavinová nehoda v Beskydech se stala 17. 2. 2012, kdy na sebe lyžař strhnul lavinu délky přibližně 100 metrů poblíž lanové dráhy na Pustevny. Tato lavina, ačkoliv se naštěstí obešla bez ztrát na lidských životech, je zajímavá z hlediska přivolání záchrany. Zavalený si byl schopen přivolat pomoc mobilním telefonem, což je velice ojedinělý případ, a také z důvodu zasypání dvou ze tří přivolaných záchranářů, které po jejich příjezdu na místo nehody zavalila lavina z vedlejšího svahu.

Obrázek č. 21: Oběť lavinové nehody v Beskydech. Dobře patrná je nižší vrstva lavinového nánosů (upraveno dle: Horská služba, 2012)



Také záchranáři Horské služby v **Krušných horách** mají v posledních zimních sezónách ve svých záznamech sesuvy sněhu, které však nedosahovaly nikterak velkých rozměrů. Ale přestože se délky pohybovaly v řádu desítek metrů, i tak si vyžádaly jeden lidský život.

Prozatím jediné lavinové neštěstí v Krušných horách, které si vyžádalo lidský život, se odehrálo 30. 1. 2010 pod vrcholem Mědník (910 m n.m.) nedaleko obce Měděnec. Dva malý chlapci se zde klouzali po malých sněhových převisích, které se s nimi dali do pohybu. Vznikl tak sněhový splaz, jehož dráha byla 35 metrů, šířka odtrhu byla totožná s délkou, výška odtrhu se pohybovala mezi 20 – 40 cm a sněhová halda v čele laviny dosáhla 150 cm (Horská služba, 2012). Zatímco jeden z chlapců se dokázal sám vyprostit, mladší z nich zůstal pod sněhem uvězněný a přivolaným záchranářům Horské služby se ho již bohužel nepodařilo zachránit.

Na **Šumavě**, ačkoliv není vedena jako tradiční lavinové pohoří, se nachází lavinové terény v příkrých svazích (karech) ohraničujících dvě jezera ledovcového původu – Černé a Čertovo jezero.

I v dalších českých pohořích jsou zaznamenávány občasné sesuvy sněhu. Ačkoliv zde nedošlo ke ztrátám na životech, je třeba mít na paměti, že i na svazích, které nejsou pokládány za lavinové, může dojít k podobným sesuvům jako v případě lavinové nehody na Mědníku v Krušných horách.

V záznamech Horské služby je od roku 1998 do současnosti uvedeno 15 lavinových nehod v ČR nebo v polských Krkonoších poblíž státní hranice s ČR, kde v případě lavinového neštěstí česká Horská služba ve spolupráci s polskou Horskou službou (GOPR) také zasahuje.

Jak je uvedeno v tabulce č. 9., při těchto nehodách bylo lavinou přímo zasaženo 25 lidí, z nichž nejčastěji se jednalo o skialpinisty, a z celkového počtu zasažených osob lavinovou nehodu nepřežilo 11 osob.

Tab. č. 9: Lavinové nehody za období 1998 – 2012

Datum	Lokalita, činnost při nehodě	Počet zasažených lavinou	Počet mrtvých
14. 3. 1998	Krkonoše – Labský důl, horolezectví	2	2
24. 11. 2001	Krkonoše – Kotelní jámy, skialpinismus	1	0
31. 12. 2001	Krkonoše – Kocioł Łomniczki (PL), nezjištěno	2	1
8. 2. 2005	Krkonoše – Mały Staw (PL), skialpinismus	2	2
27. 2. 2005	Jeseníky , skialpinismus	1	0
1. 3. 2005	Krušné hory – Boží Dar, chůze na sněžnicích	1	0
25. 1. 2006	Beskydy – Smrk, skialpinismus	1	1
15. 12. 2007	Jeseníky – Velká Kotlina, lyžování	3	0
21. 3. 2008	Krkonoše – Medvědí potok, skialpinismus	3	0
22. 3. 2008	Krkonoše – Biały Jar (PL), snowboarding	1	1
26. 12. 2008	Krkonoše – Pramenný důl, skialpinismu	2	1
13. 2. 2009	Jeseníky – Velká Kotlina, snowboarding	1	1
30. 1. 2010	Krušné hory – Mědník, sáňkování	1	1
31. 1. 2010	Jeseníky – Velká Kotlina, skialpinismus	1	1
17. 2. 2012	Beskydy - Pustevny	3	0
		25	11

Zdroje dat: Horská služba, 2012)

Je samozřejmé, že řada lavinových nehod, při kterých nedojde ke ztrátám na životech a kde jsou postižení schopni se z laviny vyprostit vlastními silami, není ani Horské službě ohlášena z důvodů obavy před právním postihem ze strany správ národních parků nebo chráněných krajinných oblastí. Je tedy velice pravděpodobné, že absolutní číslo lavinových nehod je vyšší než je v záznamech Horské služby uvedeno.

Obrázek č. 22: Lavina z 30. 1. 2010 v Krušných horách pod vrcholem Mědník (zdroj: Horská služba, 2012)



7 LAVINY V KRKONOŠÍCH

Krkonoše jsou nejvyšší částí Sudetského horského masívu. Svou rozlohou i nadmořskou výškou se dají z hlediska porovnání s neznámějšími evropskými pohořími označit jako horstvo malé, kdy nejvyšším vrcholem je Sněžka s nadmořskou výškou 1602 metrů. Rozloha pohoří činí cca. 800 km². Přes tyto charakteristiky, které nejvyšší pohoří České republiky zařazuje pouze do kategorie středohor, je zde v zimním období zaznamenávána velice intenzivní lavinová činnost.

I přesto, že rigorózní práce pojednává o působení sněhových lavin na celém území České republiky, kvůli výjimečnému postavení z hlediska četnosti výskytu sněhových lavin v rámci českých pohoří, byla lavinám v Krkonoších věnována v rámci této práce podrobná samostatná kapitola.

V Krkonoších se první sníh objevuje většinou v září nebo na konci srpna, kdy často zůstává v nejvyšších polohách ležet i několik dní. Trvalá sněhová pokrývka se udrží v průměru od poloviny listopadu do poloviny května a na náhorních plošinách dosahuje její průměrná výška cca 180 cm a v maximech až 300 cm (Spusta, Spusta, & Kociánová, 2003). Při intenzivní činnosti větru mohou sněhové převěje na hranách karů dosáhnout i několika metrových rozměrů. Nejmohutnější bývají v Úpské jámě, kde dosahují výšky až 12 metrů, délky 200 metrů a přesahují až 5 metrů přes hranu karu (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007).

Nesouvislá sněhová pokrývka v podobě sněhových firnových polí leží na několika místech přes 9 měsíců. Místem s největší akumulací sněhu a zároveň s nejdéle ležící sněhovou pokrývkou je neznámější sněhové pole „Mapa republiky“, nalézající se na jižním svahu Studniční hory spadající do Modrého dolu. Díky anemo-orografickému systému je zde sníh vytrvale transportován větrem z údolí Bílého Labe, které je vzdálené cca. 2 km severozápadním směrem. Sníh v těchto místech dosahuje výšky kolem 8 metrů. Neobvyklé nejsou ani případy, kdy sníh zde dosahuje výšky až 15 metrů (Harčarik, 2007). Sníh zde leží v závislosti na podmínkách nejčastěji do konce července nebo srpna. Ve výjimečných situacích zde sníh přetrvává až do další zimy. V určité fázi odtávání (nejčastěji na konci jara) mají odtávající zbytky firnového pole tvar hranic bývalého Československa a za dobrých podmínek jsou viditelné až z Hradce Králové. Místem s nejdéle ležící sněhovou pokrývkou na polské straně hor je lokalita Sněžné jámy (Śnieżny Kocioł). Výrazná délka trvání sněhové pokrývky v obou lokalitách je dána rozdílnými důvody. V případě Sněžných jam je to z důvodu stinné severní expozice lokality, zatímco v případě jižního svahu Studniční hory je důvodem velká sněhová akumulace na jejím jižním svahu.

Další významná sněhová pole se vytvářejí zejména na hranách Labského dolu, jižně od Harrachových kamenů nad Velkou kotelní jámou, ve východní části pohoří na hranách Obřího dolu a na severních svazích Luční hory.

Podrobnou inventarizaci sněhových polí na české straně hor zpracoval J. Šebesta (1978). Vzhledem k tomu, že sněhová pokrývka dosahuje v těchto lokalitách až 15 metrů, nelze ji většinou měřit běžnými metodami (sněhoměrnou tyčí nebo sněhovou sondou). Od roku 2000 provádějí pracovníci Správy KRNAP kinematická měření GPS v oblasti Mapy republiky, ze kterých lze zjistit nejenom výšku sněhu, ale také rozložení sněhu v prostoru, a tak lze analyzovat např. meziroční změny v rozložení a výšce sněhu a tvaru sněhového pole (Hejzman & al., 2006).

Tab. č. 10: Rozsah maximálních výšek sněhové pokrývky za desetileté období (1995/1996 – 2004/2005)

Lokalita	Maximální výška (m)
Návětrné prostory – závěr Mumlavského dolu (1 260 m n.m.)	1,00 – 3,50
Náhorní plošina – U čtyř pánů (1 345 m n.m.)	0,90 – 2,20
Náhorní plošina – Luční bouda (1 410 m n.m.)	1,10 – 3,50
Klimaticky exponované vrcholy – Harrachovy kameny (1 421 m n.m.)	0,30 – 1,20
Klimaticky exponované vrcholy – Studniční hora (1 554 m n.m.)	0,15 – 0,70
Závětrné prostory – hrana Pančavské jámy (1 305 m n.m.)	1,45 – 3,05
Závětrné prostory – sněhové pole Mapa republiky (1 350 – 1 450 m n.m.)*	6,10 – 15,70

Zdroje dat: měření V. Spusta a Správy KRNAP (Harčarik, 2007)

Poznámka: *Údaje za šestileté období (1999/2000 – 2004/2005)

Jak vyplývá z tabulky č. 5, dosahuje sněhová pokrývka největší mocnosti v závětrných prostorech závěrů horských údolí a naopak nejmenší je na větrně exponovaných vrcholech nad horní hranicí lesa nejvyšších krkonošských vrcholů, jako je Luční hora, Studniční hora, Vysoké kolo a Sněžka. Sníh zde dosahuje výšky pouze několika centimetrů a odtává výrazně dříve a to až o několik týdnů.

V oblasti náhorních plošin v okolí Labské a Luční boudy provádí dlouhodobá měření Český hydrometeorologický ústav a Horská služba. Výška sněhu zde dosahuje většinou 1 – 3,5 metru. Nejkratší zaznamenaná doba souvislé sněhové pokrývky byla podle více než čtyřicetiletých záznamů pro Luční boudu 104 dní (od 21. 12. 1962 do 2. 4. 1963). Naopak nejdelší sněhová pokrývka trvala více než dvojnásobek – 226 dní, a to od 4. 10. 1974 do 17. 5. 1975. Nejvyšší naměřené hodnoty nového sněhu za 24 hodin se pohybují kolem 65 cm a nejsou jednoznačně vázány na nejvyšší polohy. Součet množství nového sněhu za celé zimní období se v nižších polohách pohybuje kolem 250 – 450 cm, na hřebenech 500 – 600 cm (Spusta, Spusta, & Kociánová, 2003).

Krkonošské hřbety se dají charakterizovat jako mohutná hradba, která vystupuje z německo-polských nížin orientovaná ve směru Z-V. Také krkonošská údolí, která jsou většinou orientována ve shodném směru Z-V, zesilují svou orientací účinek vlhkých oceánických JZ-Z větrů na krkonošské hřebeny (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová 2006). Rozložení a výška sněhové pokrývky v horském prostředí jsou závislé zejména na tvaru terénu a větrném proudění. Při sněžení tak často dochází k nerovnoměrnému ukládání sněhu, kdy nejvíce ho leží na závětrných svazích. Velice významné je v Krkonoších tzv. **druhotné převívání sněhu**, kdy je napadaný sníh větrem transportován z hřebenů a náhorních plošin do závětrí.

Vztah mezi západo-východní orientací hlavních krkonošských údolí, existencí náhorních plošin mezi těmito údolím a převládajícím západním prouděním podrobně popsal ve své teorii větrohoropisných soustav (anemo-orografických systémů, zkráceně **A-O systémů**) prof. J. Jeník (1961).

Větrné proudění ze západních směrů je v Krkonoších zesilováno a usměrňováno v závěrech návětrných (vodících) údolí Mumlavy a Bílého Labe a přemísťuje sníh (sněhový drift) z náhorních plošin Labské a Pančavské louky, resp. Bílé louky do závětrných turbulentních prostorů ledovcových údolí (Harčarik, 2007).

Obr. č. 23: Sněhové akumulace v podobě sněhových převisů na hraně Labského dolu v okolí Labské boudy (foto: Jan Kohoutek, 2011)



Velmi příhodné podmínky pro vznik sněhových lavin v Krkonoších vytváří oblé a travnaté vrcholy a také rozsáhlé náhorní planiny alpínské a subalpínské oblasti (tzv. travnatá zóna krkonošské arkoalpínské tundry), které v některých místech strmě spadají do ledovcových karů, jam, žlabů a roklí. Díky těmto geomorfologickým podmínkám a také sněhovým a větrným podmínkám existují v některak rozsáhlých Krkonoších velmi dobré přírodní předpoklady pro velmi intenzivní lavinovou činnost.

Tab. č. 11: Vegetační stupně Krkonoš

Stupeň	Výškové rozpětí (m n.m.)	Hlavní ekosystémy	Celková rozloha (%)	ČR (%)	PL (%)
Submontánní	400 – 800	Listnaté a smíšené lesy, podhorské louky	50,0	35	15
Montánní	800 – 1 200	Jehličnaté lesy a horské louky	40,0	30	10
Subalpínský	1 200 – 1 450	Subalpínské křoviny, nivy, trávníky a rašeliniště	9,3	6,8	2,5
Alpínský	1 450 – 1 602	Alpínské trávníky a lišejníková tundra	0,7	0,5	0,2

Zdroje dat: Štursa (2007)

Alpínská a subalpínská oblast existuje v Krkonoších odděleně v západní a východní části. V obou částech se jedná o rozsáhlé náhorní plošiny, z kterých vystupují vyvýšené části Slezskeho (Hraničního) a Českého hřbetu.

Zhruba tři čtvrtiny lavinových drah jsou situovány v závětrných polohách náhorních plošin, které jsou v zimním období obrovskou zásobárnou sněhu a tvoří součást anemo-orografických systémů (větro-horopisných soustav). Další dráhy jsou vázány na svahy, žlaby a rokly přilehlých vrcholů a zalesněných údolí (Jeník, 1961).

Sněhové laviny se objevují v Krkonoších pravděpodobně již od konce třetihor, kdy došlo k postupnému ochlazení klimatu, tzn. asi 2,4 milionu let (Jeník, 1958). V průběhu několikerého čtvrtohorního zalednění byly lavinami vyživovány i některé z ledovců – např. v údolí Bílého Labe nebo Dlouhém dole (Králík & Sekyra, 1969; Šebesta & Tremel, 1977). Při pozorování mapy pleistocenního zalednění Krkonoš a současných lavinových drah je patrné, že současné rozmístění lavinových drah je ze 75% vázáno na oblasti bývalých pleistocenních karových ledovců a firnových polí (Sekyra, 1969).

V období 17. a 18. století se v historických záznamech objevují i zprávy o lavinách z nižších podhorských poloh, například ze Sklenařovic, Horního Lánova nebo Rokytnice nad Jizerou. V tomto období byl také stav lavinových polí vyšší než v současné době v důsledku menší rozlohy lesních ploch, které byli v tomto období velmi intenzivně káceny v důsledku výroby dřevěného uhlí pro hutě,

na výdřevu stříbrných dolů a na získání nových pastvin. V důsledku pozdějšího systematického zalesňování Krkonoš je tedy dnešní stav lavinových polí o něco nižší než v minulosti.

V současné době se počet lavinových polí, až na výjimečné případy, nemění, ale poměrně často dochází k situaci, kdy jsou stávající lavinová pole zvětšována. K tomuto jevu dochází za situace, kdy na některém lavinovém poli jsou mimořádné sněhové podmínky, že vznikající laviny mají větší hmotnost, objem a rychlost, než bývá obvyklé. Nejčastěji jde o laviny z nového sněhu, prachového nebo zlomkového prachového sněhu. Při pádu těchto lavin dochází k vytvoření lavinového oblaku, který dává vzniknout výrazné tlakové vlně v čele laviny. Nejčastější překážkou těchto lavin je lesní porost na konci stávajících lavinových drah. Na základě dosavadních poznatků tyto lavinové situace nastávají třikrát až čtyřikrát za století. Pokud je horní hranice lesa ovlivněna lavinovou činností, hovoříme o tzv. lavinovém variantu hranice lesa (Midriak, 1977).

Na české straně je známo 56 lavinových drah (Spusta, 1962, Spusta & al. 2003), na polské straně 51 (Brzeziński, 1998). Lavinová činnost se odehrává na území, které zaujímá plochu přibližně 450 ha na české a 114 ha na polské straně hor a zároveň se soustřeďuje mezi vrcholy Sněžky a Kotle, které jsou od sebe vzdáleny cca 15 km. V mapě lavinových terénů Krkonoš má každá lavinová dráha přiřazeno svoje číslo z důvodů snadnějšího zpracování a prezentace výsledků lavinového výzkumu. Pro srovnání lze uvést příklad Tatranského národního parku, kde je v lavinovém katastru zaevidováno 485 lavinových drah (Midriak, 1977).

Každé lavinové pole, neboli lavinová dráha, je kromě čísla i pojmenováno. Názvy lavinových polí jsou nejčastěji shodné s místopisným jménem místa v případě, že tento název existuje např. Martinova jáma. Pokud tento název pro danou lokalitu neexistoval byl jí tvůrci lavinového katastru přiřazen na základě některých významných znaků, vyskytujících se v dané lokalitě jako je Borůvkový žlab, Tetřeví žlab atd.

Hierarchicky vyšší „jednotkou“ jsou lavinové oblasti, u kterých pojmenování určuje název dolu, do kterého laviny sjíždějí, což lze prakticky využít v případě akutního lavinového nebezpečí, kdy je snazší varovat veřejnost uvedením jména ohroženého dolu, než zdlouhavě označovat jednotlivé lavinové dráhy. Například do lavinové oblasti Dlouhého dolu sjíždějí laviny z Luční hory, Železné hory, z Kozích hřbetů, Stohu a Zadní Planiny. V případě hrozící aktivity některé z těchto drah se ve sdělovacích prostředcích uvede pouze jméno Dlouhého dolu.

Mapy lavinových oblastí v západní i východní části Krkonoš jsou uloženy jako příloha č. 3 a 4.

7.1 Lavinové dráhy české části východních Krkonoš

Lavinový katastr východní části Krkonoš je rozsáhlejší než západní části pohoří. V lavinovém katastru východní části je evidováno a pravidelně sledováno 54 lavinových drah ve 13 lavinových oblastech na české i polské straně hor. Nejrozsáhlejšími oblastmi s největším počtem lavinových drah jsou oblasti Obřího a Dlouhého dolu ležící přibližně západním směrem od vrcholu Sněžky.

Lavinová oblast Obřího dolu

Obří důl byl v minulosti výrazně modelován ledovcem, který měl délku přes 4 km a dosahoval mocnosti kolem 100 metrů (Migoň & Pilous, 2007). V údolí se dodnes zachovaly tři ledovcové morény, které protíná řeka Úpa. Lavinové dráhy v této oblasti lze rozdělit do tří menších skupin podle lokality jejich výskytu.

- **Sněžka** (1 602 m n.m.) - dráhy č. 1 Žlaby Sněžky a 1A Rudná rokle

V dráze č. 1 dochází k lavinovým odtrhům v největší nadmořské výšce z celých Krkonoš a to 1 585 m n.m. s dojezdem okolo 1 230 m n.m. Laviny se zde uvolňují ve skalnatých roklích s maximální šířkou odtrhu do 15 metrů, což je naopak nejméně z celých Krkonoš. Dalším „nej“ této lavinové dráhy je rozmezí sklonitosti území, které se pohybuje mezi 60° a 50° a činní tak tento lavinový svah nejprudším v Krkonoších.

Dráha č. 1 A Rudná rokle se rozprostírá na travnatém JV svahu Sněžky s pásmem odtrhu kolem 1 450 m n.m. V těchto místech dochází k hromadění sněhu převátého sem hlavně z prostoru Obří boudy. Na lavinové dráze č. 1A zahynul v lavině 1. 4. 1900 hlídač z tehdy ještě pruské Obří boudy Stefan Dix.

Na lavinových svazích Sněžky jsou nejčastější laviny ze suchého sněhu s čárovým odtrhem. Na lavinovém svahu Žlaby Sněžky je častý také odtrh bodový. Podle tvaru lavinové dráhy se uvolňují laviny žlabové (Žlaby Sněžky) a plošné (Rudná rokle). Dalším možným spouštěcím mechanismem pro uvolnění bývá pád sněhových převějí (Spusta & Kociánová, 1998). Za zimní sezónu zde průměrně spadne značné množství lavin, z nichž některé menších rozměrů ani pracovníci Horské služby nezaznamenávají.

- **Úpská jáma** – dráhy č. 2 Žlab Úpičky, č. 3 Úpská rokle, č. Sněhová strž, č. 5 Lavinový žlab

Úpská jáma je jeden z nejvýraznějších a nejrozsáhlejších ledovcových karů v Krkonoších. Na všech svazích je zde intenzivní lavinová činnost díky strmým nezalesněným stráním a to i do pozdních jarních dnů, kdy pády lavin zde jsou zaznamenány ještě v květnu (jedná se hlavně o pády

odtávajících zbytků sněhových převějí). Pro toto území je charakteristické velice intenzivní převívání sněhu z náhorních plošin Bílé louky, Úpského rašeliniště a Równia pod Śnieżka. Na hraně karu se v závětrných prostorách hromadí obrovské množství sněhu, kdy v těchto místech vznikají mohutné sněhové převěje, které v těchto místech dosahují délky až 250 m, výšky 12 m a přečnávají až 5 metrů přes hranu karu.

Ke vzniku lavin zde dochází v důsledku dvou situací. První z nich je pád sněhové převěje, která druhotně poruší soudržnost sněhové pokrývky na svahu pod ní a strhává jí sebou nejčastěji v podobě deskové laviny. Nebo vznikají pouze malé laviny, kdy po lavinové dráze sjíždí pouze sněhová hmota samotné převěje (Spusta & Kociánová, 1998).

K odtrhům lavin dochází v Úpské jámě v nadmořské výšce kolem 1 400 m n.m. a v případě lavinové dráhy č. 3 Úpská rokle mají spadlé laviny nejdelší dráhu z celých Krkonoš. Dosahují délky až 1 600 metrů v případě, že se jejich čelo zastaví až pod Dolním Úpským vodopádem. K této situaci dochází buď v případě velkého množství sněhu nebo při současném pádu několika lavin a jejich následnému spojení v jednu lavinu velkých rozměrů (Spusta & Kociánová, 1998). Šířka lavinových odtrhů je zde kolem 200 metrů. Zajímavostí na dráze č. 4 Sněhová strž je sněhový útvar zvaný Sněhový most, což je výrazná sněhová akumulace v terénním zářezu 1 400 m n.m. vzniklá sněhovým převíváním, která přetrvává zpravidla až do pozdního léta.

Obr. č. 24: Lavinová dráha č. 1A Rudná rokle (foto: Jan Kohoutek, 2012)



V celé lokalitě Úpské jámy sjede za jednu zimní sezónu 8 až 12 lavin a často i několik lavin na jedné dráze opakovaně (Spusta & Kociánová, 1998). Vyskytují se zde všechny druhy lavin a na Krkonoše i velké procento lavin prachových, které vzhledem ke dlouhým lavinovým drahám dosahují v těchto místech velice vysokých rychlostí. Největší zaznamenaná lavina zde sjela 8.3. 1956, kdy se sněhová masa zastavila až na dně Obřího dolu a na své dráze smetla 2,5 ha lesa. Lavina dosáhla objemu 480 000 m³ a hmotnosti 120 000 tun (Vrba, 1969). Na hraně karu i v oblastech pod a nad ní je zejména v jarních měsících, kdy sněhový profil obsahuje mnoho vody a zvyšuje tak svou hmotnost, dobře patrné pomalé plazení sněhu. To má za následek vznik řady trhlin ve sněhové vrstvě, z nichž některé dosahují i hloubek v řádu několika metrů.

- **Velká a Malá Studniční jáma, Čertův hřebínek** – lavinové dráhy č. 6, 6A, 6B, 6C, 7

Lavinové dráhy spadají do Obřího dolu z V a JV stěny Studniční hory (1 554 m n.m.). Nejvýznamnějšími jsou lavinové dráhy č. 6 Velká Studniční jáma a č. 7 Malá Studniční jáma. V dráze č. 6 dochází k lavinovým odtrhům ve výšce 1 460 metrů. Většina lavin se zastaví nad výrazným skalním stupněm, který se nachází na lavinové dráze o cca 100 metrů výškových níž. Jednou za 5 – 10 let se v pravidelně opakujících cyklech uvolňují i velké laviny, které tento stupeň překonají (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006). Takovéto laviny pak dosahují velkých rozměrů, kdy šíře odtrhu může dosahovat až 380 m a délky 1300 m. Tyto velké laviny mají dostatek energie, aby si prorazily cestu vzrostlým lesem a dojely až k řece Úpě na dně Obřího dolu.

V Malé Studniční jámě (dráha č. 7) se laviny uvolňují nejčastěji pádem sněhových převějí a mají délku do 800 metrů. Od roku 1999 zde však došlo již třikrát k vypadnutí celé stěny a následnému vzniku mohutných základových lavin o délce až 1 200 metrů, z nichž poslední základová lavina v roce 2005 strhla s sebou spolu se sněhovou masou i velký objem horninového podloží a její velice výrazná dráha byla viditelná až z Hradce Králové.

Lavinové dráhy č. 6A, 6B a 6C nejsou z hlediska lavin tak významné. Jedná se o skalnaté rokliny, z nichž dráha č. 6C je pozůstatkem po zemní lavině, která zde sjela v létě 1974 (Spusta & Kociánová, 1998). V těchto drahách se uvolňují laviny pouze malých rozměrů, které dosahují délek kolem 450 metrů. Na místech odtrhu těchto drah se netvoří sněhové převěje a pro vznik větších lavin chybí i rozsáhlejší plochy pro ukládání sněhu. Menší laviny, které zde sjíždějí téměř po každém větším sněhovém přídele, se nezaznamenávají.

Obr. č. 25: Úpská jáma (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Obr. č. 26: Malá Studniční jáma (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Tab. č. 12: Přehled lavinových drah oblasti Obřího dolu

Dráhy	Název	Sklon	Expozice	Odtrh (m n.m.)	Dojezd (m n.m.)	Výškový rozdíl (m)	Délka max (m)	Šířka odtrhu max. (m)
1	Žlaby Sněžky	60° - 50°	J	1 585	1 230	355	600	4 krát 15
1A	Rudná rokle	50° - 40°	JV	1 450	950	500	800	200
2	Žlab Úpičky	45° - 40°	J	1 390	1 050	340	700	150
3	Úpská rokle	45° - 35°	JV	1 390	950	440	1 600	200
4	Sněhová strž	50° - 45°	V	1 410	1 050	360	900	150
5	Lavinový žlab	55° - 50°	VSV	1 450	1 050	400	950	250
6	Malá Studniční jáma	45° - 40°	V	1 400	920	480	1 300	250
6A	Čertova	50° - 45°	JV	1 350	975	375	550	30

	zahrádka							
6B	Čertova rokle	50°- 45°	JV	1 300	975	325	480	30
6C	Murová dráha	50°- 45°	JV	1 200	975	225	300	20
7, 7A	Velká Studniční jáma	50°- 45°	Vjv	1 460	1 150	310	750	220

Zdroje dat : upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007

Lavinová oblast Modrý důl – lavinová dráha č. 8

V lavinové oblasti se nachází pouze jedna lavinová dráha, ale vzhledem k lavinové aktivitě a rozměrům padajících lavin velice významná. Na první pohled se mírný jižní svah Studniční hory se sklonem v rozmezí 32° - 37°, nezdá z hlediska lavinové aktivity nikterak zvláštní. Jeho výjimečnost spočívá hlavně v největším hromadění sněhu (až 15 m) v Krkonoších. Velké množství sněhu je sem transportováno při S a SZ proudění větru z rozsáhlých rovin kolem Luční boudy. Součástí této lavinové dráhy je i neznámější sněhové pole Mapa republiky. Tento intenzivní sněhový transport dělá z jinak nevýrazného svahu jedno z nejnebezpečnějších lavinových polí v Krkonoších. K lavinovým sesuvům zde dochází nejčastěji po krátkém ale velice intenzivním sněžení.

Lavinová aktivita je na této dráze poněkud odlišná než na ostatních lavinových drahách. Dlouhodobý výzkum M. Vrby a K. Kácovského dokazuje, že tato lavinová dráha je mnohem aktivnější v případě, když ostatní lavinové dráhy jsou aktivní velice málo a naopak (Spusta & Kociánová 1999).

Na tomto v mnoha skutečnostech zvláštním lavinovém poli se objevuje další ze svahových pochodů – plazení sněhu. Tento velice pomalý avšak vytrvalý posun sněhové pokrývky po svahu, který v těchto místech dosahuje maximálně několik cm za den, má za následek erozi vegetačního krytu a půdy, která se v této lokalitě objevuje velice výrazně. V minulosti prováděný výzkum ukázal, že v této lokalitě neexistoval ani v období úplného zalesnění Krkonoš souvislý porost dřevin. Vegetace zde má stále ráz subalpínské tundry a sporé trsy kosodřeviny i ojedinělé smrky mají viditelné znaky tlakových deformací. V pásmu maximálního sklonu svahu je dokonce zcela holý pruh křemencové a rulové sutě bez jakékoliv i nejnižší lišejníkové vegetace (Vrba, 1969).

Nadmořská výška odtrhů je kolem 1 480 m a laviny zde dosahují délky až 1 100 metrů, kdy lavina jen těsně míjí horskou chatu Děvín, překonává turistickou cestu z Pece pod Sněžkou na chatu Výrovka a ve výjimečných situacích vyjíždí i do protisvahu nad Modrým potokem. Povrchové laviny zde převažují nad základovými, přičemž nejčastěji se zde objevují laviny deskové.

Jedna z největších lavin zde sjela 3. 2. 1985, kdy během 24 hodin napadlo na hřebeni Krkonoš cca. 40 cm sněhu při rychlosti větru až 140 km/hod. Tento silný SSZ vítr nahromadil velké množství sněhu na závětrném svahu Modrého dolu a hned druhý den došlo k utržení laviny o šířce odtrhu 180 metrů a výšce 4 m přefoukaného větrem utemovaného sněhu. Tato velká lavina projela ve vzdálenosti pouhých 20 metrů od boudy Děvín (Spusta & Kociánová, 1998). K pádu poslední velké laviny zde došlo 12. 12. 2012. Lavina, kterou uměle vyvolali dva lyžaři, měla výšku odtrhu přes 2 metry (Kořízek & Holeček, 2012).

Tab. č. 13: Přehled lavinových drah oblasti Modrého dolu (upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007)

Dráhy	Název	Sklon	Expozice	Odtrh (m n.m.)	Dojezd (m n.m.)	Výškový rozdíl (m)	Délka max (m)	Šířka odtrhu max. (m)
8	Modrý důl	32°- 37°	J	1 480	1 100	380	1 100	200

Zdroje dat : upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007

Lavinová oblast Dlouhý důl

Dlouhý důl je území s velice koncentrovanou a četnou lavinovou činností, která si zde vyžádala i mnoho lidských životů. Do 4 km dlouhého dolu směřuje 14 lavinových drah, z nichž nejvíce směřuje z Luční hory 7, z Kozích hřbetů 4, ze Stohu 1 a ze Zadní Planiny 1. Dno údolí je protékáno Dolským potokem a vede zde také velice frekventovaná turistická cesta ze Špindlerova Mlýna na Výrovku, která je na mnoha místech lavinami ohrožována ve značné délce. Rozsáhlé lavinové dráhy tohoto údolí (hlavně dráhy č. 12, 13, 14) jsou typické širokými odtrhovými pásmy, které se vlivem terénu kuželovitě zužují do tvaru žlabů a stávají se tak ve své spodní části drahami žlabovými, kde se v čele spadlé laviny hromadí obrovské množství sněhu.

- Lavinové dráhy spadající do Dlouhého dolu z **Luční hory** (1 555 m n.m.) – dráhy č. 9. Dolský žlab, č. 10 Brusinkový žlab, č. 11, 11A, 11B Pramenný důl, č. 12 Lovecký potok

K nejvýznamnějším drahám v této oblasti patří dráha č. 11 Pramenný důl, která je zároveň drahou, kde došlo 26. 12. 2008 k prozatím poslednímu lavinovému sesuvu, který si vyžádal lidský život mladé ženy, která se v této oblasti pohybovala spolu se dvěma dalšími osobami na skialpinistických lyžích. Tuto rozsáhlou dráhu tvoří tři větší žlaby s odtrhem v nadmořské výšce kolem 1 475 metrů o celkové šíři kolem 400 metrů s J až JV orientací na svahu Luční hory (1 555 m n.m.), které se ve své střední části esovitě stáčejí. Ve spodní části lavina proniká do lesního porostu a překonává turistickou cestu, po které pokračuje ještě asi 200 metrů. Poškození lesního porostu je dobře viditelné i v terénu, kdy při pohledu zdola jsou stromy na pravé straně vyšší než na straně levé,

kde jsou jejich horní části ulámané. Po velké lavině, která zde sjela v roce 1992, dosahovaly sněhové nánosy na turistické cestě až 6 metrů (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006).

Další významnou drahou je dráha č. 12 Lovecký potok na svahu mezi Luční horou a Kozími hřbety, kde jsou převažujícím typem laviny deskové, které zde sjedou v průměru dvakrát za zimní sezónu. V dolní části této dráhy dochází k propojení s dráhou č. 13 spadající po jižním svahu Kozích hřbetů a v případě dojetí až do konce lavinové dráhy, kdy její délka dosáhne až 1 350 metrů, se její čelo zastavuje pouhých 500 metrů od obydlené budovy ve Svatém Petru. Zajímavostí lavinové dráhy č. 12 je to, že na této dráze došlo v několika posledních letech k jejímu podstatnému rozšíření o cca více jak 100 m (Spusta & Kociánová, 1998).

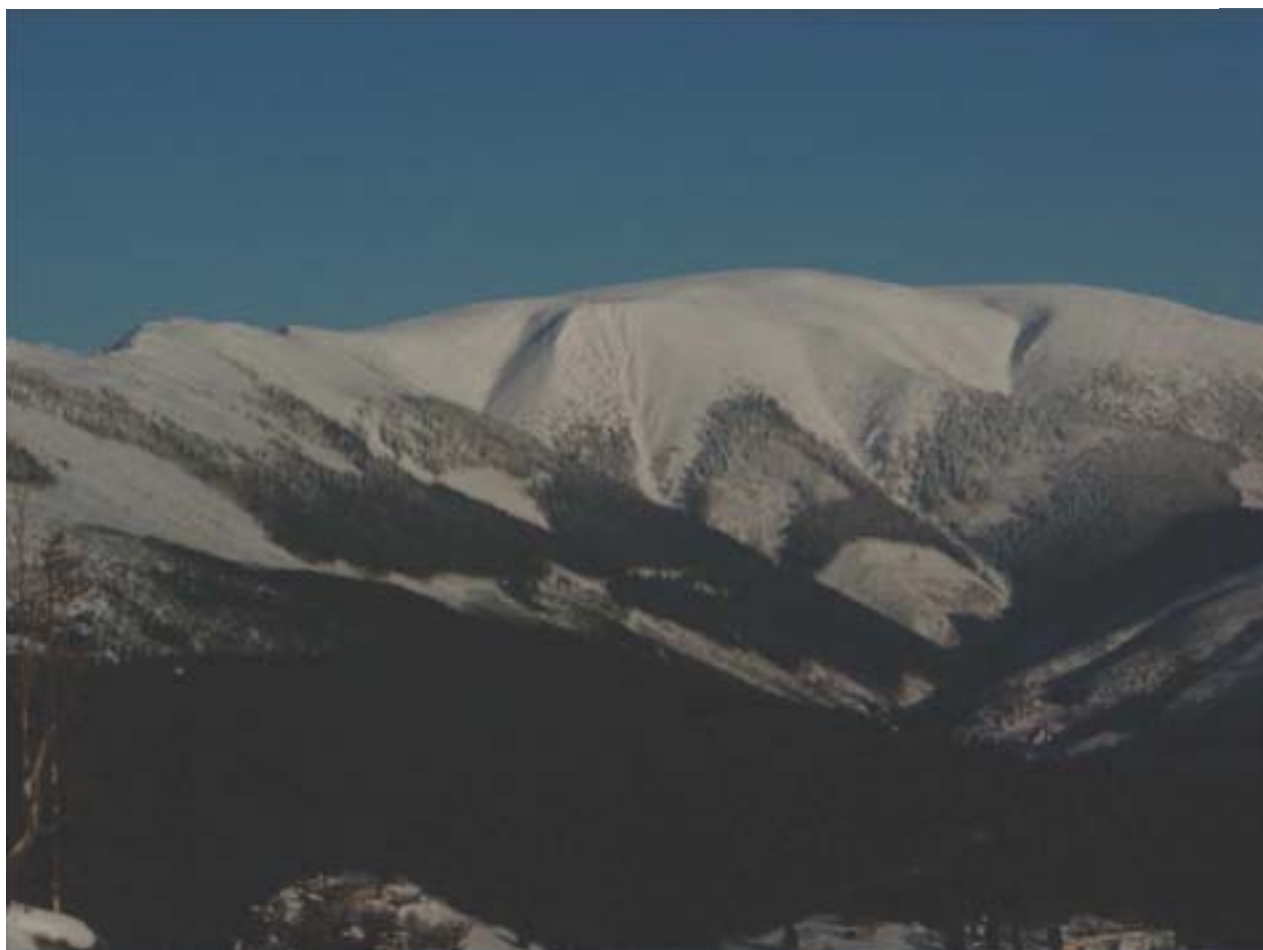
Lavinové dráhy č. 9 a č. 10 ležící v závěru Dlouhého dolu cca 400 metrů od horské chaty Výrovka nejsou z hlediska četnosti lavinových sesuvů významné. Za celou dobu sledování zde sjelo pouze 12 lavin z nichž poslední v roce 2002. Podmínky pro vznik lavin se zde vytváří hlavně po vydatném sněžení ve spojení se S-SZ prouděním.

- Lavinové dráhy spadající do Dlouhého dolu z **Kozích hřbetů** (1 422 m n.m.) – dráhy č. 13 Hrazený potok, č. 13A Holá stráň, č. 13B Kamenná strž, č. 13C Hřebínky, č. 14 Suchý žlab, č. 15 Tetřeví žlab

Všechny dráhy spadají po jižním svahu Kozích hřbetů. Dráhy č. 14., č. 13 se ve své dolní části spojují. Celkově je tato oblast z hlediska pádů lavin velice aktivní a všechny tyto dráhy mohou být činné i několikrát za zimní sezónu. Na konci 80. let se lavinová dráha č. 13 rozšířila o další 3 dráhy z důvodu prosychání lesa (13A, 13B) a jeho vylámaní (13C) v důsledku extrémních podmínek v roce 1987, kdy dne 13. 1. po velmi intenzivním sněžení a následném prudkém oteplení z -25°C na -10°C spadlo v celých Krkonoších 34 lavin za necelých 24 hodin. Na tehdy vzniklé nové dráze 13C působily v její horní části velké masy sněhu na oslabený smrkový porost, vytvořila se tím odtrhová zóna, která dosahovala šířky 100 m. V této horní části takto vzniklá lavina vylámala asi 1 ha lesa a měla dostatek energie, aby pokračovala přes dno údolí do protisvahu, kde došlo opět k zničení lesa. Následně se lavina stočila pokračovala údolím po dráze Hrazeného potoka, zastavila se v protisvahu po překonání Dolského potoka až nad turistickou cestou. Materiál nánosu z této laviny obsahoval kromě sněhu a kamení i celé stromy a dosahoval výšky až 4 metry (Spusta & Kociánová, 1998). Dráhy situované na jižním svahu Kozích hřbetů si již vyžádali 6 lidských životů.

Poslední lavinovou drahou v této lokalitě je dráha č. 15 Tetřevý žlab. Na této úzké lavinové dráze dochází v důsledku Z, SZ i SV proudění k ukládání sněhu, který způsobuje pád i velkých lavin, které na své dráze sjíždějí přes Judeichovu a o něco níže položenou Starou Bucharovu cestu, kde se vtlačí do úzkého žlabu. Po cca 1 000 metrech se čelo lavin zastavuje 200 metrů od prvních celoročně obývaných stavení ve Svatém Petru v nadmořské výšce 850 metrů, což je nejnižší položený lavinový dojezd v Krkonoších. Ještě v 70. letech 20. století byla tato lavinová dráha z větší části zarostlá vzrostlým lesem a laviny se zde nevyskytovali nebo zde docházelo pouze k náznakům lavinové aktivity. Dne 10. ledna se objevila na volném svahu těsně pod hřebenem Kozích hřbetů ve sněhové pokrývce puklina a došlo zde k sesunu sněhových desek a bloků v délce 20 – 50 metrů. Potom se torzo laviny zastavilo, protože sněhová masa byla podepřena lesem. Jiná situace nastala 13. 3. 1971. Ve východní části svahu se sesunula úzká měkká desková lavina, která se propletla mezi stromy, a jednotlivé sněhové bloky se dostaly až do vzdálenosti 500 metrů od místa odtrhu. Ostatní se zbrzdily a zůstaly roztroušeny po celé lavinové dráze (Vrba & Spusta, 1975). V současné době je lavinová dráha i její okolí téměř odlesněno v důsledku těžby lesních porostu poškozených imisemi. Není tedy

Obrázek č. 27: Lavinové dráhy spadající do Dlouhého dolu (foto: Jan Kohoutek, 2009)



vyloučeno rozšíření lavinové dráhy, popřípadě vznik zcela nových lavinových drah v jejím blízkém okolí hlavně za předpokladu uvolnění masy sněhu, která by nabyla potřebného zrychlení pro vznik vzdušné tlakové vlny, která by vykácela okolní řídký lesní porost.

- Lavinové dráhy spadající do Dlouhého dolu ze **Zadní Planiny** (1 423 m n.m.) a **Stohu** (1 315 m n.m.) – dráhy č. 16 Borůvkový žlab a č. 17 Vojenský žlab

Lavinové dráhy na SZ a SV svazích Planiny a Stohu nejsou příliš aktivní a k pádům lavin zde dochází maximálně jednou za zimu za předpokladu účinků jižních větrů, které sem transportují sníh hlavně z mírných J a JV svahů Zadní Planiny. Laviny z těchto drah sjíždějí do Dolského potoka, kde a ještě poté několik desítek metrů sledují jeho tok. Laviny se zde vyskytují převážně deskové. Ve výjimečných situacích mohou být lavinově aktivní i tři žlaby mezi těmito dvěma poli a tato tři netradiční lavinová pole jsou i v nejaktuálnějších mapách vyznačeny. Okolí všech lavinových polí v této lokalitě je buď zcela bezlesé nebo je porostlé pouze velmi mladým lesem. Lze tedy předpokládat, že za výjimečných sněhových podmínek může dojít k vytvoření nových lavinových drah nebo k rozšíření drah stávajících.

Tab. č. 14: Přehled lavinových drah oblasti Dlouhého dolu (upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007)

Dráhy	Název	Sklon	Expozice	Odtrh (m n.m.)	Dojezd (m n.m.)	Výškový rozdíl (m)	Délka max (m)	Šířka odtrhu max. (m)
9	Dolský žlab	35°- 30°	JZ	1 360	1 250	110	290	80
10	Brusinkový žlab	35°- 30°	J	1 300	1 160	140	400	35
11,11A , 11B	Pramenný důl	45°- 40°	JJV	1 475	1 000	475	1 300	280
12	Lovecký potok	35°- 30°	JZ	1 420	920	500	1 350	200
13	Hrazený potok	35°- 30°	JZ	1 400	920	480	1 390	170
13A	Holá stráň	35°- 30°	J	1 380	1 130	250	400	140
13B	Kamenná strž	35°- 30°	SZ	1 400	1 200	200	400	100
13C	Hřebínky	40°- 35°	Z	1 380	920	460	850	130
14	Suchý žlab	40°- 35°	V	1 370	980	390	1 150	100

15	Tetřeví žlab	40°- 35°	J	1 380	850	530	900	170
16	Borůvkový žlab	40°- 35°	SV	1 290	950	340	850	200
17	Vojenský žlab	35°- 30°	SZ	1 350	1 050	300	800	120

Zdroje dat : upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007

Lavinová oblast Důl Bílého Labe

Důl Bílého Labe je odlehlé a značně rozsáhlé horské údolí, do kterého směřuje 8 lavinových drah, z nichž některé jsou lavinově velice aktivní. Dnem údolí vede Weberova cesta, která sleduje tok Bílého Labe a spojuje Špindlerův Mlýn přes Boudu u Bílého Labe s Luční boudou. Lavinové dráhy lze rozdělit v tomto údolí do dvou skupin. První skupinu tvoří dráhy, které sjíždějí ze severních svahů Kozích hřbetů, druhou skupinu vytváří dráhy vedoucí ze Stříbrné stráně, Suťového svahu a Malého Šišáku (Mały Szyszak). Celé údolí je v zimě velice špatně přístupné.

- Lavinové dráhy spadající do Údolí Bílého Labe z **Kozích hřbetů** – dráhy č. 18 Lavinová jáma, č. 18A Levý žlábek, č. 19 Bílá jáma, č. 19A V serpentíně, č. 20 Bílá stráně

Celý severní svah Kozích hřbetů je díky své orientaci, dostatečnému ukládání sněhu, sklonem a skromným lesním porostem velice lavinově aktivní. Jeho nebezpečí narůstá za určitých podmínek, kdy jsou možné sesuvy lavin v celé šíři tohoto svahu a laviny pak dosahují velice impozantních rozměrů.

Laviny drah č. 18 a č. 18A mohou být v místě odtrhu až 300 metrů široké díky amfiteátrovitě modelovanému severnímu svahu Kozích hřbetů. Po 800 metrech dosahují toku Bílého Labe a stáčí se podél jeho toku dalších cca 200 metrů. Dosáhnou-li hladiny řeky, vyvrhují na břeh velké množství ledových ker až do 50 metrů vzdáleného lesního porostu. Má-li lavina dostatek energie, pokračuje dále ve směru toku Bílého Labe dalších 200 až 250 metrů a je schopna vzniklou sněhovou haldou zaplnit celé koryto řeky (Spusta & Kociánová, 1998).

Dráha č. 18A vznikla v poměrně nedávné době, kdy v roce 1986 byl oslabený les v těchto místech sněhovými sesuvy vylámán a trasa dráhy se poté ustálila do současné podoby. Západním směrem od dráhy č. 18 sjela v září roku 1994 velká zemní lavina, jejíž dráha je patrná dodnes a ve výjimečných případech je také tato lokalita lavinově aktivní (Spusta & Kociánová, 1998).

Dráhy č. 19, č. 19A a č. 20 leží v závěru Dolu Bílého Labe v místech, kde se údolí zařezává do náhorní plošiny Bílé louky. Laviny zde nedosahují velkých délek (maximum do 350 m), ale z hlediska

svých dalších parametrů jsou velice nebezpečné a vyžádali si i v těchto místech oběti na životech. V odtrhové zóně těchto lavinových drah dochází, za předpokladu vanoucích silných JV větrů, k velkému ukládání sněhu transportovaného z rozsáhlých sběrných oblastí mezi Luční a bývalou Rennerovou boudou. Pásma odtrhů jsou zde ve výšce kolem 1 350 m n.m., dosahují výšky až 2 metrů. Laviny mohou vyjíždět přes tok Bílého Labe až do protisvahu Čertova návrší.

Vzhledem k tomu, že jsou tyto lavinové dráhy po celou zimní sezónu zastíněny masivem Luční hory dochází zde pod vlivem dlouhodobě nízkých teplot k vytváření pohárkových krystalů uvnitř sněhového profilu. Takto oslabená soudržnost sněhové pokrývky se pod vahou nového sněhu nebo i člověka poruší a dojde k odtrhu sněhové laviny. K lavinovým sesuvům dochází v této lokalitě průměrně jednou za zimní sezónu.

Lavinová dráha č. 19A představoval původně pouze úzký zářez. Dne 13. 1. 1987 se však při všeobecně zvětšené lavinové aktivitě rozšířila. Je pravděpodobné, že se při příští situaci se zvýšenou lavinovou aktivitou objeví lavina i v sousedním zářezu vpravo od 19A a pokud bude opakovaně činná, bude označena jako 19B (Spusta & Kociánová, 1998).

- Ostatní lavinové dráhy směřující do Údolí Bílého Labe – dráhy č. 21 Stříbrná stráň, č. 22 Suťová stráň (Zrcadla), č. 23 Čertova jáma

Dráhy č. 21 a č. 22 směřují z J a JV svahů Čertova návrší přímo do Dolu Bílého Labe. V místě jejich odtrhů se mohou vytvořit v průběhu zimní sezóny sněhové akumulace o mocnosti až 6 metrů. Lavinová dráha č. 23 směřuje z JV svahů Malého Šišáku (1 439 m n.m.) do Čertova dolu, který do Dolu Bílého Labe ústí. Všechny tři dráhy nepatří z hlediska četnosti pádů lavin k významným. Laviny jejichž maximální délka se pohybuje kolem 350 metrů sjíždí na každé z těchto drah jednou za 5 – 10 let. Za sněhově příznivých podmínek mohou být lavinově aktivní také západní svahy Čertova návrší kde mohou vznikat menší laviny v důsledku trhání větrem vytvořených sněhových polštářů, které sjíždějí do Čertova dolu.

Je předpoklad, že na dráze č. 21 bývala v minulosti – tj. před cca 100 lety výrazně intenzivnější lavinová činnost. Počátkem 20. století byla nad odtrhovou oblastí (hranou) uměle vysázena kosodřevina, která zadržuje část větrem převívaného sněhu a tím ovlivňuje i množství sněhu, který se v horní části svahu usazuje. Podobnou situaci můžeme sledovat v oblasti Kotelních jam na drahách č. 37 a 38 v západních Krkonoších, kde byla kosodřevina uměle vysázena ve stejné době (Spusta & Kociánová, 1998).

Tab. č. 15: Přehled lavinových drah oblasti dolu Bílého Labe

Dráhy	Název	Sklon	Expozice	Odtrh (m n.m.)	Dojezd (m n.m.)	Výškový rozdíl (m)	Délka max (m)	Šířka odtrhu max. (m)
18	Lavinová jáma	50°- 40°	S – SV	1 380	1 100	280	750	200
18A	Levý žlábek	40°- 35°	S – SZ	1 380	1 100	280	700	100
19	Bílá jáma	35°- 30°	S	1 350	1 200	150	550	170
19A	V serpentíně	35°- 30°	S	1 350	1 175	175	500	100
19B	-----	35°- 30°	S	-----	1 160	-----	210	70
20	Bílá stráň	35°- 30°	S	1 350	1 275	75	350	130
21	Stříbrná stráň	40°- 35°	VJV	1 400	1 350	50	150	100
22	Suťová stráň	40°- 35°	J	1 275	1 120	155	270	140
23	Čertova jáma	35°- 30°	JV – J	1 350	1 200	150	350	120

Zdroje dat : upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007

Lavinová oblast Liščí hora

Nejmenší a nejméně významná lavinová oblast se skládá ze dvou lavinových drah č. 38 Liščí jáma a č. 39 Vlčí jáma. Obě dráhy se nacházejí na svazích Liščí hory (1 363 m n.m.). Lavinová dráha č. 38 je aktivní jen za velmi extrémních sněhových podmínek, kdy napadne velké množství prachového sněhu během velice krátké doby. Do současnosti jsou zaznamenány pouze tři sesuvy prachových lavin, kdy laviny protekly řídkým lesním porostem v pramenné části Liščího potoka a podél jeho koryta dosáhly turistické cesty z Pece pod Sněžkou na Výrovku. Celý lavinový svah je chráněn před větrem vzrostlým lesem, který ho chrání před velkou sněhovou akumulací v důsledku druhotného převívání.

Obrázek č. 28: Lavinová jáma na severním svahu Kozích hřbetů s dobře patrnou dráhou zemní laviny z roku 1993 (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Na lavinové dráze č. 39 dochází k pravidelným sesuvům lavin malých rozměrů ve třech oddělených žlabech poblíž horské chaty Čertův Mlýn. Délka lavinové dráhy nepřesahuje 200 metrů a šířku 50 metrů.

Predispozice tohoto svahu k lavinovým sesuvům vychází z období pleistocénního zalednění, kdy se zde nacházelo jedno z firnovišť (Spusta & Kociánová, 1998).

Tab. č. 16: Přehled lavinových drah oblasti Liščí hory

Dráhy	Název	Sklon	Expozice	Odtrh (m n.m.)	Dojezd (m n.m.)	Výškový rozdíl (m)	Délka max (m)	Šířka odtrhu max. (m)
38	Liščí jáma	35°- 30°	VSV	1 320	1 100	220	300	100
39	Vlčí jáma	40°- 30°	JV	1 170	1 020	150	200	3 x 50

Zdroje dat : upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007

7.2 Lavinové dráhy české části západních Krkonoš

Lavinový katastr v západní části na české straně Krkonoš není tak rozsáhlý jako v části východní, ale přesto zde najdeme dvě velice lavinově aktivní a velmi rozsáhlé lavinové oblasti. Jsou to Kotelní jámy a svahy Labského dolu. Tyto dvě oblasti doplňuje méně významné a sporadicky se projevující lavinové pole Martinova jáma.

Lavinová oblast Labský důl

Labský důl je rozsáhlé 8 km dlouhé horské údolí ledovcového původu protékané řekou Labe. Společně s Obřím dolem je údolím, které kdysi modeloval mohutný ledovec údolního (alpského typu), který zde dosahoval délky přes 5 km a mocnosti až 100 metrů (Migoň & Pilous, 2007). Jeho mohutnost byla způsobena tím, že byl zásobován sněhem transportovaným z velmi rozsáhlé deflační (vyživovací) plochy Labské, Pančavské a Navorské louky, z kterých se i v dnešních dobách transportuje sníh k odtrhovým pásmům mnoha lavinových drah na svazích vedoucích do Labského dolu. Lavinové dráhy pokrývají celou karovou část údolí. Labským dolem vede jedna z nejfrekventovanějších turistických cest spojující Špindlerův Mlýn s Labskou boudou a Harrachovem.

- Laviny směřující do Labského dolu z J a JV svahů **Vysokého Kola** (1 509 m n.m.) – dráhy č. 24 Martinova jáma, č. 25 Malá Labská rokle, č. 26 Labská rokle

Nejvýchodněji položená lavinová dráha Martinova jáma nepatří mezi lavinově významné lokality Labského dolu. Občasné sněhové splazy a laviny malých rozměrů zde sjíždějí z JV svahu Vysokého Kola a někdy zasahují až na turistickou cestu cca 100 metrů od Martinovy boudy. K částečnému zasypání dvou osob zde došlo v roce 1967 při lyžařském výcviku (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006).

Dráhy č. 25 a č. 26 jsou situovány ve skalnatém terénu tvořeném především roklinkami a většími žlaby. Dochází zde k uvolňování prachových i deskových sněhových lavin menších rozměrů s šířkou odtrhu, která nepřekračuje 80 metrů. Sníh se zde hromadí v případě SZ proudění větru. Pády lavin zde zpravidla následují po velkých sněhových přídělech nebo v jarních měsících po prvních velkých otepleních, kdy jsou laviny tvořeny těžkým, vlhkým sněhem. Lavinově aktivní může být za určitých situací i Labský vodopád, kde se tvoří menší sněhové převěje, které sjíždějí po ledopádu do Labské rokle. Podobná situace nastává v Labské rokli i naproti Labskému vodopádu, kde výška ledové stěny dosahuje až 20 metrů a mocnost ledové vrstvy až 3 metry.

Do té doby v nelavinové lokalitě na jižním svahu Vysokého Kola, který byl teprve v nedávné době zalesněn, se v březnu 2005 uvolnily dvě velké prachové laviny. Dosáhly délky kolem 450 metrů a projely přes turistickou cestu. Jedna z lavin měla dostatek rychlosti, aby projela i 50 let starým smrkovým lesem. V létě 2006 pak na jedné této nové lavinové dráze vznikla po pádu zemní laviny i dráha murová (Spusta, Spusta & Kociánová, 2006).

- Laviny směřující do Labského dolu z východního okraje **Pančavské louky** – dráhy č. 27 Navorská jáma, č. 28 Schustlerův žlab, č. 29 Pančavská stěna, č. 30 Hančův žlab, č. 31 Jestřabí žlab, č. 32 Vrbatův žlab

Všechny lavinové dráhy v této lokalitě jsou zásobovány sněhem z náhorní roviny Pančavské a Hančovy louky hlavně při západním větrném proudění. Největší lavinová dráha v této lokalitě je č. 27 Navorská jáma, která je zároveň i druhou největší lavinovou drahou v Labském dole. V nadmořské výšce kolem 1 275 metrů se zde uvolňují velké plošné laviny většinou deskového typu, které sjíždějí až za Labské meandry a po překonání turistické cesty mají v některých případech dostatečnou rychlost, aby vyjely ještě několik desítek metrů do protilehlého svahu. Laviny se zde uvolňují z lavinově ideálního travnatého podkladu a následně překonávají až 40 metrů skalnatý terénní práh, kde zejména méně časté prachové laviny skokově zvyšují svojí rychlost.

I další dráhy v této lokalitě jsou v zimním období velice aktivní. Na většině lavinových drah se v této lokalitě vytvářejí značné sněhové převěje, které se hlavně v jarním období odlamují a stojí tak za vznikem většiny spadlých lavin. Vlivem členitého skalnatého terénu se zde vyskytují laviny hlavně žlabové, povrchové, které dosahují délek kolem 600 metrů.

Dráha č. 30 Hančův žlab je charakteristická tím, že její součástí jsou v zimním období i rozsáhlé ledopády, které vznikají díky značně podmáčenému terénu v její horní části a odkud stéká na o něco níže položená skaliska neustále voda. Laviny sebou na této dráze strhávají i velké kusy ledu. Laviny se zde vyskytují žlabové, plošné, povrchové ale i základové v jarním období.

Dráhy č. 31 a č. 32 mají hlavně v horních částech skalnaté podloží, které je místy rozčleněno skalnatými výběžky. Součástí těchto drah je výrazná Asssmanova plošina, na kterou dopadají utržené sněhové převěje a lavinové pády převějí vyvolané v případě velké rychlosti projedou až do smrkového lesa pod ní. V minulosti se vlivem uschnutí smrkového lesa dráha č. 32 rozšířila. V březnu 1998 zde došlo při pádu laviny k úmrtí dvou horolezců, kdy jeden zemřel pod sněhovou masou a druhý na následky zranění utrpěných při pádu (Spusta & Kociánová, 1998).

- Laviny směřující do Labského dolu z SV svahu **Zlatého návrší** (1 413 m n.m.) – dráhy č. 33 Harrachova jáma a č. 34 Velká lavina

Tyto dvě lavinové dráhy patří k největším a nejvýznamnějším lavinovým drahám nejen v Labském dole ale i v celých Krkonoších. Obě lavinové dráhy mají odtrh v nadmořské výšce kolem 1 370 metrů a délka lavinové dráhy dosahuje až 1 200 metrů. Severovýchodně orientované svahy v některých místech dosahují sklonu až 50°. Odtrhové zóny obou lavinových drah jsou porostlé trávou, klečí nebo je tvoří suťová pole. Jejich sběrná oblast leží mezi vrcholem Krakonoše a Harrachových kamenů, kdy nejvíce sněhu je sem transportováno při J a JZ větrném proudění. V případě lavinové dráhy č. 33 se jedná o tradiční lavinový svah, který je výrazným skalnatým prahem rozdělen na dvě části a sjíždí zde za jednu zimní sezónu i více velkých lavin. Naopak lavinová dráha č. 34 vznikla v poměrně nedávné době po vyjetí dosud největší zaznamenané laviny v Krkonoších a od té doby je lavinově nečinná.

Na lavinové dráze č. 33 sjela lavina velkých rozměrů dne 8. 3. 1956 s odtrhem vysokým 2,5

Obrázek č. 29: Výrazné lavinové dráhy spadající do Labského dolu ze Zlatého návrší (foto: Jan Kohoutek, 2010)



metru, překonala tok Labe a vyjela za ním do protisvahu, kde vyjela přes turistickou cestu a následně se stočila do dráhy č. 34. Na své dráze si prorazila cestu 150 let starým vzrostlým lesem v délce 200 metrů a šířce 50 metrů. Tok Labe zaplnily sněhové nánosy o výšce až 7 metrů. Obdobně velké laviny sjely také v letech 1971 a 1984 (Spusta & Kociánová, 1998).

Lavinová dráha č. 34 vznikla 8. 3. 1956 uvolněním dosud plošně největší zaznamenanou krkonošskou lavinou. Šíře odtrhu měla 250 metrů a délka lavinové dráhy činila 1180 m. V dolní třetině svahu je výrazný skalní práh, kde lavina prudce zvýšila svou rychlost a prorazila si cestu 200 let starým smrkovým porostem. Lavinové nánosy v čele laviny dosahovaly výšek až 15 metrů (Spusta & Kociánová, 1998).

Lavina měla dostatek energie, aby překonala tok Labe a vyjela do protilehlého svahu přes turistickou cestu. Zanechala za sebou 9 ha zničeného lesního porostu a lavinový nános v místech s největší akumulací vydržel na laviništi odtávat dva roky. Na lavinové dráze se následně vytěžilo 10 000 m³ dřeva (Spusta, 1962).

Tab. č. 17 Přehled lavinových drah oblasti Labského dolu

Dráhy	Název	Sklon	Expozice	Odtrh (m n.m.)	Dojezd (m n.m.)	Výškový rozdíl (m)	Délka max. (m)	Šířka odtrhu max. (m)
24	Martinova jáma	40°- 35°	JV	1 350	1 225	125	170	80
25	Malá Labská rokle	35°- 30°	JJZ	1 300	1 150	150	450	50
26	Labská rokle	40°- 35°	JV	1 280	1 150	130	360	80
27	Navorská jáma	40°- 35°	V	1 275	1 050	225	800	150
28	Schustlerův žlab	45°- 40°	V	1 275	1 025	250	630	100
29	Pančavská stěna	55°- 50°	V	1 275	1 010	265	570	130
30	Hančův žlab	50°- 45°	V	1 300	1 000	300	550	100
31	Jestřabí stěna	55°- 50°	VSV	1 300	1 000	300	520	100
32,32A	Vrbatův	50°- 40°	SV	1 350	970	380	650	190

	žlab							
33	Harrachova jáma	50°- 40°	SV – V	1 350	970	380	1 100	150
34	Velká lavina	40°- 30°	SVS	1 375	900	475	1 180	250

Zdroje dat : upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007

Lavinová oblast Kotelní jámy

Tato lavinově velmi významná lokalita zahrnuje 6 lavinových drah, které jsou soustředěny po obvodu ledovcového karu Kotelních jam. Lavinové dráhy směřují na dno Kotelních jam z jižních svahů Harrachových kamenů a z JV svahů Kotle, jehož svahy jsou zvláštní svou výraznou asymetrií. Zde se svahy se S a SZ orientací velmi mírně svažují do plošiny okolního vrcholového zarovnaného povrchu a naopak J svahy mají podobu strmých a vysokých karů. Tyto kary velice strmě spadají do Kotelních jam, které jsou rozděleny výrazným skalním výchozem Kotelského hřebínku na Velkou a Malou Kotelní jámu. Na dně Kotelních jam vede přes lavinové dráhy známá turistická cesta spojující osadu Horní Mísečky s horskou chatou Dvoračky.

- Laviny směřující do Velké Kotelní jámy ze svahů **Harrachových kamenů** (1 421 m n.m.) a **Kotle** (1 435 m n.m.) – dráhy č. 35 Harrachovy plotny, č. 36 Velká Kotelní jáma, č. 36A Ostřicová rokle, č. 36B Západní žlab

Na lavinové dráze č. 35 sjíždějí nejčastěji laviny ze suchého sněhu ve formě desek. V posledních desetiletích se lavinový svah v odtahové zóně rozšířil o cca 100 metrů, díky prosychání smrkových porostů v jeho horní části (Spusta & Kociánová, 1998). Sníh je v odtahovém pásmu ukládán při SZ větrném proudění v nadmořské výšce kolem 1 380 metrů. Šíře lavinových odtrhů je v této lokalitě běžně i přes 300 metrů a dosahují tak jedny z nejvyšších hodnot v Krkonoších. Při lavinovém sesuvu sněhové desky sjíždějí po výrazných skalnatých plotnách ve střední části lavinové dráhy a laviny dosahují délky dráhy i přes 1 000 metrů, což je nejvíce v celé lavinové oblasti. V jarních měsících je pro horní část této dráhy charakteristické dlouho přetrvávající sněhové pole, které zde leží zpravidla do pozdního jara nebo i začátku léta v závislosti na množství zde uloženého sněhu. V jarních měsících je výška sněhové převěje v těchto místech přibližně 4 metry.

Lavinová dráha č. 36 je velice aktivní po celou zimní sezónu. V jejím odtahovém pásmu dochází k tvorbě mohutných sněhových převějí na základě intenzivního SZ větrného proudění. Sněhové převěje po svém pádu většinou dávají do pohybu také sníh uložený na svahu pod nimi a čelo takto vyvolaných větších lavin se může zastavit až pod turistickou cestou ve vzdálenosti cca 700 metrů od

odtrhu. Nejčastěji se v této lokalitě uvolňují laviny s tekoucí formou pohybu s plošným tvarem lavinové dráhy. Sněhové akumulace vzniklé rozsáhlejšími lavinami na dolní části lavinové dráhy přetrvávají až do letních měsíců.

Dráhy č. 36A a 36B nejsou již tak významné. Jejich dráhy mají charakter úzkých skalnatých žlabů a vzhledem k omezené sběrné ploše zde vznikající laviny nedosahují velkých rozměrů.

- Laviny směřující do Malé Kotelní jámy ze svahu **Kotle** (1 435 m n.m.) – dráhy č. 37 Žlaby Malé Kotelní jámy a č. 37A Závětrná stráž

Do odtrhového pásma lavinové dráhy č. 37 v nadmořské výšce kolem 1 400 metrů je transportován sníh z celé vrcholové oblasti Kotle, kde se ukládá ve formě mohutných sněhových převějí dosahující výšky i několik metrů. Lavinová dráha vede skalním terénem s řadou širších žlabů a suťových polí. Lavinová aktivita se zde projevuje po celou sezónu a v jarních měsících se na této dráze objevují i laviny se značným obsahem kamení a zeminy.

Lavinová dráha č. 37 je zvláštní svou určitou spojitostí s dráhou č. 3 (Úpská rokle) ve východní části pohoří, která je vzdálená 15 km a má podobnou orientaci ke světovým stranám. Na těchto dvou lavinových svazích dochází k pádům lavin v rozmezí jediného dne (Spusta & Kociánová, 1998).

Dráha č. 37A není z hlediska lavin nijak významná a četnost lavin zde není nijak vysoká. Důvodem může být menší sběrná oblast a také terén lavinové dráhy, který je silně zarostlý kosodřevinou.

V nedávné době došlo ke spojení lavinových drah vedoucích do Malé i Velké Kotelní jámy. Ve spodních částech obou drah je pro tuto lokalitu typická deformace zde rostoucích dřevin v důsledku lavinové činnosti a plazení sněhu.

Obrázek č.29: Lavinová oblast Kotelní jámy (foto: Jan Kohoutek, 2009)



Tab. č. 17: Přehled lavinových drah oblasti Kotelní jámy

Dráhy	Název	Sklon	Expozice	Odtrh (m n.m.)	Dojezd (m n.m.)	Výškový rozdíl (m)	Délka max. (m)	Šířka odtrhu max. (m)
35	Harrachovy plotny	50°- 40°	J	1 380	1 025	355	1 050	300
36	Velká Kotelní jáma	40°- 35°	JV – V	1 360	1 100	260	700	150
36A	Ostřicová rokle	40°- 35°	V	1 375	1 150	225	400	60
36B	Západní žlab	40°- 35°	V	1 375	1 150	225	450	50
37	Žlaby Malé Kotelní jámy	40°- 35°	JV	1 400	1 025	375	950	200
37A	Závětrná stráň	35°- 30°	V	1 350	1 150	200	250	180

Zdroje dat : upraveno dle: Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007

7.3 Analýza lavinové situace v české části Krkonoš v letech 1961 - 2009

Podmiňujícími faktory pro vznik lavin jsou zejména charakter terénu, výška sněhové pokrývky a její kvalita (tj. zastoupení jednotlivých vrstev druhů sněhu) a počasí (vítr, teplota vzduchu, sluneční záření a srážky).

Sklon svahů, na kterých dochází v Krkonoších k odtržení lavin, je oproti obecně udávaným hodnotám (15° - 50°) v Krkonoších vyšší, a to od 25° do 59° (Vrba & Spusta, 1975; Brzeziński, 1998). Nejnebezpečnější je terén o sklonu 28°- 45° (muldy, rokle, žlaby, široké bezlesé svahy ale i svahy s rozptýlenou dřevinnou vegetací). Naopak na svazích se sklonem vyšším než 50° se nebezpečí snižuje, neboť sníh se zde obtížně udrží a nedochází tak k jeho výraznému hromadění (Spusta, Brzeziński & Kociánová, 2007).

Nerovný povrch svahů, který je tvořen kamenitou suť, vyčnívajícími balvany a pařezy, působí jako částečná protilavinová zábrana za předpokladu, že sněhová vrstva tento povrch zcela nezakryje a výrazně ho nepřevyšší. Nerovný povrch může také potencionální lavinový svah rozčlenit na menší části a snižuje tak riziko vzniku jedné velké laviny. Na druhou stranu je například kamenná suť schopná výrazně ovlivňovat teplotní poměry svého okolí a zapříčinit tak výraznou nestabilitu sněhové vrstvy, což může potencionální riziko lavin naopak zvýšit. Velice vhodnou skluznou plochou pro vznik laviny jsou svahy pokryté ulehlou trávou.

7.3.1 Počet lavin v jednotlivých sezónách za období 1961/62 – 2008/09

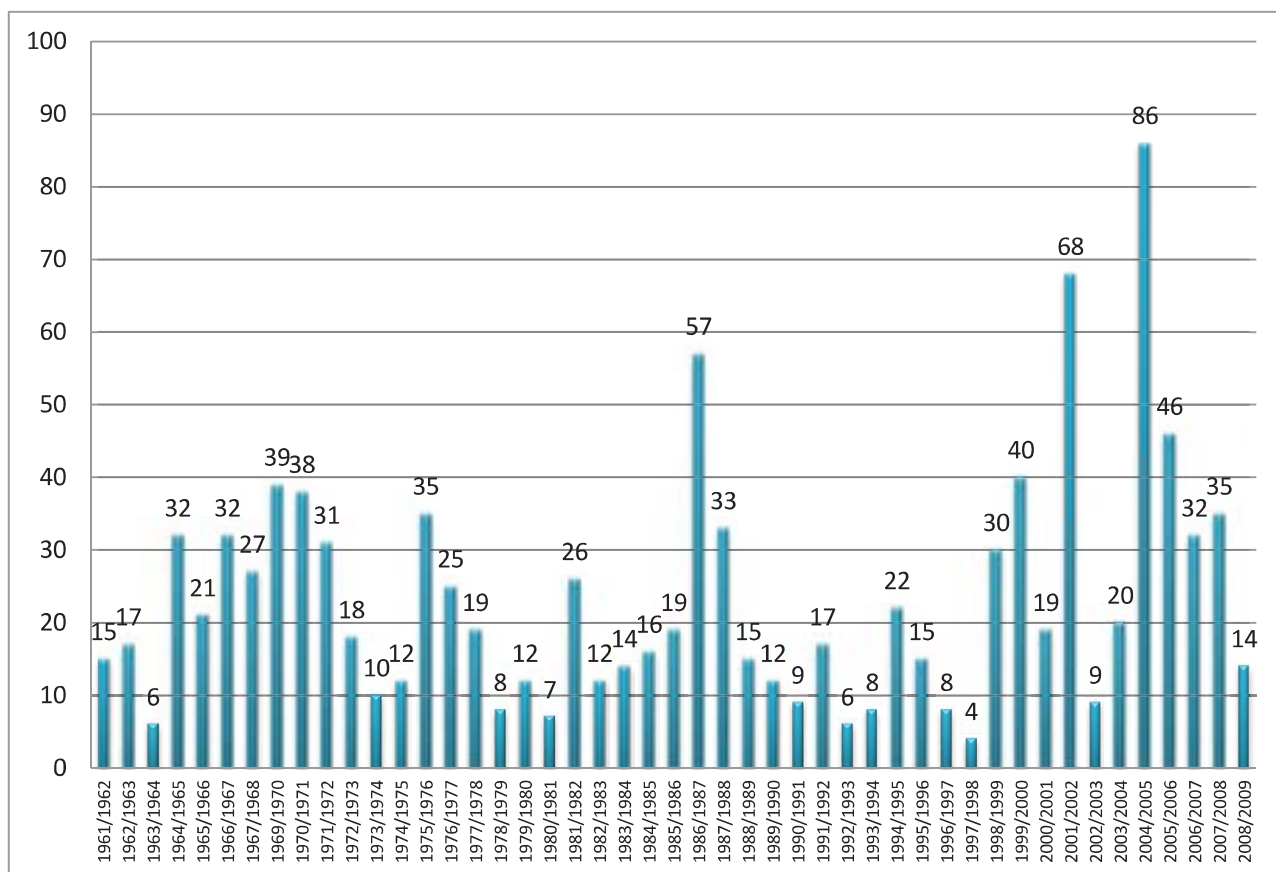
V zimních obdobích 1961/1962 – 2008/2009 je zaevidováno v záznamech Horské služby celkem 1094 lavin na české straně pohorí, což činí průměrně cca 23 lavin na jednu sezónu. Z hlediska tohoto průměru jsou svojí lavinovou četností výjimečné tři zimní sezóny, kdy na české straně hor sjelo více než 50 lavin za sezónu. Zima 1986/1987 kdy sjelo 57 lavin, sezóna 2001/2002 s 68 lavinami a vůbec nejvyšší počet lavin sjel z krkonošských lavinových svahů v sezóně 2004/2005, kdy je zaznamenáno 86 lavin (viz. graf č. 1). Tato zimní sezóna byla významná pro vytvoření vhodných podmínek vzniku lavin jednak z hlediska velkého množství sněhových srážek, tak i délky trvání sněhové pokrývky. Na hřebenech hor byla souvislá sněhová vrstva od 6. 11. 2004 do 22. 5. 2005 tedy 197 dní. První sněhová lavina v této sezóně sjela již 25. 11. 2004 ze svahu Studniční hory do Obřího dolu na dráze č. 7 Velká Studniční jáma a poslední 17. 4. 2005 na dráze č. 4 Sněhová strž v Úpské jámě. Sněhová pokrývky dosáhla svého maxima 16.3.2005 kdy bylo na Labské boudě naměřeno 335 cm sněhu. Jen od 7. 3. 2005 napadlo celkem 110 cm nového sněhu za silného severozápadního větru, který dosahoval rychlostí mezi 15 a 20 m/s a teploty kolem -7°C. Na základě takto vysokých úhrnů sněhových srážek a větrných podmínek dochází hned v následujících dvou dnech po dosažení maxima sněhové pokrývky

tj. 17. a 18. 3. 2005 k pádům 25 lavin v západní i východní části lavinového katastru Krkonoš, což je v tomto pohoří situace velice mimořádná.

Neméně zajímavá byla situace v druhé lavinově neaktivnější zimní sezóně 2001/2002, která byla z hlediska trvání sněhové pokrývky třetí nejdelší od roku 1961. Souvislá sněhová pokrývka ležela na hřebenech hor od 1. 11. 2001 do 17. 5. 2002, tedy 198 dní (nejdéle ležela souvislá sněhová pokrývka na hřebenech Krkonoš v sezóně 1974/1975 a to 225 dní). Maxima výšky sněhové pokrývky bylo dosaženo 31. 12. 2001 a to 217 cm na Luční boudě. Této hodnoty dosáhla sněhová pokrývka po 16ti dnech soustavných přídělů nového sněhu, kdy od 16. 12. 2001 napadlo 164 cm nového sněhu za velmi silného větru, který se pohyboval v rychlostech od 10 do 30 m/s. V důsledku této situace došlo hned v následujících dvou dnech po dosažení maxima sněhové pokrývky, tedy 1. 1. 2002 a 2. 1. 2002 k pádům čtyř lavin v lavinové oblasti Obřího dolu. Dne 3. 1. 2002 dochází k vůbec nejvíce sesuvům lavin během jediného dne za celé období sledování lavin od roku 1961, kdy v tento den sjelo 15 lavin v lavinových oblastech zejména Obřího dolu, Labského dolu a Kotelních jam.

Naopak nejmenší lavinová aktivita za období 1961/62 – 2008/09 byla zaznamenána v sezónách 1963/64 a 1992/1993, kdy v obou sezónách sjelo shodně 6 lavin. Vůbec nejmenší počet sesuvů byl v sezóně 1997/98, kdy došlo k pádům pouze 4 lavin. Odpovídající tomuto počtu spadlých lavin jsou i sněhové poměry v této sezóně, kdy souvislá sněhová pokrývka ležela na hřebenech Krkonoš pouze 151 dní.

Graf. č. 1: Počet lavin v jednotlivých sezónách 1961/62 – 2008/09 v české části Krkonoš



Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975); V. Spusta & M. Kociánová (1998); V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003); Horská služba, 2012; vlastní zpracování

7.3.2 Lavinová aktivita jednotlivých lavinových drah

Četnost lavinových sesuvů na jednotlivých lavinových drahách i v lavinových oblastech je velice rozdílná, kdy na některých lavinových drahách dochází hned k několika uvolněním laviny během zimní sezóny a naopak v jiných lokalitách nejsou lavinové dráhy aktivní i několik sezón po sobě.

Z dlouhodobého hlediska je za období let 1961/62 – 2008/09 lavinově nejaktivnější oblast Obřího dolu, kde došlo k 365 pádům lavin. V celé oblasti Obřího dolu se nachází 11 většinou velice aktivních lavinových drah, které často vzniknou díky uvolnění mohutných sněhových převisů na hraně ledovcového karu. Nacházejí se zde i dvě nejaktivnější lavinové dráhy v celém pohoří a to lavinová dráha č.3 Úpská rokle a dráha č. 4 Sněhová strž. Obě lavinové dráhy se nacházejí na východním svahu Studniční hory (1 554 m n.m.). Na lavinové dráze č. 3 bylo celkem za období sledování zaznamenáno 83 pádů lavin, což v průměru znamená necelé dvě laviny za jednu zimní sezónu. Ze záznamů Horské služby však vyplývá, že aktivita tohoto lavinového pole v posledních letech narůstá a v zimě zde dojde k sesuvu 4 až 5 lavin. Na druhé nejaktivnější lavinové dráze č. 4 bylo zaznamenáno za sledované období celkem 79 lavinových sesuvů, kdy lavinová četnost za jednotlivé sezóny je velice podobná

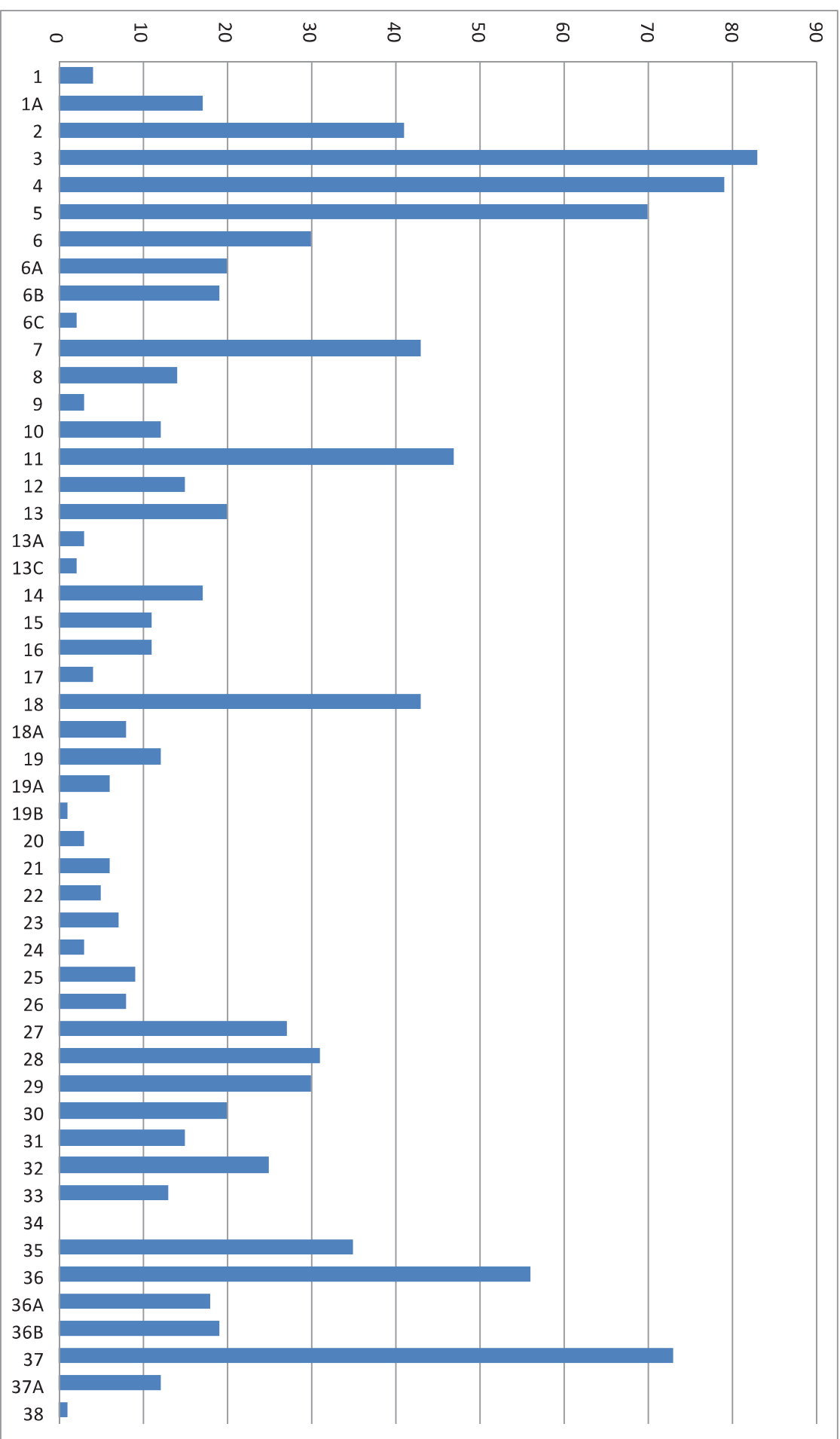
s lavinovou dráhou č.3. V celé lavinové oblasti došlo celkem k sesuvu 408 lavin, kdy na jednu zimní sezónu připadá průměrně necelých 9 lavin.

Druhou lavinově neaktivnější oblastí je i přes celkem nízký počet lavinových drah (6) oblast Kotelních jam v západní části pohoří na JV svahu hory Kotel (1435 m n.m.). Nachází se zde i v pořadí třetí neaktivnější lavinová dráha v Krkonoších dráha č. 37 Žlaby Malé Kotelní jámy. Na dráze č. 37 bylo zaznamenáno celkem 73 lavin. Také ostatní dráhy v této lavinové oblasti patří mezi velice aktivní a na druhé neaktivnější dráze v celé oblasti č. 35 Harrachovy plotny je zaznamenáno 56 lavin. V celé oblasti došlo k sesuvu 213 lavin což, průměrně činí 4,5 lavin na jednu sezónu.

Zvláštní případ lavinové dráhy je lavinová dráha č. 34 Velká lavina patřící do oblasti Labského dolu. Tato rozlohou rozsáhlá lavinová dráha je místem, kde 8. 3. 1956 sjela prozatím nejmohutnější krkonošská lavina, která na své cestě do Labského dolu strhla 9 ha lesa a sníh v akumulaci zóně roztával po dobu dvou let (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007). Od roku 1956 je však tato lavinová dráha neaktivní a na některých místech postupně zarůstá kosodřevinou. Dá se však předpokládat, že v případě příznivých sněhových a povětrnostních podmínek může dojít k úplnému obnovení této lavinové dráhy v podobě sesuvu laviny velkých rozměrů.

Mezi další občasné se projevující lavinové dráhy lze zařadit v západních Krkonoších dráhu č. 24 Martinova jáma v oblasti Labského dolu. Zde jsou zaznamenány pouze 4 lavinové sesuvy menších rozměrů, ale došlo zde i k zavalení osob. Ve východních Krkonoších je jednou z lavinových drah, které se projevují pouze sporadicky lavinová dráha č. 38 Liščí jáma v oblasti Liščí hory, kde byl zaznamenán v poslední době pouze jeden lavinový sesuv v únoru 1999 a dosáhl pouze malých rozměrů. Jednalo se o první zaznamenanou lavinu na této lavinové dráze.

Graf. č. 2: Počet lavin nejednotlivých lavinových drahách v období 1961/62 – 2008/09

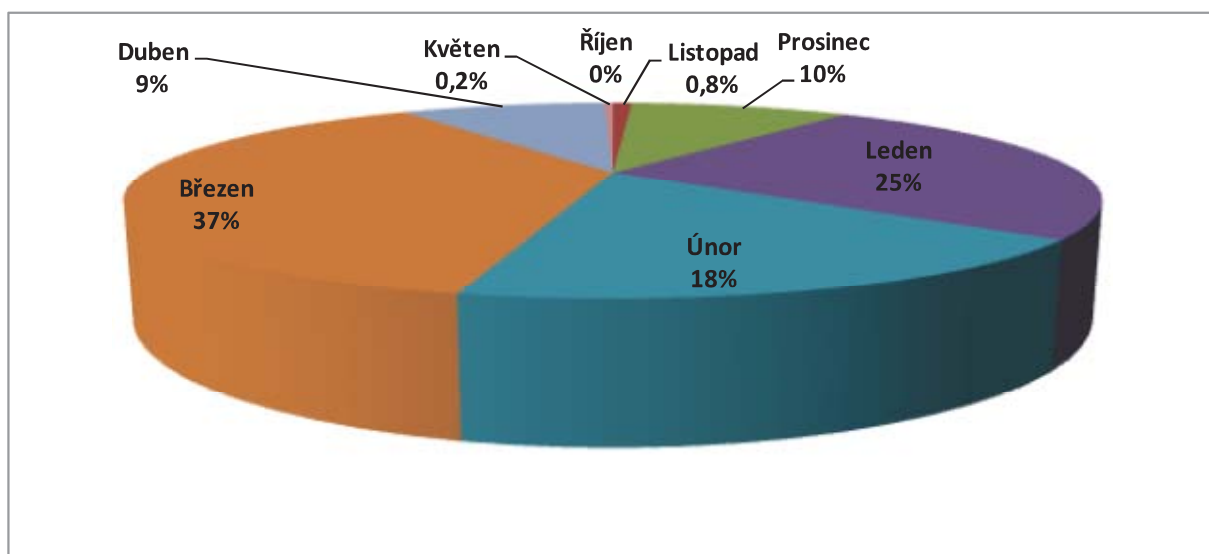


Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975); V. Spusta & M. Kociánová (1998); V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003); Horská služba, 2012; vlastní zpracování

7.3.3 Lavinová aktivita v jednotlivých měsících

Nejvíce lavin sjelo za období 1961/1962 – 2008/2009 v měsících lednu a březnu, kdy v lednu bylo zaznamenáno 271 pádů lavin a v březnu 397. Z těchto dvou měsíců je hlavně březen měsícem, kdy padající laviny dosahují vlivem nejmocnější sněhové vrstvy a celkové povětrnostní situace největších rozměrů. Naopak velmi sporadicky dochází k uvolňování lavin v listopadu (9) a v květnu (4). V listopadu jsou důvodem k pádům lavin první sněhové vánice, kdy k odtrhu lavin dochází v celé šířce sněhového profilu a sněhová vrstva sjíždí po travnatém často podmáčeném podkladu. V měsíci květnu dochází vlivem neustále se zvyšujících teplot hlavně k pádům odtávajících převějí na hranách ledovcových karů. S tímto jevem se můžeme setkat zejména v lavinové oblasti Obřího dolu, kde sněhové převěje mohou v průběhu zimy narůstat až do výšky 20 metrů. V jarních měsících pak tyto sněhové bloky vlivem rostoucí teploty vzduchu zvyšují svojí hmotnost, což je často spolu s podmáčeným podložím důvodem k ztrátě jejich stability a následným vznikem laviny z mokrého sněhu.

Graf. č. 3: Počet lavin v jednotlivých měsících zimních sezón 1961/62 – 2008/09 v české části Krkonoš



Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975); V. Spusta & M. Kociánová (1998); V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003); Horská služba, 2012; vlastní zpracování

7.3.4 Zhodnocení délky období mezi pádem první a poslední laviny

Z hlediska délky rozmezí mezi první a poslední spadlou lavinou v sezóně za období 1999/00 – 2008/09 byla rekordní sezóna 2001/02, kdy první lavina sjela již 17. 11. 2001 ve Velké Studniční jámě. Základová lavina z tohoto dne, která sjela po travnatém podkladu, vzhledem k nízké sněhové pokrývce dosáhla pouze menších rozměrů. V odtrhové zóně výšky odtrhu 0,4 metru a šířky odtrhu

100 metrů. Celková délka laviny byla 300 metrů a snad pouze výška lavinového nánosů, která ve spodní části lavinové dráhy dosáhla 2 metry, by se dala označit jako průměrná.

Již zmíněná sezóna 2001/02 by se dala označit jako výjimečná také z důvodu více jak jednoho pádu laviny v měsíci listopadu. Další lavina spadla o 7 dní později tedy 24. 11. 2001 na lavinové dráze č. 37 Žlaby Malé Kotelní jámy. Lavina dosáhla takřka shodných rozměrů. Byla stržena dvěma lyžaři, což se naštěstí v tomto případě obešlo bez vážnějších zranění (Spusta & Kociánová, 1998). Až dne 2. 5. 2002 došlo dokonce ke dvěma pádům posledních lavin této zimní sezóny. Obě laviny sjely v lavinové oblasti Obřího dolu z nichž jedna na lavinové dráze č. 3 Úpská rokle a druhá na lavinové dráze č. 5 Lavinový žlab. V obou případech se jednalo o klasické jarní základové laviny, které sebou společně se sněhem strhly i značné množství skalního podloží a zeminy. Obě laviny měly velmi podobné rozměry a u obou byl počátečním impulzem pád sněhových převějí, kdy výška odtrhu byla kolem 2 metrů. Laviny dosáhly zcela shodné délky 460 metrů a hloubka lavinového nánosů se pohybovala od 1,5 do 2,5 metrů. Doba mezi pádem první a poslední laviny v této zimní sezóně byla 167 dní, s čímž souvisí i počet dní se souvislou sněhovou pokrývkou v hřebenových partiích hor. Tento počet dosáhl v této sezóně třetího nejvyššího čísla od roku 1962 a to 198 dní.

Za naopak podprůměrnou sezónu z hlediska délky rozmezí pádů první a poslední laviny lze v období 1999/00 – 2008/09 označit zimní sezónu 2002/03. K prvnímu pádu laviny došlo až 2. února v lavinové oblasti Kotelních jam a poslední lavina byla zaznamenána již na začátku dubna a to 10. 4., kdy se uvolnily dvě laviny v oblasti Obřího a Modrého dolu. Doba mezi pádem první a poslední laviny v této sezóně činila pouhých 68 dní, což je o 99 dní méně než v již zmíněné sezóně 2001/02. Za odpovídající tomuto stavu se dá pokládat i délka trvání souvislé sněhové pokrývky na hřebenech hor, která v této sezóně ležela od 16. 12. 2002 do 30. 4. 2003, což je hodnota velmi podprůměrná vzhledem k dlouhodobému průměru, který od sezóny 1962/63 do 2002/03 činí průměrnou délku trvání souvislé sněhové pokrývky 166 dní.

7.3.5 Charakteristika rozměrů lavin

Laviny registrované za období 1961/62 – 2002/03, kterých v lavinových katastrofách sjelo 857, dosáhly celkové délky cca 405 150 metrů a měly průměrnou délku kolem 472 m. Dle mezinárodní klasifikace velikosti lavin převládají tedy laviny středních rozměrů, jejichž délka se pohybuje mezi 100 a 1 000 metry. Z celkového počtu spadlých lavin ve sledovaném období spadá tedy do této střední kategorie 819 lavin. Nutno podotknout, že poměrně velký počet z těchto lavin se délkové hranici 1 000 metrů přiblížil. Laviny spadající do kategorie pod 50 metrů délky, které označujeme jako sněhové splazy, byly zaznamenány pouze tři. Většina lavin v této kategorii není však z důvodu malého významu vůbec registrována a proto je tento údaj značně zkreslený a lze předpokládat, že toto číslo je daleko vyšší. V kategorii 50 – 100 metrů, tedy laviny malých rozměrů je registrováno 11 sněhových sesuvů. Poslední kategorie, která je z hlediska sledování lavin i z hlediska bezpečnosti nejvýznamnější,

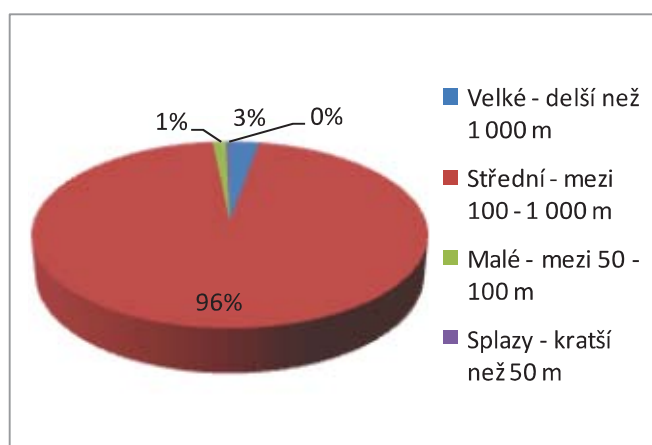
je kategorie velkých lavin, které na své dráze překonaly vzdálenost větší než 1 000 metrů. Za sledované období bylo těchto velkých lavinových sesuvů zaznamenáno 24, z nichž nejvíce na lavinové dráze č. 13 Hrazený potok v lavinové oblasti Dlouhý důl, která se na celkovém čísle podílela pěti velkými sesuvy.

Lavina s nejdelší drahou na české straně Krkonoš spadla dne 8. 3. 1956, kdy

v celých horách došlo k pádům velkého počtu lavin, z nichž se celá řada blížila maximu možné délky v jednotlivých lavinových katastrofách. Zmíněná lavina sjela na lavinové dráze č. 3 Úpská rokle a dosáhla délky 1 400 metrů. Odtržená měkká desková lavina měla v odtrhovém pásmu výšku odtrhu až 2 metry a šířku odtrhu 200 metrů. Lavina sjela cca 200 metrů pod Dolní Úpský vodopád a přehradila koryto Úpy obrovskými sněhovými nánosy. Tato lavina měla dostatek energie, aby po obou stranách řeky Úpy zničila vzrostlý les v rozsahu 20,5 ha (Spusta & Kociánová, 1998).

Druhá nejdelší zaznamenaná lavina byla o cca 100 metrů kratší než lavina z 8. 3. 1956. Měřila tedy 1 300 metrů. Lavina tvořená tvrdou sněhovou deskou sjela dne 11. 2. 1970 na lavinové dráze č. 6 Malá Studniční jáma. Lavina překonala výrazný skalní práh, který odděluje ledovcový dvojkar a svou

Graf. č. 4: Délka lavin 1961/62 – 2008/09 v české části Krkonoš



Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975), V. Spusta & M. Kociánová (1998), V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003), Horská služba, 2012, vlastní zpracování

tlakovou vlnou usekala horní části stromů vedle její dráhy rostoucího smrkového lesa (Spusta & Kociánová, 1998).

Z posledních let dosáhla výrazné velikosti lavina, která sjela 23. 1. 2000 v Dlouhém dole na dráze č.11 Pramenný důl, a to délky 1 250 m. Při této sněhové lavině, která měla odtrh vysoký kolem 3,5 m a šířku odtrhu 250 metrů, došlo i k výraznému vylámání lesního porostu. Lavina zavalila také turistickou cestu vedoucí po druhém břehu řeky Labe v délce 150 m (Spusta & Kociánová, 1998). Hloubka lavinového nánosů na konci lavinové dráhy byla 2 metry. Ještě další dvě laviny v tomto období dosáhly shodně délky 1 000 m. První sjela 23. 1. 2000 v Obřím dole na dráze č. 5 Lavinový žlab a druhá 3. 1. 2002 na stejné dráze jako nejdelší lavina v tomto období z roku 2000 tj. lavinová dráha č. 11 Pramenný důl.

Absolutně nejdelší zaznamenanou lavinou v celých Krkonoších je základová lavina z polské strany pohoří z roku 1902, která sjela ze severního svahu Sněžky do Kociołu Łomniczki a její dráha činila 2 000 m (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007).

Odtrhové zóny krkonošských lavin leží takřka výhradně v subalpínském a alpínském stupni ve výškovém rozmezí 1 250 – 1 585 m n.m. Průměrná výška lavinových odtrhů v období 1998/99 – 2002/03 byla 1,3 m. Největší výška odtrhu 4,5 metru byla zaznamenána u laviny, která sjela dne 3. 3. 1999 ze Studniční hory do Obřího dolu na lavinové dráze č. 4 Sněhová strž. Šířka odtrhu činila 200 metrů a hloubka lavinového nánosů na konci 500 metrů dlouhé dráhy byla 3 metry. V tomto případě byl jako počáteční impulz vzniku laviny pád sněhového převisu stejně jako u většiny lavin s velkou výškou odtrhů.

Šířka lavinových odtrhů činí za období 1998/1999 – 2002/2003 celkem 18 650 m. To při zaznamenaném počtu lavin znamená, že průměrná šířka odtrhu byla 112,5 m. K nejširším lavinovým odtrhům dochází na lavinových drahách, které jsou vázány na široké obvody uzávěrů krkonošských dolů, které jsou co nejméně rozčleněny skalnatými výběžky a dalšími přírodními překážkami. Nejširší odtrh za sledované období byl zaznamenán na lavinové dráze č. 3 Upská rokle dne 25. 3. 1999, kdy dosáhl 320 m. Jednalo se o lavinu, která vznikla pádem sněhové převěje. Tato sněhová převěj po svém dopadu uvolnila širokou deskovou lavinu dosahující značných rozměrů. Délka vzniklé laviny byla 800 m a výška lavinového nánosů na konci lavinové dráhy dosáhla 5 metrů. Celkově byla hmotnost lavinového nánosů odhadnuta na 66 000 tun sněhu (Spusta, Spusta, & Kociánová, 2003).

Dne 22. 3. 2008 spadla na polské straně pohoří lavina v lavinové oblasti 4A a 4B Biały Jar, kde šířka lavinového odtrhu dosáhla na Krkonoše extrémních 750 m. Tato i v jiných parametrech mohutná lavina byla uvolněna pohybujícím se snowboardistou, který v ní přišel o život. (viz. obrázek č. 30).

Obrázek č. 30: Snímek lavinové oblasti Biały Jar den po pádu zmíněné laviny z 22. 3. 2008 ve které přišel o život jeden člověk. Přes noční sněžení je stále dobře viditelný částečně zapadaný lavinový odtrh. (foto: P. Cingr - HS Špindlerův Mlýn, 2008)



Nejmenší šířky lavinových odtrhů jsou vázány na úzké skalnaté rokly a žlaby, kde dosahují jen několika desítek metrů. Jedná se hlavně o lavinové dráhy situované v lavinové oblasti Obřího dolu č. 6B Čertova rokly, č. 6C Murová dráha a jiné, kde se šířka odtrhů pohybuje kolem 40 m.

S hodnotami šířky lavinových odtrhů velice úzce souvisí šířka lavinových drah, která je výrazně ovlivněna terénem a bývá ve většině případů menší (užší) v důsledku toho, že většina lavinových drah se v částech pod odtrhovými zónami výrazně zužuje vlivem často členitějšího terénu a přítomností terénních žlabů ve střední části lavinových drah. Vyjádřeno v číslech se průměrná šířka lavinové dráhy pohybuje kolem 93 metrů, což je o cca 20 metrů méně než v případě šířky lavinového odtrhu.

Důležitou charakteristikou lavin, hlavně pro odhad objemu sněhu laviny, je hloubka lavinového nánosů ve spodní části lavinové dráhy. Průměrná hodnota za období 1998/1999 – 2002/2003 byla necelé 2 metry. U několika lavin však bylo dosaženo i hloubky nánosů, které tento údaj vysoce převyšují. Vůbec největší lavinový nános za sledované období byl zaznamenán u laviny, která sjela dne 9. 4. 2003 na lavinové dráze č. 4 Sněhová strž na východním svahu Studniční hory v lavinové oblasti Obří důl. U této laviny, která se jinak nikterak nevyvíkala průměrným hodnotám lavin v Krkonoších, byla zaznamenána hloubka lavinového nánosů 12 metrů. Spouštěcím mechanismem pro vznik této laviny byl pád 2 metry vysoké převěje z hrany ledovcového karu v úzké šířce odtrhu 80 metrů. Vzhledem k jarnímu období obsahoval lavinový nános i příměs zeminy a kamení, která tak sněhový nános ještě o něco zvětšila.

Ostatní laviny, které převyšují průměr hloubky lavinového nánosů již nedosahují takových extrémních rozměrů, ačkoliv jsou třeba v ostatních charakteristikách nadprůměrné a jedná se o laviny velkých rozměrů. Jednou z nich je lavina ze dne 4. 4. 1999, která sjela po lavinové dráze č. 7 Velká Studniční jáma a dosáhla hloubky nánosů až 6 metrů. Lavina vzniklá 4 metry vysokým čárovým odtrhem jako důsledek velkého oteplení dosáhla poměrně velké délky 800 metrů. Váha sněhového nánosů ve spodní části lavinové dráhy byla odhadnuta na 47 250 t (Spusta, Spusta, & Kociánová, 2003).

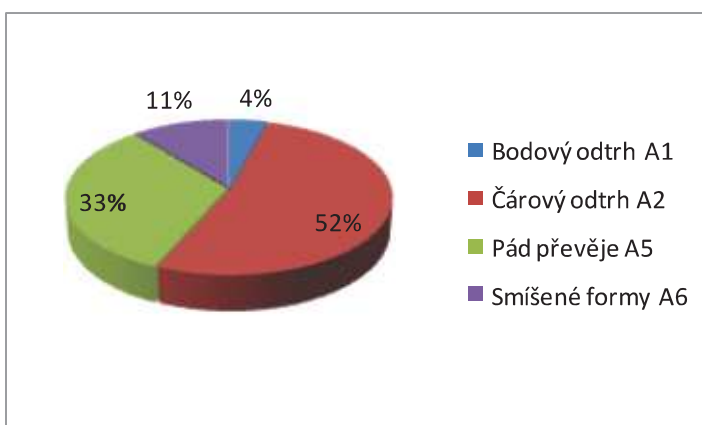
7.3.6 Další charakteristiky klasifikace lavin v období

Charakteristika forem lavinových odtrhů

Dle formy lavinového odtrhu rozlišujeme v mezinárodní klasifikaci lavin bodový odtrh, čárový odtrh, pád sněhové převěje a různé kombinace těchto forem neboli tzv. smíšené formy.

Forma bodového odtrhu je v Krkonoších nejméně častá. Za sledované období bylo zaznamenáno pouze 7 lavin s touto formou odtrhu, z nichž každá z lavin se uvolnila na jiné lavinové dráze. Jako nejčastější forma lavinového odtrhu byl zaznamenán čárový odtrh, který byl jako počáteční

Graf. č. 5: Formy lavinového odtrhu 1998/99 – 2002/03



Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975); V. Spusta & M. Kociánová (1998); V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003); Horská služba, 2012; vlastní zpracování

impulz vzniku laviny v 87 případech. Nejvíce čárových odtrhů na jedné lavinové dráze bylo

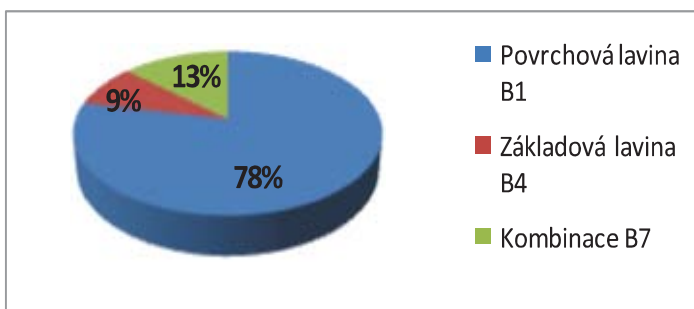
zaznamenáno 6 a to hned na třech lavinových drahách. Jedná se o dráhy č. 3 Úpská rokle, kde maximální šíře odtrhu byla u laviny ze dne 25. 3. 1999 a to 320 metrů. Další lavinovou drahou se shodným počtem čárových odtrhů za sledované období je lavinová dráha č. 11 Pramenný důl, kde nejširší odtrh byl zaregistrován u laviny ze dne 23. 1. 2000 a dosáhl šíře 250 metrů. Poslední lavinovou drahou se šesti zaregistrovanými čárovými odtrhy je dráha č. 37 Žlaby Malé Kotelní jámy, kde největší šíře dosáhl u lavin, které sjely ve dnech 3. 1. 2002 a 26. 2. 2002. Bylo dosaženo shodné šířky 200 metrů.

Charakteristika lavin podle polohy skluzného horizontu

Při hodnocení polohy skluzného horizontu, kdy laviny rozdělujeme na povrchové, základové a smíšené, jasně v Krkonoších dominují za sledované období laviny povrchové, kterých bylo zaznamenáno 130 a na celkovém počtu spadlých lavin se podílejí ze 78%. Všeobecně se dá říci, že povrchové laviny jsou charakteristické menší výškou odtrhů a menší vlhkostí sněhu v odtrhové zóně. Naopak základové laviny mají větší výšku lavinových odtrhů a nejčastěji jsou tvořeny vlhkým sněhem, který je typický zejména pro jarní období. Nejvíce zaznamenaných lavin s povrchovou formou skluzného horizontu bylo na dráze č. 3 Úpská rokle, kde za sledované období 1998/99 – 2002/03 sjelo 10 povrchových lavin. Největší výšky odtrhu dosáhla lavina v této lokalitě dne 2. 3. 1999, kdy výška odtrhu činila 4 metry.

Graf. č. 6: Poloha skluzného horizontu 1998/99 – 2002/03

Daleko méně jsou v Krkonoších zastoupeny laviny tvořené kombinací povrchové a základové polohy skluzného horizontu (13%) a laviny základové (9%). Lavin s kombinací obou typů skluzného horizontu bylo zaznamenáno 22 z nichž nejvíce na lavinové dráze č. 4 Sněhová strž, kde došlo k sesuvu 3 lavin tohoto typu.



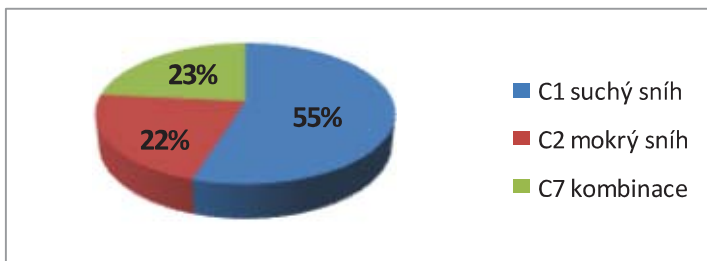
Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975); V. Spusta & M. Kociánová (1998); V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003); Horská služba, 2012; vlastní zpracování

Základové laviny jsou v Krkonoších podle statistických záznamů nejméně časté. Za sledované období došlo k sesuvu 14 lavin, z nichž většina (9) sjela v oblasti Obřího dolu na drahách č. 3 Úpská rokle, č. 5 Lavinový žlab a č. 7 Velká Studniční jáma. Základová lavina s největší zaznamenanou výškou odtrhu sjela na lavinové dráze č. 4 Sněhová strž dne 3. 3. 1999 a výška odtrhu u této laviny činila 4,5 metru.

Charakteristika lavin podle vlhkosti sněhu v odtrhové zóně 1998/99 – 2002/03

Při posuzování vlhkosti sněhu, z kterého se laviny tvoří, tedy zejména sněhu v odtrhové zóně lavinové dráhy lze konstatovat, že nejčastěji byly laviny za sledované období tvořeny suchým sněhem. Výrazně nejvyšší četnost pádů lavin tvořených suchým sněhem byla zaznamenána na lavinové dráze č. 37 Žlaby Malé Kotelní jámy. Došlo zde k deseti pádům lavin tohoto typu a pouze ke třem pádům lavin tvořených vlhkým sněhem, což je vzhledem k jihovýchodní orientaci této lavinové dráhy do jisté míry překvapující.

Graf. č. 7: Vlhkost sněhu v odtrahové zóně 1998/99 – 2002/03



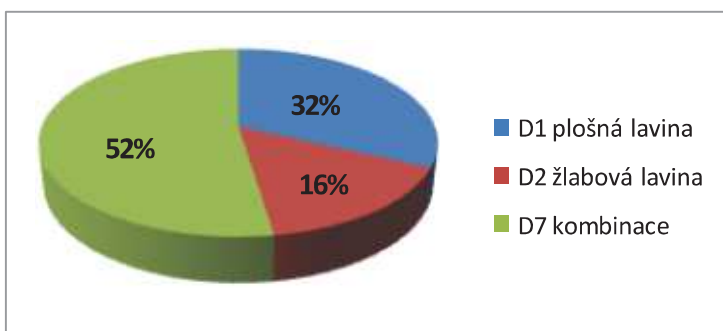
Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975); V. Spusta & M. Kociánová (1998); V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003); Horská služba, 2012; vlastní zpracování

Laviny tvořené mokrým sněhem nejčastěji sjížděly v oblasti Obřího dolu po lavinové dráze č. 5 Lavinový žlab, kde došlo k osmi sesuvům, kdy počátečním impulsem byl nejčastěji pád sněhové převěže v jarních měsících při zrychleném tání sněhu na hraně tohoto karu.

Charakteristika lavin podle tvaru lavinové dráhy 1998/99 – 2002/03

Na základě rozdělení tvaru lavinové dráhy na plošnou, žlabovou a kombinovanou jsou v Krkonoších zaznamenány laviny nejčastěji s kombinovaným tvarem lavinové dráhy, kdy část dráhy má charakter laviny žlabové probíhající většinou ve skalních roklích a žlabech a další část dráhy probíhá v otevřeném terénu na širokých svazích. Za sledované období bylo zaevidováno celkem 87 lavin s tímto typem lavinové dráhy, což tvoří 52% lavin z celkového počtu lavinových sesuvů.

Graf. č. 8: Tvar lavinové dráhy 1998/99 – 2002/03



Zdroje dat: M. Vrba & V. Spusta (1975); V. Spusta & M. Kociánová (1998); V. Spusta sen., V. Spusta jun., & M. Kociánová (2003); Horská služba, 2012; vlastní zpracování

Druhým nejčastějším typem jsou laviny s plošným tvarem lavinové dráhy, kterých bylo zaevidováno 53. Nejméně bylo sesuvů se žlabovým tvarem lavinové dráhy a to 26.

8 MONITORING A PREVENCE LAVINOVÉHO RIZIKA

8.1 Monitoring lavinového rizika v ČR a ve světě

V současné době je jedinou organizací zabývající se lavinovým monitoringem a prevencí lavinového rizika v České republice Horská služba ČR, která působí v sedmi pohraničních horských oblastech a to v Krušných horách, Jizerských horách, Krkonoších, Orlických horách, Jeseníkách, Beskydech a na Šumavě. Z těchto pohoří dochází k pravidelným sesuvům lavin pouze v Krkonoších a Jeseníkách, kdy zejména Krkonoše mají přes svojí relativně nízkou nadmořskou výšku intenzivní lavinovou činnost. Tyto dvě posledně jmenované pohoří jsou v metodice Horské služby označovány jako „lavinové oblasti“. Ostatní pohoří jsou označovány jako „nelavinové oblasti“, ale toto druhé označení neznamena, že zde k sesuvům lavin nemůže za určitých sněhových podmínek docházet.

V hierarchii problematiky lavin v rámci Horské služby ČR stojí nejvýše lavinový preventista ČR, který přímo spolupracuje s šéfem psovodů HS, lavinovými preventisty a lavinovými pracovníky Horské služby lavinových oblastí a lavinovými pracovníky Horské služby v nelavinových oblastech.



V lavinových oblastech jsou tak kromě lavinových preventistů určeni ještě lavinový pracovníci, kteří se také podílejí na monitoringu a prevenci lavinového rizika a práci lavinových preventistů v lavinových oblastech tak podle potřeby doplňují. Dále ve všech horských oblastech funguje určitý počet psovodů Horské služby se speciálně vycvičenými psi, kterých je v současnosti k dispozici 10. S lavinovou problematikou včetně lavinové záchrany však musí být podrobně seznámeni všichni členové Horské služby a to ve všech horských oblastech České republiky. Při náboru nových členů do řad Horské služby musí tito budoucí členové před svým přijetím mimo jiné složit z lavinové problematiky náročnou zkoušku jak na teoretické tak i na praktické bázi.

Nejvýznamnější internetový portál z hlediska lavinové problematiky, který sdružuje všechny evropské instituce, které se zabývají lavinovým monitoringem v jednotlivých zemích, jsou stránky **EUROPEAN WARNING AVALANCHES SERVICES - EAWS** dostupné z www.avalanches.org. Na těchto

internetových stránkách jsou odkazy na servery organizací ze 16 evropských zemích včetně České republiky, kterou zde zastupuje Horská služba ČR (www.horskaslužba.cz).

Za vůbec nejznámější evropskou organizaci, která se výzkumem sněhu a lavin zabývá, je všeobecně považován švýcarský **SLF – INSTITUT FÜR SCHNEE UND LAWINENFORSCHUNG** (www.slf.ch) se sídlem v Davosu, který působí od roku 1931 v celé oblasti švýcarských Alp. Jedná se o interdisciplinární výzkumnou a servisní organizaci, která spadá pod Švýcarský federální institut lesa a krajiny. SLF má za úkol zkoumat sníh, působení atmosféry na horskou krajinu, lavinové a přírodní katastrofy a fungování horských ekosystémů. Z dosažených výsledků výzkumů pak SLF poskytuje poradenství obcím, průmyslovým podnikům a dalším subjektům podnikatelské či občanské sféry. V rámci SLF je přímo zřízena sekce Lavinové prevence, která provádí výzkum dynamiky a chování lavin. Její hlavní náplní je pak provozování systému včasného varování před akutním lavinovým nebezpečím. Informace jsou poskytovány formou bulletinů a jsou pravidelně zveřejňovány v médiích.

SLF používá území Alp jako svou přírodní laboratoř. V celé oblasti švýcarských Alp má k dispozici 130 speciálních výzkumných katastrů, kde je možné s pomocí moderního technického zázemí analyzovat chování lavin i dalších přírodních jevů v reálných podmínkách.

Při prohlížení internetových stránek již výše zmíněného Evropského lavinového varovného servisu, mě zaujaly svojí strukturou obsahu a praktickou využitelností při pohybu v horském terénu stránky **Sportscotland – Avalanche Information Service - SAIS** (www.sais.gov.uk). I přesto, že Skotsko nedisponuje horskými masivy velehorských výšek a zimní lavinový úhrn zde dosahuje několika desítek lavin za jednu zimní sezónu, je ve skotských horách věnována lavinové problematice velká pozornost. Na stránkách skotské SAIS je velice dobře vyvážena kvantita informací s jejich kvalitou a z hlediska světového standardu je určitě významným prvkem faktor, že na tvorbě těchto stránek se podílí i sama „nevědecká“ veřejnost. Ta má možnost vkládat do databáze spadlých lavin údaje o lavinách, které buď sami strhli, byli svědky jejich samovolného pádu nebo ji zaregistrovali až po jejím pádu. Možnost spolupodílení se veřejnosti na lavinové problematice činí tyto stránky zcela výjimečnými.

Velice dobře propracované jsou také stránky internetového portálu www.lawine.at, které sdružují lavinové služby jednotlivých spolkových zemí. Na stránkách jednotlivých lavinových služeb je díky husté síti měřících stanic, kromě lavinové předpovědi možnost i stažení map s údaji o síle větru, novou a celkovou sněhovou pokrývkou či aktuální teplotou. Velice užitečnou službou, která vhodně doplňuje všechny předcházející informace, je možnost zobrazení interaktivní mapy, kde jsou pomocí barevných zón rozlišeny sklony svahu v rozmezí po pěti stupních, což má velký význam při plánování horské túry se zohledněním konfigurace terénu ve smyslu vyhnout se kritickým sklonům svahů.

Ve Střední Evropě má mimo alpské země oblibu zejména server **Lavíny.sk** (www.laviny.sk), který provozuje slovenská Horská záchranná služba poskytující jak všeobecné informace o lavinách, tak pravidelně aktualizovanou předpověď pro všechna slovenská pohoří, kde lavinové sesuvy hrozí. Tyto webové stránky mají velký význam i pro českou lyžařskou veřejnost, neboť velké procento návštěvníků slovenských hor je v průběhu zimní sezóny právě z České republiky a nutno dodat, že tvoří i velké procento osob, které jsou každoročně lavinami ve slovenských horách zasaženi a ve velkém množství případů bohužel i lavinou usmrceni.

8.2 Prevence lavinového rizika – stupně lavinového nebezpečí

Práce Horské služby ČR ve spolupráci s Polskou horskou službou (GOPR) i ostatních světových lavinových služeb v oblasti lavinové prevence spočívá v pravidelném sledování a vyhodnocování jak chování sněhové pokrývky, tak i průběhu meteorologických prvků. Hlavním úkolem lavinové prevence je co nejúčinnějším způsobem předcházet lavinovým neštěstím.

Pro prezentaci akutního lavinového rizika v horských oblastech je používána **Evropská stupnice lavinového nebezpečí**, která je všeobecně používána ve všech evropských zemích od roku 1993. Stupnice rozlišuje pět stupňů lavinového rizika a poskytuje přibližné informace o lavinovém nebezpečí v oblasti, pro kterou je aktuálně sestavena.

V České republice je stupeň lavinového nebezpečí vyhlášen pro horské oblasti Krkonoše a Jeseníky. Lavinový stupeň je každodenně aktualizován na základě měření charakteristik a chování sněhové pokrývky spolu s meteorologickými podmínkami. Kompletní lavinová předpověď je pro obě jmenovaná pohoří dostupná na internetových stránkách Horské služby ČR. Dále jsou informace o stupni lavinového nebezpečí prezentovány v médiích, informačních centrech v horských střediscích, nejčastěji pomocí výstražného světla na panoramatických mapách lyžařských areálů a v neposlední řadě na výstražných tabulích v terénu, které varují návštěvníky na okraji lavinových katastrů před vstupem do tohoto území.

Tab. č. 18: Evropská stupnice lavinového nebezpečí

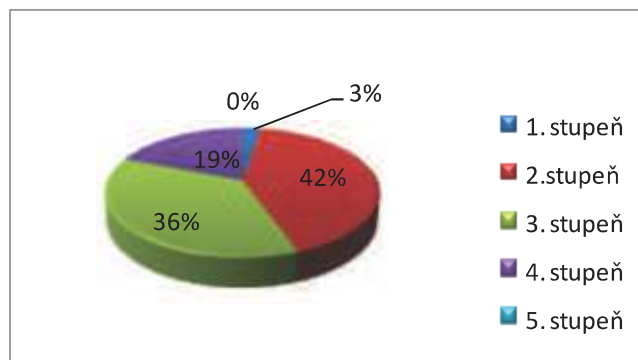
Stupeň ohrožení	Stabilita sněhové vrstvy	Pravděpodobnost pádu lavin
1. Stupeň malé nebezpečí	Sněhová pokrývka je dobře zpevněná a stabilní. • Nestabilní z 5%	Minimální ohrožení dobře zpevněná sněhová pokrývka. Sesuvy lavin hrozí jen při zvýšeném dodatečném zatížení na velmi exponovaných svazích. Spontánní pohyby sněhu zpravidla nepřesahují kategorii splazů.
2. Stupeň Mírné nebezpečí	Sněhová pokrývka je dobře zpevněná s výjimkou některých svahů, kde je pouze mírně zpevněná. • Nestabilní z 10%	Obvyklá situace vcelku dobře zpevněná sněhová pokrývka. Sesuvy lavin hrozí při zvýšeném zatížení na exponovaných svazích. Potencionálně nízké riziko spontánních lavin.
3. Stupeň Značné nebezpečí	Sněhová pokrývka je na mnohých strmých svazích jen mírně až slabě zpevněná. • Nestabilní z 20%	Sesuv lavin může iniciovat i nízké dodatečné zatížení. Ojedinelé jsou možné spontánní laviny středních rozměrů, které mohou zasáhnout i často navštěvované lokality jako např. cesty. Možnosti túr velmi omezené a pouze při značných zkušenostech.
4. Stupeň Velké nebezpečí	Sněhová pokrývka je na většině strmých svahů pouze slabě zpevněná. • Nestabilní ze 40%	Pravděpodobnost laviny je velmi vysoká již při nepatrném dodatečném zatížení. Možnosti túr jsou zcela omezené a situace vyžaduje expertní zhodnocení. Velké riziko spontánních lavin zasahujících údolní prostory ve velkém rozsahu.
5. Stupeň Velmi velké nebezpečí	Sněhová pokrývka je všeobecně slabě zpevněná a nestabilní. !!!Krajně nestabilní!!!	Je nutno počítat s četnými lavinami velkého rozsahu i na svazích s mírným sklonem, které mohou zasáhnout obydlené části údolí i protisvahy.

Zdroje dat: upraveno dle: Pohl & Schellhamer, 2004

Stupeň lavinového nebezpečí se v Krkonoších a Jeseníkách vyhláší v závislosti na sněhových podmínkách zpravidla v polovině listopadu. Z posledních let je v tomto ohledu výjimečná zimní sezóna 2009/2010, kdy byl již 15. 10. 2009 vyhlášen 2. stupeň lavinového nebezpečí na základě silného sněžení, kdy za jeden den napadlo 50 cm nového sněhu při působení silného větru, který dosahoval rychlosti 20 m/s (Horská služba, 2012).

Z hlediska podílu trvání jednotlivých lavinových stupňů v průběhu zimních sezón v období 2004/05 – 2010/11 v Krkonoších vyplývá, že největší podíl má stupeň číslo 2., který trval 47% dní z celkového počtu dní s vyhlášeným stupněm lavinového nebezpečí. Zcela shodného čísla dosahují stupně č. 3 a č. 4, které trvaly 24% dní. Jedná se o dny v roce, kdy jsou největší sněhové úhrny za působení

Graf. č. 9: Podíl trvání jednotlivých lavinových stupňů v Krkonoších



Zdroje dat: Horská služba, 2012

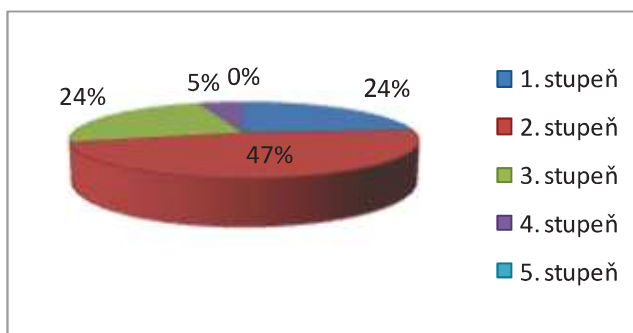
silného větru či dochází k velkým výkyvům v chodu teplot. Nejmenší hodnoty dosáhl stupeň číslo

jedna (5%). Tento stupeň je zastoupen zejména na počátku zimní sezóny, kdy sněhová vrstva ještě nedosahuje velké mocnosti a na jejím konci, kdy sníh již odtává a hrozí nejčastěji již pouze pády sněhových převějí na hranách karů, kde v průběhu zimy dochází k největšímu hromadění sněhu. K vyhlášení 5. stupně lavinového nebezpečí, ke kterému dochází pouze v případě extrémních podmínek, v současné době prakticky nedochází.

Horská služba ukončuje sledování lavin i vyhlášení stupňů lavinového nebezpečí v závislosti na sněhových podmínkách nejčastěji na konci dubna nebo na začátku května.

Ze záznamů Horské služby ze zimních sezón 2004/05 – 2008/09 vyplývá, že při druhém stupni lavinového nebezpečí dochází nejčastěji k pádům lavin v průběhu celé zimní sezóny, kdy se druhý stupeň lavinového nebezpečí podílí 42% na celkovém počtu lavin spadlých v průběhu zimy. Při zohlednění trvání jednotlivých lavinových stupňů je však jasné, že zdaleka lavinově nejaktivnějším stupněm je stupeň číslo tři, který se na celkovém počtu spadlých lavin podílí 36%. Také čtvrtý stupeň je vzhledem k velice krátkému trvání (5%) k celkovému počtu dní s lavinovým nebezpečím lavinově velmi aktivní a na celkovém počtu spadlých lavin se podílí z 19%.

Graf. č. 10: Závislost pádů lavin na stupni lavinového nebezpečí 2004/05 – 2008/09



Zdroje dat: Horská služba, 2012

Určení stupně lavinového nebezpečí

Pro určení stupně lavinového nebezpečí jsou určující - vlastnosti sněhového profilu, výsledky testů stability a zejména tabulka lavinové předpovědi tzv. Bavorská Matice (příloha č. 6), která se používá ke konečnému rozhodnutí o lavinovém stupni. Matice je jednotná pro celé území Evropy a stupně lavinového nebezpečí jsou vyhlášeny ve všech evropských zemích podle zcela shodných kritérií. Výhoda tohoto systému spočívá v tom, že návštěvníci různých evropských pohoří mohou při určitém lavinovém stupni očekávat ve všech horských oblastech podobné podmínky.

Tabulka Bavaryan Matrix používá pro určení stupně lavinového nebezpečí **tři základní kritéria** (Cingr, 2011):

1. rozsah nebezpečných míst – popisuje rozsah a rozmístění nebezpečných úseků, tedy míst kde můžeme lavinu sami uvolnit

2. dodatečné zatížení potřebné k uvolnění laviny – popisuje nestabilitu (křehkost) svahů a dokresluje nám tak celkový obraz o situaci
3. možnost uvolnění samovolných lavin – odhaduje dosah lavin v údolích a tím pomáhá určit případnou bezpečnou trasu či polohu

Měření sněhového profilu a vyhlásování stupně lavinového nebezpečí se provádí pravidelně nebo i dodatečně podle aktuální situace na předem vytipovaných místech. V České republice se v případě běžných podmínek terénní měření provádí jednou týdně. Za výrazného zhoršení lavinové situace se měření provádí podle aktuální potřeby.

Nejčastěji se k měření sněhového profilu používají v ČR tři lokality. Pro oblast západních Krkonoš je to jižní úbočí Kotle v nadmořské výšce kolem 1 380 m a pro východní Krkonoše pláň kolem Luční boudy ve výšce 1 410 m n. m. V Jeseníkách se měření provádí nejčastěji na jihovýchodním svahu Vysoké hole v lavinové oblasti Velkého kotle cca 1 400 m n. m., který je nejaktivnějším lavinovým katastrem tohoto pohoří.

8.3 Další preventivní opatření

Spolu s vyhlásováním lavinového nebezpečí a testování sněhového profilu provádí pracovníci Horské služby i další činnosti, které mají za cíl minimalizovat riziko nebezpečí lavin pro návštěvníky horských oblastí.

V našich horách je zdaleka nejčastějším opatřením označování cest vedoucích přes lavinové katastry výstražnými cedulemi. Tyto výstražné cedule upozorňují návštěvníky hor na možné nebezpečí ve třech jazycích a jejich součástí je i pohotovostní telefonní číslo na Horskou službu v příslušné horské oblasti pro případ lavinové nehody. V případě potenciálního lavinového nebezpečí se přistupuje pouze k upozorňování návštěvníků pomocí těchto výstražných cedulí. Za trvání akutního ohrožení sněhovými lavinami mohou být

Obr. č. 32 Označení lavinového území v Krkonoších pomocí výstražné cedule – Dlouhý důl (foto: Jan Kohoutek, 2011)



tyto cedule opatřeny zákazem vstupu na cesty vedoucí přes lavinové katastry. Tyto zákazy však vydává příslušná obec, protože Horská služba nemá k takovým úkonům patřičnou pravomoc.

Z preventivních důvodů je možné provádět i uvolňování lavin uměle odřezáváním sněhových převisů nebo odstřelem pomocí výbušnin, například pokud situace vyžaduje, aby na lavinový svah vstoupilo družstvo Horské služby. V alpských zemích i v severní Americe se preventivní odstřely provádějí zcela běžně v závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách a také intenzitě návštěvnosti lyžařských středisek a turistických oblastí. V ČR docházelo k odstřelu lavin zcela výjimečně a to zejména v 70. letech 20. Století (Spusta, 2011).

Technicky nejnáročnějším „protilavinovým“ prostředkem jsou tzv. lavinové zábrany. Jejich úkolem je znemožnění pohybu laviny v pásmu odtrhu (místo velkých sněhových akumulací), odklonem laviny do bezpečné dráhy, kde nedojde k žádnému ohrožení jejími účinky, nebo její zastavení na určitém místě. Na výrobu lavinových zábran se nejčastěji používá ocel, dřevo, beton a zemní materiál.

Lavinové zábrany mohou mít podobu (Midriak, 1977):

- roštů a sítí – zachytávání sněhu ve sběrných oblastech, kde dochází k lavinovým odtrhům
- hrází, zdí – pro usměrňování nebo zastavení lavin
- rozrážecích klínů – nejčastěji pro ochranu jednotlivých budov
- galerií – pro ochranu dopravních komunikací

V České republice se až na výjimky svahy proti lavinovým sesuvům nezajišťují. Jedním z mála míst, kde k realizaci technických protilavinových opatření docházelo byl, na konci 80. let svah v ostré zákrutě silnice vedoucí z Vrchlabí do Špindlerova Mlýna - Studené koleno, kde vlivem odtěžení lesa došlo k ohrožení této komunikace lavinami. Uvažovalo se zde o zhotovení lavinových zábran z pevných stavebních materiálů, ale nakonec se přistoupilo k zhotovení zábran pomocí kmenů stromů, které byli zaklíněny za záměrně ponechané vysoké pařezy, což vytvořilo jakési přirozené lavinové zábrany (Spusta, 1999). I přes tato opatření zde došlo ke dvěma lavinovým sesuvům, z nichž jedna lavina měla dostatek energie k překonání silnice a jejímu přehrazení značnou sněhovou masou. V současné době je již lavinová dráha málo patrná a je zarostlá mladým lesem.

Přirozenou ochranou proti lavinám v horském prostředí je les. Zdravý a neoslabený les má schopnost ve velké míře zábránit vzniku lavin na ploše, kterou pokrývá. Dle Ragaza (1972) je les s počtem kmenů 1000 – 5000/ha schopen stabilizovat sněhovou pokrývku.

Podle M. de Quervaina (1968) jsou z hlediska účinnosti ochranné funkce lesa nejvíce problematické laviny tvořené sypkým sněhem s bodovým odtrhem, kdy sněhová masa díky několikametrovému rozestupu kmenů naráží na své dráze pouze na malý odpor. Největší vliv má přítomnost lesa na deskové laviny, kdy je pro sněhovou pokrývku kmen pevným bodem, o který se může opřít o půdu. Napěťové pole se tímto značně mění a všeobecně se snižuje možnost tvorby trhlin ve sněhové pokrývce.

Nemalý vliv na lavinovou situaci i v našich horách mají porosty kosodřeviny zejména v subalpínském stupni, tedy v místě odtrhových pásem lavinových drah. Jednak mají plochy porostlé kosodřevinou vliv na rychlejší a rovnoměrnější tání sněhové pokrývky v jarních měsících, čímž snižují riziko vzniku základových lavin tvořených mokrým a těžkým sněhem. Druhým faktorem dle Plesníka (1971) je fakt, že k zapadnutí kosodřeviny sněhem a tudíž vytvoření souvislé hladké plochy, vhodné na uvolnění sněhové masy, je potřeba určitý čas. Za ten samý časový úsek se na např. hladké travnaté ploše vytváří souvislá vrstva sněhu, v které se začnou odehrávat procesy vedoucí ke vzniku lavinové situace dříve než na svahu porostlém kosodřevinou.

Obr. č. 33: Porosty kosodřeviny na lavinové dráze č. 15 Tetřeví žlab - jižní svah Kozích hřbetů (foto: J. Kohoutek, 2010)



9 PŘÍPADOVÁ STUDIE – LAVINOVÁ OBLAST KOTELNÍ JÁMY

Z důvodu bližšího seznámení s některým územím, kde dochází k lavinovým sesuvům byla, v rámci této práce pomocí terénního průzkumu a s použitím odborné literatury provedena podrobná fyzicko-geografická charakteristika oblasti Kotelních jam a jejich nejbližšího okolí. Popsány jsou některé tvary reliéfu a další charakteristiky tohoto území, které v hodině zeměpisu mohou sloužit jako výukový materiál, námět pro tvorbu pracovních listů zejména pro oblast geomorfologie ale i pro jiné oblasti. Dobrá přístupnost pomocí turistických tras vedoucích po okraji tohoto území přímo vybízí k zrealizování fyzicko-geografické exkurze s velkou výukovou hodnotou pro žáky (viz. kapitola č. 10.4).

Sledované území leží v Krkonošském národním parku (I. ochranná zóna) na území Libereckého kraje v nadmořské výšce cca 1 000 až 1 400 metrů, na jihovýchodních svazích hory Kotel (1 435 m n.m.). Vrchol Kotle je nejvýše položeným bodem v západní části Českého hřbetu.

K této kapitole je vytvořena i powerpointová prezentace zařazená do příloh této práce (příloha č. 9) pro použití v hodinách geografie jako výukový materiál o tomto výjimečném území uvnitř Krkonošského národního parku.

Nejvíce se na modelaci reliéfu tohoto území podílela činnost sněhu a zejména pak led. Výrazné ochlazení v době pleistocénu mělo pro Krkonoše zásadní význam hlavně z důvodu vzniku ledovců a jejich působení na horninové podloží. Pro reliéf Kotelních jam i dalších Krkonošských lokalit měla tak ledovcová eroze velký význam zejména pro vznik ledovcových karů.

Jako **ledovcový kar (kotel)** označujeme široký údolní závěr přehloubený ledovcem (spolupodílí se mrazové zvětrávání), strmé až svislé skalnaté svahy a ploché až vkleslé dno někdy vyplněné jezerem. Od zbytku údolí odděluje kar skalní práh. V chladných klimatických podmínkách se vyvíjejí dodnes (Vilímek a kol., 1996). V Krkonoších se kary místně označují jako jámy.

Glaciální přemodelování pomocí deterze (obrušování skalního podloží ledovcem) na JV svahu Kotle dalo vzniknout dvěma ledovcovým karům, které dnes označujeme jako Velká a Malá Kotelní jáma. Oba ledovcové kary jsou od sebe oddělené skalnatým (fylitovým) Kotelským hřebínkem (1 080 – 1 350 m n.m.). Malá Kotelní jáma postrádá pro většinu karů typické ploché dno a je v celé délce ukloněná narozdíl od plošně rozsáhlejší Velké Kotelní jámy. Pokračování údolí pod Kotelními jámami je označováno jako Kotelský důl, který je protékán Kotelským potokem, pramenícím ve Velké Kotelní jámě.

Ledovec, který se v oblasti Kotelních jam vyvinul, měl délku přibližně 2 km a byl tzv. alpského typu (Kühn, 2006). Jeho **deflační oblastí**, tj. místo odkud byl sníh pomocí větru svíván do závětrí ledovcového karu (Pilous, 2001), byly rozlehlé plochy Mumlavské, Hančovy a Harrachovy louky

Ledovce vznikají v oblastech vysokých zeměpisných šířek a vysokých nadmořských výšek, kde převládá přibývání sněhových srážek nad odtáváním. Sněhové krystaly se zde střídáním mrazu a tepla postupně remodelují nejprve na hrubozrnný firn a dále na ledovcový led (Vilímek & kol., 1996).

Jedním z dokladů glaciální modelace v lokalitě je **ledovcová moréna**, tvořená akumulací ledovcem transportovaného materiálu (zvětraliny, balvany půdní kryt) uložený ledovcem díky ledovcové erozi na bocích i na dně údolí či spadáváním ze svahů na povrch ledovce (Vilímek a kol., 1996).

Morénové valy vzniklé činností tohoto ledovce daly také vzniknout jedinému dochovanému **jezeru ledovcového (morénového) původu** na České straně pohoří – Mechovému jezírku. Typologicky se odlišuje od všech ostatních krkonošských jezer ledovcového původu, neboť jako jediné není uvnitř morén, ale vně hrazené mezi výběžkem vnějšího svahu morény a údolním svahem (Pilous, 2001). Dnes je jezírko silně zarostlé vegetací, zejména listy hvězdoše (Štursa, 2009) a zanesené horninovým materiálem. Jeho nejbližší okolí je v případě nepřítomnosti mrazu silně zamokřeno a není přístupné

Obrázek č. 34: Kotelní jámy v zimě (foto: Jan Kohoutek, 2011)



po žádné turistické cestě. Jeho plocha je přibližně 500 m², hloubka kolem 1 metru a leží v nadmořské výšce 935 metrů.

Dalším výrazně zastoupeným kryogenním tvarem jsou ve sledovaném území **kamenná (balvanová) moře**, vzniklá mechanickým (mrazovým) zvětráváním skalních výchozů tzv. kongelifrakcí, která je způsobena střídavým mrznutím a táním vody v horninách, kdy dochází k rozšiřování trhlin, odlučování zvětraliny a následnému rozpadu hornin.

Kamenná moře jsou zde celkem rovnoměrně rozmístěny po celém území lavinové oblasti. Jsou tvořeny zejména svorem a porfyrickou (hrubě zrnitou) biotickou žulou (Migoň & Pilous, 2007). Největší kamenné moře je situováno pod Západním žlebem na úpatí Kotelského hřebínku ve Velké Kotelní jámě v nadmořské výšce cca 1 160 – 1 230 metrů. Toto kamenné moře zde zaujímá plochu přibližně 160 x 40 metrů. Není pochyb o tom, že část horninového materiálu se na toto ale i na další kamenná moře v této oblasti dostává stržením sněhovými lavinami. Některé z nich zde často končí svojí dráhu. Dalším způsobem hromadění je sjíždění zvětraliny po sněhu. Lze proto hovořit i o přítomnosti tzv. **nivačních valů**.

V oblasti Západního žlebu jistě stojí za zmínku i zamokřené skalní plotny (poměrně výrazný skalní stupeň) v jeho spodní části (kolem 1 260 m n.m.), kde se v zimním období vytváří působivý ledopád.

V Malé Kotelní jámě patří k největším kamenným mořím to, které se nachází těsně pod hranou karu v nadmořské výšce kolem 1 380 metrů. Svým uspořádáním a polohou v mírnějším svahu by se dalo klasifikovat jako **kryoplanační terasa**, jediná ve sledovaném území. Dle Pilouse (2001) označujeme jako kryoplanační terasu stupňovitý útvar vzniklý tříděním kamenitých sutí na mírně ukloněných svazích. Skládají se z plošiny a ze stupně, který plošinu ohraničuje. Stupeň mívá podobu skalní stěny (mrazový srub) nebo příkrého svahu (mrazový sráz). V případě Malé Kotelní jámy se jedná o kryoplanační terasu s mrazovým srázem.

Po Kotelském hřebínku jsou nejvýraznějším skalním útvarem Harrachovy plotny. Jedná se o málo členité skalní útvary tvořené žulou ležící na severních svazích Velké Kotelní jámy v nadmořské výšce 1 270 – 1 350 metrů. Díky dlouho ležícímu **sněhovému poli (sněžníku)** na samém úpatí skalních ploten se zde vyskytující suťové pole netvoří již od výše zmíněného úpatí, ale až v určité vzdálenosti od něj díky horninovým úlomkům, které se skutálejí až na spodní okraj tohoto sněhového pole. V zimním a zejména jarním období jsou také Harrachovy plotny místem, kde velice často dochází k trhání sněhové pokrývky v celé hloubce sněhového profilu, a tedy místem vzniku základových lavin.

Z již výše zmiňovaných dlouholežících sněhových polí (sněžníků) nejvíce vyniká to, které každoročně vzniká na svahu mezi Harrachovými kameny a bývalými Jestřábími boudami v nadmořské výšce kolem 1 400 metrů. Zde se pod vlivem závětrné polohy a směru proudění větru pod hřebenem Krakonoše ukládají masy sněhu, které zde dosahují mocnosti až 5 metrů. Toto sněhové pole, které je někdy označováno v literatuře jako Sněžná hrana (Dvořák & Wagnerová, 1994), je výjimečné nejen svou délkou trvání, kdy často přetrvává až do konce června, či začátku července, ale také svým umístěním na jižním a z dalekého okolí viditelném svahu.

Přímo nad Harrachovými plotnami se nachází jedna z dalších dominant této oblasti – Harrachovy kameny (1 421 m n.m.). Jedná se o výrazné žulové skalní útvary ležící na samé hranici karu Velké Kotelní jámy. Na těchto skalních útvarech lze velice dobře pozorovat kvádritou odlučnost a následný rozpad horniny, který je pro žulové skalní útvary typický. V geomorfologii označujeme osamocené skalnaté útvary, které výrazně převyšují okolní terén, jako **tory** (Pilous, 2001). Nejbližší okolí Harrachových kamenů je silně postiženo sešlapem okolního vegetačního krytu, kdy se zde díky dobré dostupnosti pomocí turistické cesty a velice atraktivního výhledu, zejména na Velkou Kotelní jámu, koncentruje velké množství turistů.

Posledními tvary, které souvisí s působením sněhu (**nivační tvary**) a které lze ve sledované oblasti pozorovat, jsou nivační tvary. **Obrázek č. 35:** Pohled na Harrachovy plotny a Harrachovy kameny z Kotelského hřebínku (foto: Jan Kohoutek, 2012)



lokalitě spatřit, jsou tvary vzniklé tzv. nivační erozí. Nivační eroze vzniká působením plazivého pohybu těžkého firnového sněhu na podloží, kdy se jedná o více či méně zřetelné natrhávání a narušování drnové pokrývky v podobě nátrží a mělkých sesuvů (Migoň & Pilous, 2007). S těmito tvary se setkáme zejména ve Velké Kotelní jámě, konkrétně v zářezu na hraně Hlavního žlebu (kolem 1 370 m n.m.), kde délka největšího sesuvu činí až 12 metrů. Tato délka je největší z celkového počtu tří výrazných sesuvů v této části lokality a také nad Kotelským hřebínkem, kde pod hranou vznikl podobně mělký ale izolovaný sesuv zeminy v rozsahu kolem 25 x 30 metrů. S obdobnými tvary menších rozměrů se lze setkat i na dalších místech zejména v okolí hrany obou ledovcových karů. Druhou formou nivační eroze jsou tzv. nivační deprese, což jsou dlouholežícím sněhem vytvořené terénní sníženiny v oblasti Kotelních jam pouze klínovitého tvaru a malých rozměrů, které ve sledované lokalitě najdeme na jediném místě a to je v okolí západní hrany karu Malé Kotelní jámy.

Současné veškeré působení sněhu v Kotelních jámách se váže na anemo – orografický systém Mumlavý (Migoň & Pilous, 2007), neboť oba kary jsou vázány na závětrná místa, kde dochází k turbulentnímu proudění vzduchových mas přicházející od Mumlavského údolí a tím i k vyšší sněhové akumulaci zejména v podobě sněhových převějí, které zde dosahují mocnosti několika metrů.

Stěny karu Malé i Velké Kotelní jámy jsou rozčleněny sedmi výraznými žleby a stržemi mezi skalními výchozy vzniklých na základě lavinové modelace a činnosti vody - fluviální eroze, a to při nesoustředěném tak i soustředěném odtoku. Jako **erozi** označujeme odstraňování hornin jejich zvětralin a půd působením exogenních (vnějších) činitelů (Vilímek a kol., 1996).

Nejviditelněji se soustředěný odtok projevuje na jižním svahu Velké Kotelní jámy na Jestřábí stráni, kde se nachází pramen Jestřábí strouhy, a v Hlavním žlebu, kde pramení a protéká Kotelský potok. **Pramenem** se rozumí místo vývěru podzemní vody na zemský povrch (Vilímek a kol. 1996). Oba vodní toky výrazně zvyšují svou erozní schopnost, zejména v období zvýšeného vodního stavu tj. v jarních měsících při zrychleném tání sněhu nebo v případě extrémního či zvýšeného úhrnu dešťových srážek (např. přivalové deště v letních měsících). Na výsledné podobě Hlavního žlebu se spolupodílejí jak sněhové laviny, tak erozní síla vodního toku. V případě Jestřábí strouhy, kde na Jestřábí stráni není tak intenzivní lavinová činnost, fluviální pochody jasně dominují, což je viditelné i na tvaru zářezu vodního toku do podloží, který má charakter strže.

Podle klasifikace vodních toků, jsou všechny vodní toky ve sledované oblasti označeny jako potoky a bystřiny a nalezneme zde vodní toky stálé tak občasné. Nejvýznamnější je již zmiňovaný Kotelský potok, který pramení pod hranou Velké Kotelní jámy v Hlavním žlebu v nadmořské výšce cca

1 360 metrů. Potok dosahuje průměrného sklonu 119,3 ‰ (Tesař & Pilous, 2007) a po 6,5 km se pod osadou Dolní Mísečky z pravé strany vlévá do řeky Jizerky.

V celé oblasti Kotelních jam jsou svahové procesy velice významným faktorem při utváření výsledné podoby reliéfu tohoto území. Důležitým předpokladem pro vznik svahových procesů jsou sklonitostní poměry území. Průměrný sklon svahů v oblasti Kotelních jam je kolem 35°. Největších sklonů dosahují svislé skalní stěny u velkých skalních výchozů. Naopak nejmenších sklonů dosahuje Jestřábí stráž ve Velké Kotelní jámě, kde průměrná hodnota činí přibližně 25°.

Zejména **základové laviny**, při kterých sjíždí do údolí společně se sněhem i určité množství zvětralin a vegetace, se na tvaru reliéfu a i následné stabilitě svahů podílejí velice zásadním způsobem. Důkazem je přítomnost akumulací stržených skalních úlomků a drnů v odtávajících sněhových haldách v akumulačním pásmu lavinových drah hlavně v jarním období.

V oblasti Krkonoš jsou významným svahovým pochodem také **mury** lidově označované jako **zemní laviny**. Jako mury (název pochází z východních Alp) označujeme rychlé svahové pohyby (několik m/s), které vznikají silným nasáknutím a přetížením svahových zvětralin při intenzivních srážkách na příkrých svazích. I přes to, že v Krkonoších nedosahují velkých rozměrů, mají na svědomí i některé katastrofální sesuvy, které si vyžádali lidské oběti (Pilous, 2001).

Obrázek č. 36: Zemní lavina (mura) z října 2009 ve Velké Kotelní jámě. (foto: Jan Kohoutek, 2009)



V Kotelních jámách jsou zaznamenány dvě mury. První sjela před několika desítkami let v Malé Kotelní jámě a dodnes je v krajině, ač na první pohled, nezřetelně patrná. Její dráha začíná několik desítek metrů JZ od Kotelského hřebínku v nadmořské výšce 1 380 m a končí po cca 600 m v nadmořské výšce 1 090 m několik desítek metrů pod turistickou cestou vedoucí dnem Malé Kotelní

jámy. Nejvíce zřetelná je v akumulární zóně. Dvořák a Vágnerová (1994) udávají také výrazné vegetační odlišení v podobě vřesoviště na odtrhu a hustý porost břízy karpatské na elevaci akumulární zóny. Průměrný sklon svahu murové dráhy je 33°.

Druhá ze zemních lavin je poměrně nově vytvořená, kdy k jejímu sesuvu došlo v říjnu 2009 po silných, dlouhotrvajících deštích. Její dráha spadá do Velké Kotelní jámy cca 90 metrů západně od Jestřábí strouhy. Od místa odtrhu a ještě několik desítek metrů pod něj došlo ke stržení celého půdního profilu až na skalní podklad a došlo tak k jeho výraznému obnažení. Spolu s horninovým materiálem zde bylo strženo i značné množství klečového porostu. K odtrhu došlo v nadmořské výšce kolem 1 350 metrů a největší akumulace horninového a rostlinného materiálu se nalézá v 1 170 m n.m. Dráha dosáhla délky 385 metrů a průměrného sklonu 27°, což je sklon výrazně pod průměrem sklonů ostatních murových drah, které jsou rozmístněny ve velké většině případů zejména ve východních Krkonoších (zejména oblast Obřího dolu).

Lidská činnost může urychlovat či zpomalovat přírodní pochody, popřípadě i vytvořit nové tvary v krajině. I tato odlehlá, špatně přístupná a v extrémních klimatických podmínkách ležící lokalita Kotelních jam nese známky po této činnosti patrné stopy.

Velice zajímavou stopu zde zanechala lidská činnost v podobě dvou několik metrů dlouhých štol, z nichž ve větší z nich se utvořilo jezírko napájené atmosférickými srážkami. Těmito dvěma štolami byla otevřena malá rudná čočka s převahou chalkopyritu a pyritu (Kühn, 2006). Vytěžený materiál byl odkládán do několika dnů ještě patrných navážek v blízkosti vstupu do obou štol. Důlní dílo leží nad horním koncem Kotelského hřebínku v nadmořské výšce 1 350 metrů a jedná se o nejvyšší položené dílo v Krkonoších. Na skále mezi vchody do obou štol je vyryt hornický znak v podobě dvou zkřížených hornických kladiv, písmena H.B, a datace rokem 1894, kdy poslední dvě číslice jsou velice špatně čitelné.

Posledním zřetelným zásahem člověka v této oblasti je zpevnění hrany Hlavního žlebu Velké Kotelní jámy pomocí stabilizační zdi tvořené velkými kameny, která sloužila ke stabilizaci svahu z důvodu ochrany turistické cesty, která se v těchto místech značně přibližovala samotné hraně karu. Tato turistická cesta je již několik desítek let uzavřená a vstup do tohoto prostoru je pro turisty z důvodu ochrany přírody v rámci první ochranné zóny národního parku přísně zakázán.

V nejbližší okolí samotného vrcholu hory Kotle jsou významným antropogenním faktorem tři betonové bunkry, které zde byly vybudovány z důvodu realizace linie opevnění v letech 1937 jako

reakce na politickou situaci v sousedním Německu, kde se moci chopili nacisté (do roku 1938 probíhala hranice s Německem celými Krkonošemi).

Prostor Kotle spadal do linie tzv. lehkého opevnění a je tvořen čtyřmi pevnostmi vz. 37 tzv. Řopík. Tyto pevnosti se stavěly v souvislých liniích se vzájemnou ochranou palbou z postraních střílen. Čelní zeď, která je natočena směrem k německé hranici, byla chráněna nasypáním valem proti odstřelování a byla beze střílen. To útočníka mělo přinutit, aby při likvidaci posádky pevnůstky vstoupil do boční vzájemně se překrývající palebné linie. Posádku těchto lehkých objektů tvořilo sedm mužů a samotné pevnosti patřily k nejmodernějším pevnostním systémům své doby (Lášek, 2007).

Objekty vojenského opevnění v nejbližším okolí vrcholu Kotle a Kotelních jam jsou zbudovány v nadmořských výškách 1 381, 1 415, 1 418 a 1 386 metrů. Vzdálenosti mezi nimi jsou v rozmezí od 100 do 230 metrů. Všechny objekty, ačkoliv jsou po většinu roku vystaveny extrémním klimatickým podmínkám, jsou dosud ve velice dobrém stavu a bez známek většího poškození.

Také jedna z nejzáhadnějších staveb Krkonoš se nachází v blízkosti vrcholu Kotle, respektive na jeho severním svahu v nadmořské výšce kolem 1 380 metrů. Jedná se o kamenný val přibližně kruhovitěho tvaru o rozměrech cca 35 x 35 metrů, který nese pojmenování **Růženčina zahrádka**. Hartmanová a Łaborewicz (2007) uvádějí názor ze 70. let 20. století, že autorem této stavby je pravěký lid popelnicových polí a sloužil k obřadním účelům. Archeologické výzkumy však tuto teorii nepotvrdily a datování této stavby je dodnes nejasné.

Jednou z nejvýraznějších přírodních charakteristik pro tuto i další lavinové oblasti v Krkonoších je trvalé **snížení horní hranice lesa** díky intenzivní lavinové činnosti. Na většině lavinových drah v Krkonoších sjíždějí laviny do lesa jednou za 5 – 10 let. Hranice lesa je zde trvale snižena a má charakter tzv. zátokové hranice. Při pádu velkých lavin se stává, že pronikají hlouběji do lesních porostů, přičemž je les smeten. Přirozená obnova lesa pak trvá až do pádu další velké laviny. Lavinové dráhy jsou v Krkonoších vyjmuty ze zalesňování a je zde ponechán přirozený vývoj obnovy lesních porostů (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007).

Také v Kotelních jamách je snížení hranice lesa z důvodu mechanického působení sněhových lavin velice patrné. Na nelavinových svazích Kotle prochází přirozená horní hranice lesa v nadmořské výšce cca 1 150 – 1 200 metrů. Díky intenzivní činnosti lavin v prostoru Kotelních jam je zde posunuta o 150 – 200 výškových metrů níže.

Svá specifika mají i dřeviny rostoucí na lavinových drahách, které vydrží tlak řítícího sněhu a vykazují oproti dřevinám rostoucím v běžných lokalitách výrazné odlišnosti. Kmeny a větve těchto dřevin se přizpůsobily tlaku sněhu, ale i tak jsou při sesuvech sněhu neustále poškozovány. O těchto dřevinách hovoříme jako o **lavinových formách dřevin** (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007).

V Kotelních jamách se lze setkat s lavinovými formami dřevin nejvíce ve spodních částech lavinových drah, kde dochází k největší akumulaci sněhu. Zejména ve velké Kotelní jámě nad turistickou cestou v okolí Kotelského potoka a v Malé Kotelní jámě naopak pod turistickou cestou. Dřeviny na těchto lavinových drahách mají nejčastěji formy šavlovitého nebo plazovitého vzrůstu. V případě Kotelních jam se jedná zejména o zástupce dřevin borovice kleče, břízy karpatské a javoru klenu.

Obrázek č. 37: V lesním porostu velice dobře viditelná lavinová dráha v Malé Kotelní jámě (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Potlačení růstu lesa, díky mechanickému účinku sněhových lavin v Kotelních jamách, umožňuje růst bylinné vegetaci i na místech, kde by jinak rostl les. Ledovcové kary a s nimi i lavinové dráhy fungují jako útočiště (refugia) řady arктоalpínských druhů rostlin, které zde přežívají jako pozůstatky dob ledových jako **tzv. glaciální relikty** (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007), mezi jejichž nejznámější zástupce patří například zvonek český, ostřice chudokvětá nebo lomikámen vstřícnohlý.

Místa s výskytem arктоalpínských druhů jsou zařazena do niveo-glaciální (sněhovo – ledové) zóny krkonošské tundry.

Závětrné prostory Kotelních jam, kde se uplatňuje turbulentní proudění vzduchu, které sem zanáší semena rostlin i z velkých vzdáleností, a příznivé mikroklima umožňují růst některých teplomilnějších druhů jako je konvalinka vonná, měsíčnice vytrvalá, růže převislá a řady dalších (Wagnerová, 1994). Právě tento obsáhlý seznam rostlin dává těmto místům jako jsou Kotelní jámy označení **botanické zahrádky**. V Kotelní jámách patří k floristicky nejbohatším lokalitám Kotelská zahrádka – zeminou zanesený suťovo – náplavový kužel ve Velké Kotelní jámě (Dvořák & Wagnerová, 1994).

10 ZAŘAZENÍ PROBLEMATIKY LAVIN A LAVINOVÉHO OHROŽENÍ JAKO TĚMATU V RVP G V PŘEDMĚTU ZEMĚPIS

Na základě pokynu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy z roku 2003, o začlenění tématu o ochraně člověka za mimořádných situací do vzdělávacího programu pro gymnázia, by měli být v rámci školního vyučování žáci dostatečně seznámeni s různými druhy přírodních katastrof včetně svahových pochodů, mezi které problematika lavin patří. Žáci by se v rámci hodin zeměpisu měli dozvědět jak všeobecné informace o lavinách, tak i informace o možnosti ochrany před jejich účinky. Velice dobře lze využít pro tento přírodní jev komplexnost, kterou nám předmět geografie nabízí a zařadit téma lavin do různých tematických celků:

- **Fyzická geografie** – příčiny vzniku lavinových sesuvů, vzájemná podmíněnost jednotlivých přírodních a dalších faktorů při jejich vzniku
- **Regionální geografie** – oblasti s výskytem lavin ve světě (nejvíce postižené oblasti)
- **Socioekonomická geografie** – vliv lavinových sesuvů na obyvatelstvo a jeho rozmístění, vliv na hospodářství, dopravní a turistickou infrastrukturu
- **Kartografie, geografické informace** – letecké snímky lavinových drah, využití např. programu Google Earth, statistické hodnocení lavinových katastrof, čerpání informací z internetu
- **Životní prostředí** – ovlivnění dynamiky chování lavin činností člověka, ovlivnění flóry a fauny lavinami
- **Česká republika** – přírodní podmínky ve vztahu k možnému ohrožení lavinami v ČR
- **Místní region** – v případě umístění školy v blízkosti některého z našich pohoří lze problematiku lavin zařadit i do tohoto tematického celku
- **Terénní geografická exkurze, terénní výuka** – fyzicko-geografická charakteristika lavinových drah, zásady bezpečného pohybu v horském zimním prostředí, nácvik záchrany v terénu, testy stability sněhové pokrývky, první pomoc atd.

Lavinovou problematiku lze vyjma zeměpisu velice dobře aplikovat také do dalších vzdělávacích oblastí v rámci RVP G:

- **Člověk a příroda** (Fyzika, Biologie, Geologie) – fyzikální podstata vzniku lavinových sesuvů, druhová rozmanitost na lavinových drahách, ovlivnění lavinové činnosti člověkem, vliv horninového podloží, atd.

- **Člověk a společnost** (Občanský a společenskovední základ, Dějepis) – laviny jako rizikový faktor v horských oblastech, solidarita mezi lidmi v souvislosti s lavinovými sesuvy, laviny sloužící jako zbraň v průběhu 1. Světové války (tzv. Bílý pátek)
- **Člověk a zdraví** (Výchova ke zdraví, Tělesná výchova) – pohyb a chování v zimní horské přírodě, nácvik chování při lavinové katastrofě a testů pro posouzení lavinového rizika, první pomoc postiženým při lavinové nehodě
- **Informatika a informační a komunikační technologie** (Informatika a informační a komunikační technologie) – vyhledávání informací o lavinové problematice a jejich následná prezentace, zjišťování lavinových předpovědí v pohořích v ČR a ve světě

10.1 Analýza geografických učebnic se zaměřením na reflexi lavin a dalších přírodních rizikových jevů (učebnice používané v ČR a vybraných evropských zemích)

I přes velký rozvoj moderních výukových prostředků v zeměpisu na středních, ale i základních školách, jako je používání digitálních učebních modulů (DUM), přesouvání vyučovacích hodin do počítačových učeben a dalších opatřeních ztraktivňujících výuku nejen žákům, ale i učitelům, zůstává nadále používání geografických učebnic a atlasů nedílnou součástí výuky zeměpisu.

V rámci této rigorózní práce bylo analyzováno celkem 20 učebnic zaměřených na fyzickou nebo environmentální geografii a školních atlasů z České republiky, Slovenské republiky a Polska, které jsou používány na gymnáziích, ostatních středních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií. Předmětem této analýzy bylo, zda uvedené učebnice obsahují a pokud ano, tak v jakém rozsahu informace o níže uvedených přírodních katastrofách, jako je: zemětřesení, vulkanismus, svahové sesuvy, tropické cyklóny, tsunami, povodně a samozřejmě zda se také učebnice zmiňuje nebo nějakým obsáhleším způsobem pojednává o problematice sněhových lavin.

V tabulce č. 19 jsou uvedeny použité učebnice a tabulka č. 20 znázorňuje přírodní katastrofy a jejich případné zařazení v jednotlivých analyzovaných učebnicích a atlasech.

Tab. č. 19: Seznam analyzovaných učebnic - ČR, SR, Polsko (kompletní citace v seznamu použité literatury)

Pořadí	Název učebnice	Rok vydání	Počet stran celkem	Stát
1	Životní prostředí	1996	62	ČR
2	Zeměpis v kostce 1 – pro střední školy	2008	152	ČR
3	Zeměpis v kostce 1 – pro střední školy	1999	117	ČR
4	Přírodní obraz Země – pro 1. ročník gymnázia	1997	151	ČR
5	Země – pro střední školy	1998	63	ČR
6	Maturita ze zeměpisu – studijní příručka pro maturanty	2000	88	ČR
7	Maturitní otázky ze zeměpisu	2006	216	ČR
8	Příroda a lidé Země – pro střední školy	2001	62	ČR

9	Zeměpis naší vlasti – nižší stupeň víceletých gymnázií	1997	95	ČR
10	Česká republika – nižší stupeň víceletých gymnázií	1995	144	ČR
11	Přírodní prostředí Země – nižší stupeň víceletých gymnázií	1996	95	ČR
12	Lidé a příroda – nižší stupeň víceletých gymnázií	1998	47	ČR
13	Školní atlas dnešního světa	2001	183	ČR
14	Atlas životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR	1991	--	ČR
15	Zeměpis České republiky – učebnice pro střední školy	2003	96	ČR
16	Geografia 1. Diel – pre 1. ročník gymnázií	1993	80	SR
17	Geografia 2. Diel pre 2. ročník gymnázií	1995	64	SR
18	Geografia – pre 4. ročník gymnázií	1994	95	SR
19	Ekológia pre gymnázia	1994	151	SR
20	Geografia Część 1 – Liceum i technikum	2009	304	PL
21	Planeta Nowa – Geografia dla Gimnazjum	2006	207	PL

Tab. č. 20: Přírodní katastrofy ve vybraných učebnicích zeměpisu - ČR, SR, Polsko (níže uvedené vysvětlivky jsou totožné pro tabulku č. 21)

prázdné pole - absence hledaného prvku

modré pole – krátká zmínka o hledaném prvku

T – hledanému prvku je věnován delší vysvětlující text či samostatná kapitola

I – hledaný prvek je znázorněn pomocí ilustračních materiálů

H – hledaný prvek je v textu zdůrazněn konkrétním historickým příkladem (příklad katastrofické události)

Učebnice	Zemětřesení	Vulkanismus	Tropická cyklóna, tornáda	Povodně	Tsunami	Sesuvy	Sněhové laviny
1							
2	T	T,I	T		T	T	
3	T	T,I	T,I				
4	T,I	T,I				T,I	
5	T	T,I		I	T,I		
6	T	T	T	T			
7	T	T	T		T		
8	T,I	T,I	T,I	I	H,I		
9				I			
10							
11	T	T,H,I	H,I	H,I			
12		H,I					
13	T,H,I	I	I		T,H,I		
14	T,I					I	T,I
15				T,H,I		T,H,I	
16	T	T,I				T,I	
17						I	
18							
19							
20	T,H,I	T,H,I	T,H,I	I	T,H,I	T,I	T,H,I
21	T,H,I	T,H,I		I		T,I	
CELKEM	17	15	10	17	12	15	7

V analyzovaných učebnicích jsou přírodní katastrofy nejobsáhleji zpracované v učebnici Přírodní obraz Země pro 1. ročník gymnázia. V této učebnici jsou v textu jednotlivých kapitol uvedeny všechny hledané přírodní katastrofy, včetně lavinových sesuvů, kterým je v kapitole, věnující se krajinotvorným procesům podmíněným činností vody, sněhu a ledu, věnován i kratší text, který je o projevech lavinových sesuvů v horské přírodě za vzniku charakteristických lavinových drah. Také ostatní přírodní katastrofy jsou v této učebnici popsány velice dobře vysvětlujícími texty.

Zajímavým způsobem je tematika lavin obsažena v učebnici Česká republika, která je určena také pro nižší stupeň gymnázia. V této učebnici je jako v jediné ze všech zkoumaných téma lavin zařazeno v rámci didaktického úkolu, kdy studenti mají za úkol zjistit z výřezu turistické mapy Krkonoš, jakým způsobem jsou v turistických mapách zaznamenávány jednotlivé lavinové dráhy, kde se laviny v Krkonoších vyskytují a velice vhodná je také otázka, zda je na základě zjištěných skutečností možné, vydat se na zimní túru Obřím dolem (v zimních měsících lavinové území). Bohužel, kromě tohoto didaktického úkolu se téma sněhových lavin v této učebnici již v ostatních kapitolách a úkolech nevyskytuje.

Z geografických učebnic, které se věnují České republice, je nejkomplexněji téma přírodních katastrof zpracováno v učebnici Zeměpis České republiky pro střední školy. V této učebnici je přírodním katastrofám věnována samostatná kapitola s názvem Přírodní rizika, která se věnuje všem přírodním katastrofám, se kterými se lze na našem území setkat tj. povodně, zemětřesení (zmíněno také v souvislosti s důlní činností), tornáda, svahové pohyby v jejichž rámci je upozorněno i na nebezpečí sněhových lavin v Krkonoších. Krom toho se tato kapitola věnuje i dalším negativním přírodním faktorům, jako je například extrémní sucho. Celý text je také doplněn fotografiemi, které se týkají povodní v roce 2002, schématem sesuvu u Mnichova Hradiště v roce 1926 a mapkou oblastí s nejčastějším výskytem zemětřesení na území ČR. Na tuto kapitolu velice dobře navazuje další, která se zabývá historickým vývojem a současným stavem životního prostředí v ČR.

V učebnicích používaných ve Slovenské republice je celkově téma přírodních katastrof zařazováno v porovnání s českými učebnicemi o mnoho méně. Všem přírodním katastrofám včetně lavinových sesuvů se věnuje z analyzovaných učebnic pouze jediná a to Geografie pre 1. ročník gymnázií – 1. diel, kde jsou sněhové laviny obsaženy v kapitole o mrazem podmíněných (kryogenních) procesech. V textu jsou zmíněny škody, které laviny každoročně způsobují, a také geomorfologické útvary, které po sobě sněhové laviny za určitých podmínek zanechávají, jako jsou lavinové rýhy a lavinové kužele.

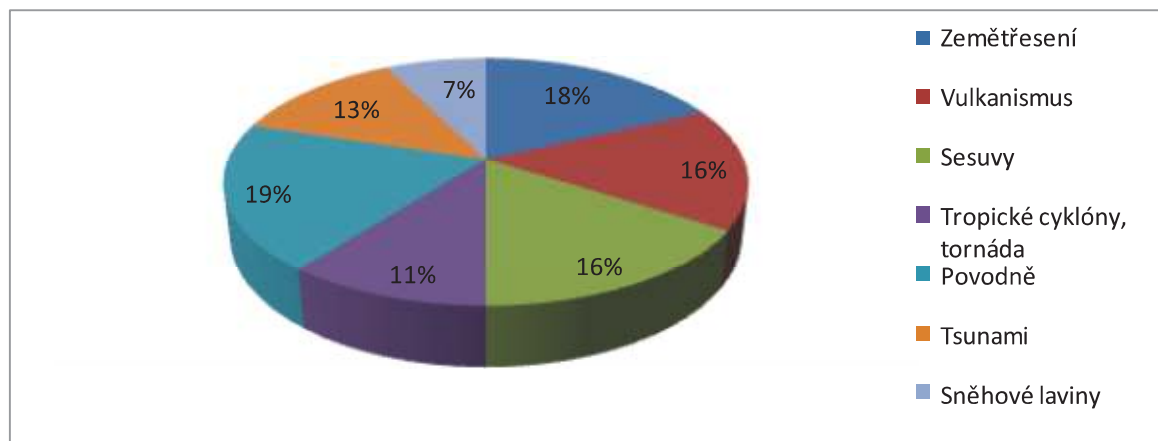
V učebnicích používaných v Polsku je z hlediska přírodních katastrof velice dobře zpracována zejména Geografia pro Liceum i technikum, kde jsou jednotlivé přírodní katastrofy popsány velice obsáhlým textem a doplněny řadou obrázků a fotografií. Většina přírodních katastrof je obsažena i ve speciální kapitole věnované pouze přírodním katastrofám a jejich dopadům na obyvatelstvo a krajinu s názvem Naturalne zakłoceniarównowagi ekologicznej – Klęski żywiołowe. Lavinové problematice se autoři učebnice věnují v podkapitole Klęski żywiołowe wywołane zjawiskami geologicznymi, kde je text doplněn i o fotografií laviny, která poničila část jedné z vesnic ve švýcarských Alpách.

Z výsledků analýzy geografických učebnic ze tří uvedených zemí vyplývá, že nejčastějšími zmiňovanými katastrofami jsou zemětřesení a vulkanismus. Naopak nejméně zmiňovanými katastrofami jsou povodně a sněhové laviny, které jsou do učebních textů zařazeny pouze v sedmi případech.

Ve dvou analyzovaných atlasech, které slouží pro výuku na školách, je většina přírodních katastrof zpracována v mapových podkladech velice dobře a ve Školním atlase dnešního světa jsou tyto katastrofy doplněny i vysvětlujícími texty.

Kromě geografických učebnic byly analyzovány také příručky pro učitele sloužící jednak jako

Graf č. 11: Zastoupení jednotlivých přírodních katastrof v analyzovaných geografických učebnicích



doplňky geografických učebnic a jako podklady pro sestavování písemných prací, pracovních listů a jako náměty do vyučovacích hodin zeměpisu na středních školách a nižších stupních víceletých gymnázií.

Celkem byly analyzovány čtyři učitelké příručky, kde byl vyhledáván totožný seznam katastrof jako v případě geografických učebnic (viz. tabulky 21 a 22)

Tab. č. 21: Seznam analyzovaných učitelkých příruček (kompletní citace v seznamu použité literatury)

Pořadí	Název příručky	Rok vydání	Počet stran	Stát
1	Příručka k učebnici Zeměpis naší vlasti	1997	47	ČR
2	Příručka k učebnici zeměpisu Lidé a příroda	1997	47	ČR
3	Otázky a úkoly ze zeměpisu pro střední školy	1998	68	ČR
4	Základy zeměpisných znalostí pro základní školy a nižší ročníky 200víceletých gymnázií	2006	117	ČR

Tab. č. 22: Přírodní katastrofy ve vybraných učitelkých geografických příručkách (ČR) – výskyt přírodní katastrofy označuje modrá barva

Příručka	Zemětřesení	Vulkanismus	Tropická cyklóna, tornáda	Povodně	Tsunami	Sesuvy	Sněhové laviny
1							
2							
3							
4	I	I	I				

Ve tří ze čtyř analyzovaných učitelkých příruček jsou některé přírodní katastrofy pouze okrajově zmiňovány. Velkého prostoru se jim však dostává v příručce k učebnici zeměpisu Lidé a příroda, kde je jim věnována velká pozornost, zejména pak na příkladu povodní z léta 1997, které postihly kromě střední a jihovýchodní Evropy také z velké části i Českou republiku. Průběh této povodně je zde podrobně popsán (strany 13, 14, 15) a dán do kontextu i s dalšími souvislostmi a ději, které jí předcházely. Další část textu, která se věnuje přírodním katastrofám, je na straně 21, kde se autoři zabývají způsoby, jak těmto katastrofám, zde konkrétně znovu povodním, předcházet. Text se zde dotýká i typicky ekologických pojmů jako jsou revitalizace, regulace, územní systém ekologické stability apod.

10.2 Didaktická analýza učiva

V rámci interpretace problematiky lavinových sesuvů ve výuce zeměpisu na středních školách předkládám v této kapitole návrh vyučovacích hodin s touto tematikou. Žáci by v těchto hodinách již měli vycházet ze znalostí získaných jak v předmětu zeměpis, v nižších ročnících z oblasti fyzické geografie, tak využívat i znalostí získaných v jiných předmětech a lépe tak chápat řadu souvislostí a mnoho skutečností si také na základě svých již získaných znalostí snadněji odvodit.

Jako hlavní podklad k těmto hodinám slouží zejména power-pointové prezentace (viz. příloha č. 9) a pracovní listy, které na jednotlivé prezentace přímo navazují a žáci si tak mohou zpětně na konci hodin zopakovat předešlou látku. Součástí prezentací je i řada fotografií a schémat, které žákům pomohou si řešenou problematiku lépe představit a tím jí i snadněji porozumět.

10.2.1 Příprava na hodinu zeměpisu - Základní informace o lavinách

Ročník: 1. – 3., kvinta – sexta

Místo realizace: učebna zeměpisu

Časová dotace: 45 minut

Použité pomůcky: power-pointová prezentace, pracovní listy, školní atlas světa

Použité metody: výklad, práce s pracovním listem

Vzdělávací oblast: Člověk a příroda

Průřezová témata: Environmentální výchova

Mezipředmětové vazby: biologie (neživá příroda), výchova ke zdraví (rizikové stavy ohrožující život a zdraví člověka), fyzika (vznik mechanismů vyvolávající napětí ve sněhové pokrývce)

Klíčové kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů

Očekávané výstupy: žák rozumí mechanismu vzniku sněhových lavin a umí označit rizikové oblasti těchto jevů v krajině, uvědomuje si následky pádu sněhových lavin a orientuje se v základních organizacích, které se zabývají záchranou a výzkumem se sněhovými lavinami souvisejícím

Obsahové a časové schéma výuky:

	Popis činností	Metody a formy výuky	Čas (minuty)	Pomůcky
Úvod	Zahájení hodiny Motivace: hádanka na prvním snímku power-pointové prezentace (viz. příloha č. 8) Obsah hodiny		2	Power-point prezentace (příloha č. 8)
Hlavní část	Charakteristika a vznik sněhových lavin	Výklad	8	Power-point prezentace (příloha č. 8)
	Podmínky vzniku lavinového nebezpečí	Rozhovor	10	
	Ochrana před lavinami – Horská služba		10	
	Práce s pracovním listem	Samostatná práce	15	Pracovní list
Závěr	Zakončení hodiny		1	

*10.2.2 Příprava na hodinu - Prevence lavinového rizika, první pomoc v případě lavinové nehody***Ročník:** 1. – 3., kvinta – sexta**Místo realizace:** učebna zeměpisu**Použité pomůcky:** power-pointová prezentace, pracovní listy, lékárnička první pomoci**Použité metody:** výklad, práce s pracovním listem, seznámení s obsahem lékárnička první pomoci**Vzdělávací oblasti:** člověk a příroda

Průřezová témata: environmentální výchova, osobnostní a sociální výchova

Mezipředmětové vazby: biologie (neživá příroda), výchova ke zdraví (rizikové stavy ohrožující život a zdraví člověka, poskytování neodkladné první pomoci), fyzika (vznik mechanismů vyvolávající napětí ve sněhové pokrývce)

Kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence občanská

Očekávané výstupy: žák si je vědom míry nebezpečí sněhových lavin a je seznámen s technickými prostředky na minimalizaci jejich účinků i následků, orientuje se ve způsobu záchrany při lavinovém neštěstí a také při poskytování neodkladné první pomoci postiženým, které může využít i v dalších případech, kdy je život člověka ohrožen

Obsahové a časové schéma výuky:

	Popis činností	Metody a formy výuky	Čas (minuty)	Pomůcky
Úvod	Zahájení hodiny		1	Power-point prezentace (příloha č. 8)
	Obsah hodiny			
Hlavní část	Lavinové vybavení a jeho použití	Výklad	5	Power-point prezentace (příloha č. 8)
	Pravděpodobnost přežití v lavině		2	
	Chování při stržení lavinou		2	
	Chování svědka (zachránce) při lavinovém neštěstí	Práce ve skupinách návuk resuscitace polohování zraněného v bezvědomí	5	Lékárnička první pomoci
	První pomoc postiženému lavinovým neštěstím	Samostatná práce s pracovním listem	13	
	Práce s pracovním listem		15	

Závěr	Zakončení hodiny		1	
--------------	-------------------------	--	----------	--

10.2.3 Příprava na hodinu - Laviny v České republice

Ročník: 1. – 3., kvinta – sexta

Místo realizace: učebna zeměpisu

Použité pomůcky: power-pointová prezentace, pracovní listy, turistická mapa Krkonoš 1:50 000

Použité metody: výklad, práce s pracovním listem

Vzdělávací oblasti: člověk a příroda

Průřezová témata: environmentální výchova

Mezipředmětové vazby: biologie (živá i neživá příroda), výchova ke zdraví (rizikové stavy ohrožující život a zdraví člověka, poskytování neodkladné první pomoci), fyzika (vznik mechanismů vyvolávající napětí ve sněhové pokrývce)

Kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence občanská

Očekávané výstupy: žák je seznámen s činností lavin v pohorích ČR a s jejich projevy v krajině, má povědomí o místech největšího lavinového ohrožení a o nejhorších lavinových katastrofách v historii na území ČR

Obsahové a časové schéma výuky:

	Popis činností	Metody a formy výuky	Čas (minuty)	Pomůcky
Úvod	Zahájení hodiny		1	Power-point prezentace (příloha č. 8)
	Obsah hodiny			
Hlavní část	Laviny v České republice	Výklad	4	Power-point prezentace
	Laviny v Krkonoších		6	

				(příloha č. 8)
	Projevy lavin v krajině		6	Turistická mapa Krkonoš 1 : 50 000
	Ohrožení lavinami v ČR		6	
	Lavinové nehody v ČR		6	
	V případě možnosti připojení internetu (počítačová učebna) je možnost seznámit žáky s internetovým portálem Horské služby ČR	Práce ve skupinách		
		Samostatná práce s pracovním listem	15	Pracovní list
Závěr	Zakončení hodiny		1	

10.2.4 Příprava na hodinu - Fyziko – geografická charakteristika lavinové oblasti Kotelní jámy

Ročník: 1. – 3., kvinta – sexta

Místo realizace: učebna zeměpisu

Použité pomůcky: power-pointová prezentace, pracovní listy

Použité metody: výklad, práce s pracovním listem

Vzdělávací oblasti: Člověk a příroda

Průřezová témata: environmentální výchova, osobnostní a sociální výchova

Mezipředmětové vazby: biologie (živá i neživá příroda), výchova ke zdraví (rizikové stavy ohrožující život a zdraví člověka), fyzika (vznik mechanismů vyvolávající napětí ve sněhové pokrývce a půdním profilu)

Kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence občanská

Očekávané výstupy: žák je podrobně seznámen s jednou z lavinových oblastí západních Krkonoš – Kotelních jam. Zná většinu přírodních procesů, které se v této lokalitě odehrávali a také v současné době odehrávají, včetně procesů antropogenních

Obsahové a časové schéma výuky:

	Popis činností	Metody a formy výuky	Čas (minuty)	Pomůcky
Úvod	Zahájení hodiny Obsah hodiny		1	Power-point prezentace (viz. příloha č. 8)
Hlavní část	Kryogenní pochody a tvary	Výklad	6	Power-point prezentace (viz. příloha č. 8) Turistická mapa Krkonoše – západ 1 : 25 000 Pracovní list
	Fluviální pochody a tvary		2	
	Současné svahové procesy a tvary	Samostatná práce s turistickou mapou Krkonoš 1 : 25 000	6	
	Antropogenní tvary		6	
	Další přírodní zajímavosti oblasti		6	
		15		
Závěr	Zakončení hodiny		1	

10.3 Pracovní listy pro jednotlivě navržené vyučovací hodiny

Pracovní listy slouží pro snadnější zapamatování učiva, k jeho procvičení a opakování (Máchal, 2007). V této práci jsou vytvořeny čtyři pracovní listy, které vždy přímo navazují na učební látku obsaženou v jedné ze čtyř vytvořených powerpointových prezentací (uloženy v příloze), sloužících jako hlavní výukový materiál pro navržené vyučovací jednotky. Pracovní listy jsou určeny především pro jednotlivce. Je možné je použít také pro otestování probrané látky. Pracovní listy nejsou nijak zvlášť obsahově náročné a obsahují zejména základní otázky z probírané látky.

Pracovní list č .1- Základní informace o lavinách

Červené označení správných odpovědí

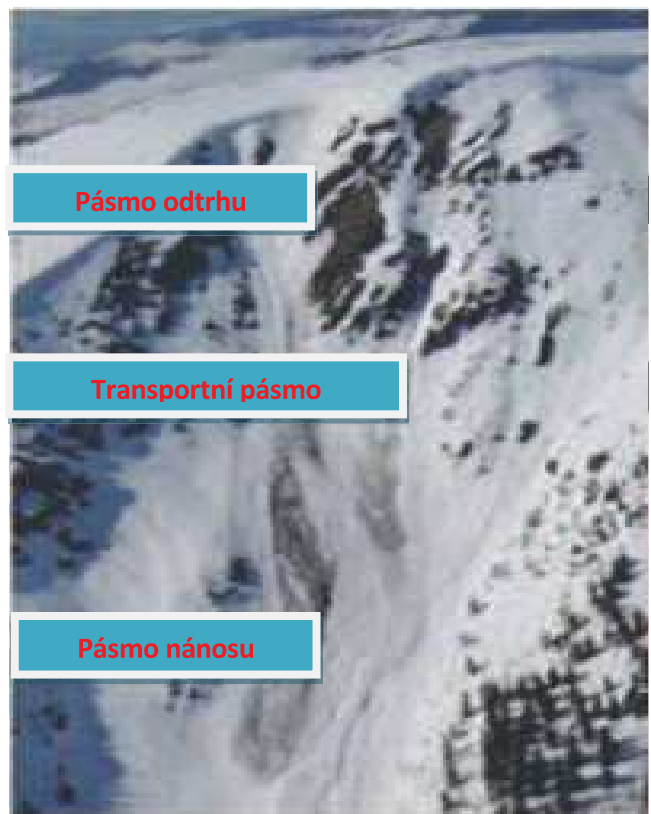
1. Sněhová lavina je:

- a) Trhání sněhové vrstvy a její následný pomalý sesuv do údolí
- b) Náhlé uvolnění a následný rychlý sesuv sněhu do údolí po dráze delší než 50 metrů**
- c) Sněhový sesuv tvořený výhradně mokřým sněhem, který na své dráze překoná délku 1 000 metrů

2. Sněhový sesuv kratší než 50 metrů označujeme jako:

- a) Sněhový splaz**
- b) Sněhová lavinka
- c) Sněhový odtrh
- d) Sněhová kupa

3. Podle obrázku doplň na lavinové dráze názvy jednotlivých pásem



4. Doplň rizikové faktory vzniku lavinového nebezpečí

Nejkritičtější sklon svahu se pohybuje mezi (stupně) **28° - 45°**

Nejčastější charakter terénu lavinových drah**muldy, rokle , žlaby, široké svahy**.....

Nejvhodnějším povrchem je**travní porost, hladké skalnaté podloží**.....

Největší protilavinový efekt má **lesní porost**

5. Sněhový převis vzniká:

- a) Činností vody v údolích
- b) Činností větru na závětrných svazích**
- c) Činností lavin na dně ledovcových karů
- d) Kdekoliv v terénu pomocí slunečních paprsků

6. Označ nejvíce kritické faktory pro vznik lavinového nebezpečí

X	Po několik dní teplota nižší než -10°C
	Teplota kolem 0°C
X	Vysoké teploty doprovázené oblohou a deštěm
	Nová sněhová pokrývka do 10 cm
X	Rychlost větru přesahující 5 m/s
	Po několik dní teplota v rozmezí -3°C až -5°C
X	Nová sněhová pokrývka nad 30 cm

7. Na základě schématu sněhového profilu (test tvrdosti) označ kritické hranice sněhových vrstev

Pěst
4 prsty
Nůž
Tužka
Pěst
4 prsty
1 prst

8. Na základě Evropské stupnice lavinového nebezpečí přiřaď jednotlivým komentářům odpovídající stupeň lavinového nebezpečí (1 – 5)

Stupeň nebezpečí	Stabilita sněhové pokrývky	Stupeň nebezpečí	Pravděpodobnost uvolnění laviny
3	Mnoho strmých svahů vykazuje pouze střední až slabou stabilitu	2	K sesuvu laviny může dojít obzvláště při velkém dodatečném zatížení a to především na uvedených strmých svazích Stále se neočekává sesuv větších samovolných lavin
4	Sněhová pokrývky je na většině strmých svazích jen slabě zpevněna	5	K četným sesuvům samovolných lavin velkých rozsahů dochází i v méně strmém svahu
2	Pouze některé strmé svahy vykazují jen střední stabilitu jinak je sněhová pokrývky vcelku dobře zpevněna	1	Sesuv laviny hrozí pravděpodobně jen při velkém dodatečném zatížení a to jen výjimečně na strmých svazích Může dojít ke samovolnému sesuvu a to pouze lavin malých rozměrů nebo splazů

5	Sněhová pokrývka je slabě zpevněná a je nestabilní v nebývalém rozsahu	4	Pravděpodobnost laviny je velká a to již při nepatrném dodatečném zatížení a na velkém množství strmých svahů Dá se očekávat sesuv mnoha samovolných lavin středních, ale i velkých rozměrů
1	Sněhová pokrývka je celkem dobře zpevněna	3	K sesuvu laviny může dojít především na strmých svazích a to už při malém dodatečném zatížení

Pracovní list č .2 - Prevence lavinového rizika, první pomoc v případě lavinové nehody

Červené označení správných odpovědí

1. Tzv. „svatá trojice“ se skládá z:

Lavinový vyhledávač
Lavinová sonda
Sněhová lopata

2. Lavinový vyhledávač tzv. pieps je:

- a) Přístroj používaný k měření průnikového odporu sněhových vrstev
- b) Radiový přístroj, který udává informace o lokalizaci zasypaného akusticky a vizuálně**
- c) Skládací tyč z pospojovaných duralových trubiček, která slouží k vyhledávání osob v lavinách
- d) Přístroj, který upozorní lyžaře akustickým signálem na blížící se lavinu

3. Při stržení lavinou je za nejdůležitější pro postiženého (označ a číselně urči pořadí):

x	Pomocí mobilního telefonu kontaktovat Horskou službu
x	Hlasité volání o pomoc
2	Zbavit se batohu, lyží a holí
3	Snaha o udržení se na povrchu laviny (plovací pohyby)

4	Ochrana obličeje (zajištění průchodnosti dýchacích cest) pomocí rukou popř. šátku atd.
x	Před zastavením laviny se zhluboka nadechnout
1	Snaha o vyjetí do strany z lavinové dráhy
5	Při zpomalení laviny stočení do klubička a chránit si prostor před obličejem
x	Ochrana hrudníku před poraněním
x	Snaha o udržení se ve středu lavinového proudu

4. V chování svědka lavinového neštěstí (nacházejícího se v bezpečí) je nejdůležitější (označ a číselně urči pořadí):

x	Ihned při stržení postiženého lavinou kontaktovat Horskou službu
2	V duchu si označit místo jeho stržení a místo posledního vizuálního kontaktu
x	V případě absence lavinového vybavení u svědků lavinového neštěstí nemá hledání postiženého smysl
4	Kontaktovat Horskou službu
5	Prohledávat laviniště až do příjezdu Horské služba (tzv. kamarádká pomoc)
x	Snažit se postiženého z laviny vyprostit, ještě než se pohyb sněhu zastaví
x	Horskou službu přivolat až v případě, že se postiženého nedaří nalézt déle jak 30 minut
1	Co nejdéle sledovat postiženého v lavině
3	Nutnost sledovat dobu zasypaní

5. Vyberte v textu správné tvrzení v závorce

V případě nálezu postiženého při lavinovém neštěstí při délce zasypaní do 35 minut (**není nutné/je nutné**) brát ohled na případnou existenci vzduchové kapsy. Nejdůležitější je (**rychlé vyproštění/pomalé šetrné vyproštění**). Po vyproštění je rozhodující zjistit stav (**životně důležitých funkcí/vnějších a vnitřních poranění**). Při době zasypaní, která je delší než 35 minut (**není nutné/je nutné**) dbát na šetrné vyproštění a neporušit tak vzduchovou kapsu. V případě lokalizace pomocí lavinového vyhledavače provedeme podrobné dohledání pomocí lavinové sondy, (**kteřou následně vytáhneme/kteřou nikdy nevytahujeme**) a začneme postiženého vykopávat pomocí sněhové lopaty (**přímo dolů k němu/ ze strany**). V případě takto delšího zasypaní jsou rozhodující opatření proti (**dehydrataci/podchlazení**). Zraněného, který je vyproštěn v bezvědomí, uložíme do stabilizované polohy na (**boku/břiše**).

6. Vyberte v textu správné tvrzení v závorce

Při resuscitaci položíme dlaň jedné ruky (**na střed/na horní okraj**). Dlaň druhé ruky položíme (**vedle první ruky/na hřbet ruky položené na hrudní kosti**). Nataženými rukama stlačujeme hrudní kost do hloubky cca (**5/15/25**) cm a frekvencí (**50/100/200**) stlačení za minutu. Po (**10/30/50**) stlačeních (**2/5/10**) krát vydechneme po dobu 1 s do ústní dutiny postiženého. Po té celý postup opakujeme a přerušíme ho pouze v případě, že postižený (**začne spontánně dýchat/pokožka se začne fialově zbarvovat**).

7. Při první pomoci v případě silného podchlazení je rozhodující zejména (označ správné odpovědi):

- a) Postiženého nutit k pohybu z důvodu rozprouzení krve
- b) Zabránění dalším ztrátám tepla (odstranění mokrého oděvu, přikrývky, alu fólie atd.)**
- c) Podat postiženému co nejrychleji alkoholické nápoje
- d) Přiložit hřejivé sáčky na hrudník, podpaží a třísla**
- e) Postiženého necháme v klidu a počkáme na příjezd odborné pomoci
- f) Znehybnění končetin (prevence promísení krevního řečiště)**

Pracovní list č .3 - Laviny v České republice

Červené označení správných odpovědí

1. Z uvedených pohoří v ČR označ ty, kde probíhá pravidelná lavinová činnost (označují se jako lavinová)

2. Činnost sněhových lavin v pohořích ČR probíhá zejména v oblastech:

- a) Náhorních plošin
- b) V místech dřívějšího působení ledovců**
- c) Zalesněných svahů
- d) Intenzivní antropogenní činností

3. Vyberte v textu správné tvrzení v závorce

	Jizerské hory
x	Krkonoše
	Orlické hory
x	Hrubý Jeseník
x	Kralický Sněžník
	Beskydy
	Šumava
	Krušné hory

K nejčastějším lavinovým sesuvům dochází na území České republiky v (**Krkonoších/Beskydech/Orlických horách**). Za jednu zimní sezónu zde spadne kolem (**50/100/150**) lavin. K pádům prvních lavin dochází nejčastěji v měsíci

(listopadu/prosinci/lednu) a naopak k posledním v **(březnu/dubnu/květnu)**. Jejich průměrná délka se pohybuje kolem **(300 m/500 m/1 000m)**. Historicky nejdelší zaznamenaná lavina na české straně pohoří spadla v roce 1956 v Labském dole a měřila **(1 000 m/1 400 m/2 000 m)**. K největší lavinové katastrofě došlo v březnu 1968 v místě zvaném **(Obří důl/Anenské údolí/Bialý jar)** a zahynulo při něm **(10/19/23)** osob. Ve všech pohořích na území celé České republiky za posledních 15 let zahynulo následkem sněhových lavin **(2/11/45)** osob.

4. V pohoří ze cvičení č. 3 vyjmenujte alespoň 3 oblasti s lavinovou činností

Kotelní jámy, Labský důl, Důl Bílého Labe, Dlouhý důl, Modrý důl, Obří důl

5. Na území České republiky jsou lavinami ohroženy zejména (označ z možností dvě nejvíce ohrožené):

	Jednotlivé budovy
x	Některé horské úseky turistických cest
	Sjezdové tratě
	Silnice
x	Ve volném terénu pohybující se lyžaři
	Obce

6. Sněhové laviny se v krajině často projevují (uved' alespoň 3 příklady):

1	Vylámaním lesních porostů mimo lavinovou dráhu
2	Erozi na lavinových drahách
3	Akumulací strženého horninového materiálu
4	Růst tvarově deformovaných dřevin na lavinových drahách
5	Pozdější odtávání sněhové vrstvy v důsledku jejího hromadění na lavinových drahách

7. Na obrázku vyznačte snížení horní hranice lesa z důvodu lavinové činnosti

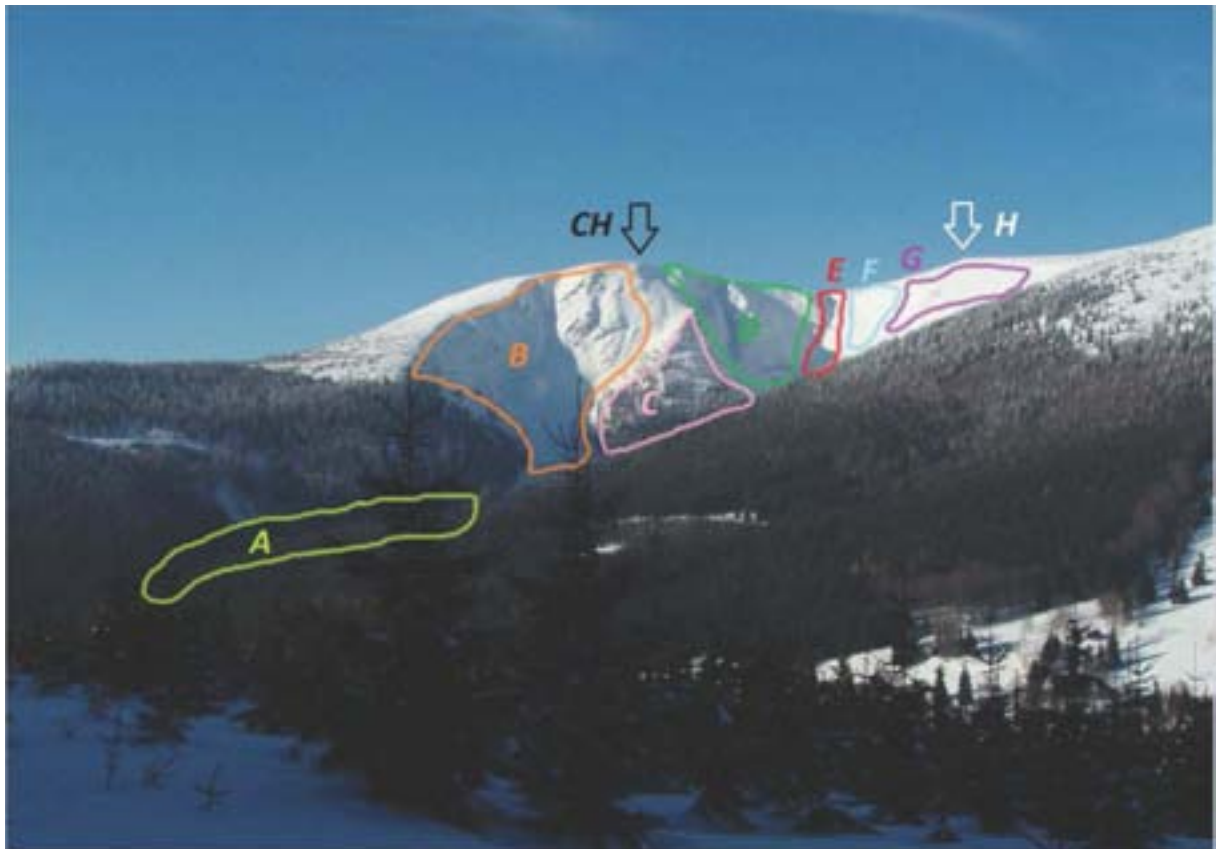


Pracovní list č .4 - Fyzicko – geografická charakteristika lavinové oblasti Kotelní jámy

Červené označení správných odpovědí

1. Vyberte v textu správné tvrzení v závorce

V období (**pleistocénu/holocénu/triasu**) působil výrazně jako modelační činitel reliéfu oblasti JV svahu Kotle ledovec. Na základě jeho činnosti na podloží zde vznikly dva (**skalní prahy/ledovcové kary/vodopády**), které se v Krkonoších místně označují jako (**díry/jámy/doly**). Po ústupu ledovců zůstaly v krajině po jejich činnosti nánosy horninového materiálu, které označujeme jako ledovcové (**valy/hrázky/morény**), které zde způsobily vznik (**propadliny/skalních stupňů/ledovcového jezera**). Činností kongelifrakce (mrazového zvětrávání) vznikají v oblasti Kotelních jam (**terénní stupně/kamenná moře/vodopády**). Dalšími výraznými tvary jsou zde osamocené skalní výchozy, které označujeme jako (**trogy/ovragy/tory**).



2. Podle obrázku přiřaď k jednotlivým písmenům správný místopisný údaj

A	Kotelský důl
B	Malá Kotelní jáma
C	Kotelský hřebínek

D	Velká Kotelní jáma
E	Hlavní žlab
F	Harrachovy plotny
G	Jestřábí stráň
H	Harrachovy kameny
CH	Kotel

3. Nivační eroze vzniká:

- a) Působením tekoucí vody
- b) Působením větru
- c) Pohybem sněhu**
- d) Působením člověka
- e) Působením půdních živočichů

4. Stabilitu svahů ze všech typů sněhových lavin nejvíce ovlivňují:

- a) Deskové laviny
- b) Laviny uměle vyvolané
- c) Prachové laviny
- d) Základové laviny**
- e) Laviny samovolné

5. V tabulce označ tvary a jevy, které se dají označit jako antropogenního původu

x	Důlní činnost		Mury
	Ledovcová moréna		Suťové kužely
	Skalní výchozy	x	Výstavba pevnostních objektů
x	Zářezy turistických cest do terénu		Ledovcová jezera
x	Zpevnění svahů opěrnými zdmi		Kamenná moře

6. Vyberte v textu správné tvrzení v závorce

V Kotelních jámách dosahuje snížení horní hranice lesa díky sněhovým lavinám až **(100/200/300)** výškových metrů a má charakter tzv. **(ostrovní/zátokové)** hranice. Díky velkému tlaku sněhu zde rostoucí dřeviny, které mají často deformovaný tvar, označujeme jako tzv. **(lavinové/deformované/zakřivené)** formy dřevin jako je například **(bříza trpasličí/borovice kleč/vrba šedá)**. V minulosti zde byly zaznamenány také dvě mury, což jsou **(rozsáhlá skalní říční tvořená výhradně skalním materiálem/rychlé svahové pohyby vznikající silným nasáknutím svahových zvětralin)**, lidově se těmito úkazům říká **(zemní pohyby/zemní laviny/kráčející skály)**. Lavinové

dráhy fungují jako útočiště pro arktó – alpínské druhy, které se zde vyskytují od poslední doby ledové a které označujeme jako **(glaciální relikty/xerothermní rostliny/psamofity)**. Díky výraznému turbulentnímu proudění, které probíhá na hranách ledovcových karů, dochází v závětrných prostorách těchto karů k hromadění velkého množství semen přinesených větrem často i z velkých vzdáleností. Takto floristicky bohaté lokality označujeme jako **(botanická deposita/botanické zahrádky/botanická centra)**.

10.4 Návrh tras pro terénní geografickou exkurzi

Dle Řezníčkové (2008) jako geografickou exkurzi označujeme skupinovou návštěvu neznámé oblasti nebo objektu v krajině. Záměrem je poznání celkového charakteru nebo jiných zajímavostí spolu s „emočním“ nábojem. V České republice je tento pojem často spojován s nenáročným až pasivními aktivitami studentů.

Pro ujasnění a shrnutí lavinové problematiky jsou v rámci této práce navrženy tři trasy na území Krkonošského národního parku, které jsou vhodné pro realizaci geografických terénních exkurzí. Dvě trasy jsou navrženy pro letní část roku a jedna pro zimní období, kdy ji lze velice dobře zrealizovat v rámci výuky běžeckého lyžování například v průběhu lyžařského kurzu, ale i mimo něj. Kromě seznámení s místy s lavinovou činností je samozřejmé i seznámení s ostatními přírodními zajímavostmi a s útvary vzniklými antropogenní činností, které se v krajině národního parku mohou jevit jak negativním tak pozitivním dojmem.

Při samotné realizaci exkurzí je třeba mít na paměti, že ačkoliv se budeme pohybovat pouze po velice

Obrázek č. 38: Autor při exkurzi pro žáky z Harrachovské ZŠ v rámci svých povinností člena Horské služby (zdroj: archiv autora)



dobře značených turistických cestách, je třeba si uvědomit, že se nacházíme v horském prostředí a přizpůsobit tomuto faktu zejména výstroj a v rámci posouzení fyzických předpokladů účastníků také rychlost postupu v horském terénu.

O aktuálním počasí a jeho pravděpodobném vývoji v dané oblasti, popřípadě o rizicích na trase, se lze informovat na webových stránkách, telefonních číslech či přímo na stanicích Horské služby ČR - oblast Krkonoše.

Trasa č. 1 je zaměřena na seznámení s lavinovou oblastí Kotle v západních Krkonoších, respektive jeho ledovcovým dvojkarem Kotelních jam. Může velice vhodně navazovat na hodinu geografie věnovanou prezentaci fyzicko-geografické charakteristiky tohoto území, která je v rámci této práce vypracována. Pro tuto trasu je vhodné používání turistické mapy Krkonoše – západ s měřítkem 1 : 25 000, popřípadě turistické mapy Krkonoše 1 : 50 000.

Výchozím bodem je autobusové nádraží v obci Rokytnice nad Jizerou, která je významným turistickým a lyžařským centrem Krkonoš a jako taková má velice dobré autobusové spojení. Jako dopravního prostředku lze tedy velice dobře využít běžných autobusových linek.

Popis trasy č. 1:

1. Po příjezdu autobusem se z autobusového nádraží v Horní Rokytnici vydáme po modře značené turistické cestě směrem na chatu Dvoračky.
2. Po 2 km dojdeme podél Huťského potoka k prvnímu zastavení u Huťského vodopádu. Jedná se o několik kaskád vodopádů o celkové výšce asi 20 metrů.
3. Prudkým stoupáním pokračujeme po modré značce přes Sedlo pod Dvoračkami a po dalších 2 km dosáhneme horské chaty Dvoračky ležící v nadmořské výšce 1 140 metrů na jižním svahu Lysé hory (1 343 m n.m.). Jedná se o jednu z nejstarších krkonošských horských bud, jejíž historie sahá do roku 1707, která původně sloužila jako zemědělská usedlost pro chov dobytka a později jako horský hotel, jak je tomu dodnes.
4. Z Dvoraček se vydáme po zelené značce vedoucí po jižním svahu Kotle (1 435 m n.m.), po které po 1,5 km dojdeme na hranu Malé Kotelní jámy, kterou lze z tohoto místa přehlednout v celé délce. Všimáme si zejména rozsahu lavinové dráhy, která je zde velice dobře zvýrazněná vlivem okolní vegetace, která je výrazně vyšší než na lavinové dráze. Hojně zastoupené jsou zde také lavinové formy dřevin a v raných letních měsících se zde můžeme setkat i se zbytky sněhových akumulací pocházejících ze sněhových lavin právě uplynulé zimy.

5. Sestupujeme serpentinami směrem k vzrostlému lesu, který před účinky většiny lavin chrání výrazný skalní výchoz Kotelský hřebínek. Na okraji lesa stojí za povšimnutí polomy vzniklé jako následek proniknutí lavin velkých rozměrů do lesního porostu.
6. Po 700 metrech od hrany Malé Kotelní jámy se ocitneme na dně Velké Kotelní jámy na břehu Kotelského potoka. Po několika desítkách metrů se za námi otevře výhled na oba ledovcové kary. Ve Velké Kotelní jámě nás upoutají zejména výrazné skalní výchozy Harrachovy plotny, strže modelované lavinovou činností a činností vody, kamenná moře a relativně mladý geomorfologický tvar v podobě murové dráhy vzniklé teprve před několika lety.
7. Pokračujeme po zelené značce a po 3,5 km dorazíme do nejvýše položené osady v Krkonoších - Horní Mísečky (1 035 m n.m.). Osada vlivem stavby mnoha apartmánových domů již zcela ztratila svůj původní vzhled. Otevírá se zde prostor pro diskusi se žáky o vhodnosti umísťování podobných staveb do horské přírody v blízkosti nejcennějších přírodních lokalit národního parku.
8. Na Horních Mísečkách odbočujeme na žlutě značenou Starou vozovou cestu, která kříží a následně kopíruje Masarykovu horskou silnici zbudovanou v letech 1934 – 1936 pro účely zásobování stavebním materiálem v průběhu výstavby pohraničního opevnění, která vede do nadmořské výšky 1 400 metrů.
9. Po necelých třech kilometrech a výstupu čítajícím necelých 400 výškových metrů se ocitneme pod Zlatým návrším (1 413 m n.m.) u Vrbatovy boudy. Necelých 100 metrů od ní po červené turistické značce se na Vrbatově návrší zastavíme u Mohyly Hanče a Vrbaty, která byla zbudována na památku dvou českých lyžařů, kteří poblíž těchto míst zahynuly ve sněhové bouři při závodě na 50 km 24. 3. 1913. Několik metrů od mohyly je zbudována vyhlídka, z které je možné přehlednout více než polovinu lavinových drah spadajících do Labského dolu. Nejvýraznější z nich je miskovitě prohnutá Navorská jáma nedaleko Labské boudy.
10. Pokračujeme po červené turistické značce směrem na Dvoračky. Po necelém kilometru vede cesta kolem výrazných osamocených skalních útvarů tzv. torů s názvem Harrachovy kameny, od kterých lze přehlednout panorama Velké Kotelní jámy s výrazným skalnatým Kotelským hřebínkem. Po mírném sestupu a následném krátkém výstupu se po necelém kilometru dostaneme na severní svah Kotle k místu zvaném Růženčina zahrádka. Nachází se zde jedna z krkonošských záhad v podobě kamenného valu, který připomíná okvětí růže. Tento záhadný útvar se vědcům dodnes nepodařilo časově zařadit ani určit jeho skutečnou funkci.
11. Dále již trasa pouze klesá a po překonání Kotelského sedla se vracíme zpět přes chatu Dvoračky. Zpět do výchozího bodu se nabízí řada alternativ sestupu. Jako nejzajímavější lze

považovat žlutě značenou turistickou cestu, která nás zavede do lyžařského areálu Horní Domky, který patří k největším v republice. Opět zde můžeme společně se studenty zhodnotit fragmentaci lesních porostů v důsledku budování sjezdových tratí a přepravních zařízení a následnou péči o travní porosty na sjezdových tratích v letních měsících.

12. Po 4 km dojdeme po žluté turistické cestě zpět na autobusové nádraží v Horní Rokytnici.

Celková délka trasy č. 1 je cca 20 km a odhadovaný čas jejího zdolání 5 hodin. Výškový rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší položeným bodem je 800 metrů. V případě nepřízně počasí lze využít horských chat na trase jako jsou Dvoračky nebo Vrbatova bouda.

Obrázek č. 39: Vyznačení trasy č. 1 (zdroj: Mapy.cz, 2012)



Trasa č. 2 je na rozdíl od předchozí trasy situována ve východních Krkonoších a v jejím průběhu by se žáci měli podrobně seznámit mimo jiné s lavinovou oblastí Obřího, Modrého a Dlouhého dolu. Trasa v některých úsecích vede skutečně vysokohorským prostředím a vzhledem k těžšímu terénu, než u trasy č. 1, je jednoznačně lepší používat pouze vhodnou (kotníkovou) obuv, která je určena pro pěší horskou turistiku. Důrazně také doporučuji se na výše uvedenou horskou túru vydávat pouze za dobrého počasí a vzhledem k těžkému a místy exponovanému terénu ji nikdy neabsolvovat v případě námrazy, zledovatělého terénu nebo dokonce za sněhové pokrývky, z důvodu velkého podílu úseků cesty vedoucích přes lavinové území. Pro trasu lze využít turistickou mapu Krkonoše – východ s měřítkem 1 : 25 000, popřípadě turistickou mapu Krkonoše 1 : 50 000.

Oproti trase č. 1 tato trasa začíná a končí v jiném místě. Výchozím místem je autobusové nádraží v Peci pod Sněžkou. Naopak konečným cílem je autobusové nádraží ve Špindlerově Mlýně. Obě destinace mají velice dobré autobusové spojení.

Popis trasy č. 2:

1. Z autobusového nádraží jdeme po modré turistické značce podél toku Úpy směrem do Obřího dolu. Po necelých dvou kilometrech míjíme dolní stanici lavinové dráhy a nabízí se možnost navštívit stálou expozici v terénním středisku správy KRNP, která je celá věnovaná krkonošským lavinám a jejich prezentace je řešena jak pomocí informačních panelů tak prostorovými exponáty, jako jsou například vybrané záchranné prostředky, kterými je vybavena Horská služba.
2. Za další 2 km dojdeme na samé dno Obřího dolu a naskýtá se možnost shlédnutí méně obsáhlé, ale také velice zajímavé expozice v Kapličce, kde je pomocí fotografií a textů prezentovaný jeden z dalších geomorfologických fenoménů Krkonoš a to zemní laviny neboli mury. Zde konkrétně zejména události z roku 1897, kdy v červenci tohoto roku si v Obřím dole zemní laviny vzniklé po přívalemých deštích vyžádaly 7 lidských životů.
3. Po necelém kilometru můžeme navštívit památku připomínající časy kdy byl Obří důl místem intenzivní hornické činnosti. Od 16. století probíhala v této lokalitě těžba rud a zastavena byla až ve 20. století. Veřejnosti přístupnou památkou hornické činnosti je historická štola Kovárna, kterou provozuje Česká speleologická společnost a je v letních měsících přístupná.
4. Od štoly Kovárna pokračujeme dále po modré značce v prudce stoupajícím úseku cesty, která zde nese pojmenování Kavinova cesta po významném českém botanikovi. Po levé straně se nám otevře výhled na lavinové svahy spadající do Obřího dolu ze svahů Studniční hory – Malou a Velkou Studniční jámu a všechny lavinové žlaby směřující do Úpské jámy, včetně Horního Úpského vodopádu. Na konci kilometrového stoupání se dostaneme přímo doprostřed lavinové dráhy vedoucí po jihozápadním svahu Sněžky – Rudné rokli. Přímo v Rudné rokli se nachází technická památka v podobě vodárny z roku 1912, která zásobovala vodou objekty na vrcholu Sněžky. Její technické vybavení je volně přístupné. Několik metrů od vodárny je umístěn Dixův kříž. Připomínka lavinové tragédie z roku 1900, kdy v lavině zahynul správce Luční boudy Štefan Dix. Po necelých dvou kilometrech překonáme převýšení skoro 400 metrů a vyjdeme v nadmořské výšce 1 400 metrů na česko - polskou státní hranici.
5. Jdeme dál po modré značce (Schustlerova cesta) směrem na Luční boudu (2,5 km). Při cestě podél hrany ledovcového karu Úpské jámy (Úpská hrana) můžeme vidět lavinové žlaby JZ svahu Sněžky a také i po více než 100 letech stále dobře patrné murové dráhy z roku 1897.

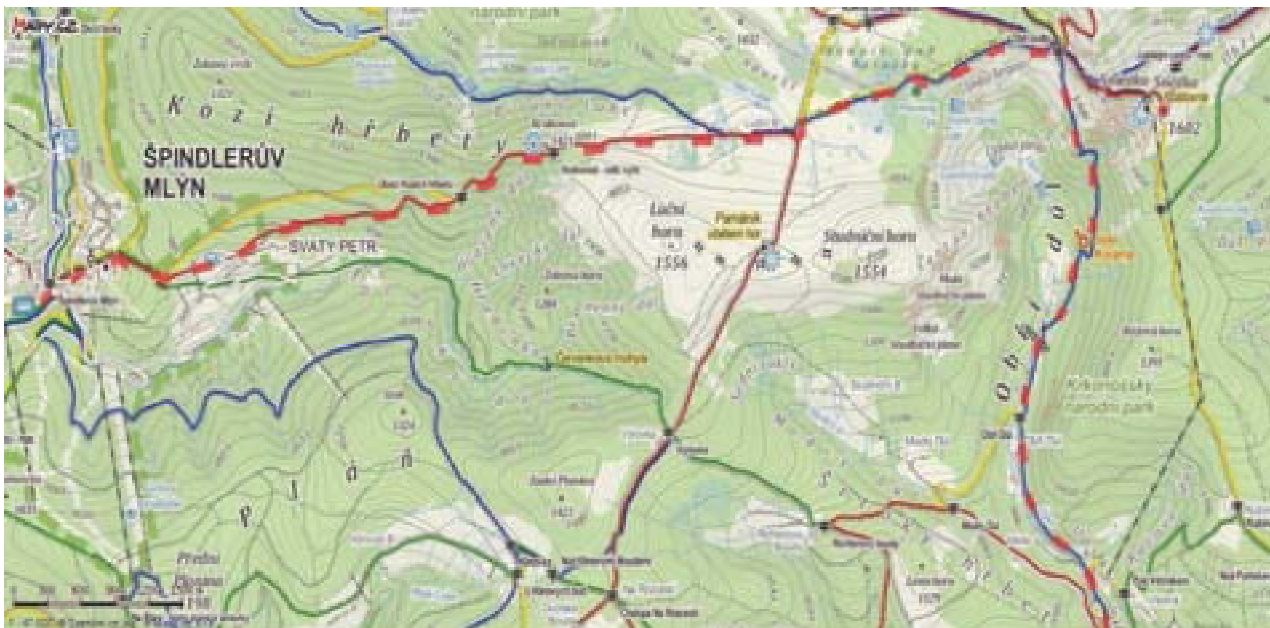
Plochým terénem přejdeme po dřevěných vyvýšených chodnicích přísně chráněné rašeliniště Úpy a dojdeme na Luční boudu (1 410 m n.m.). Historie této horské boudy sahá až do roku 1625 a jedná se také o největší, nejstarší a nejvýše položenou horskou chatu v Krkonoších. Na Luční boudě je umístěna služebna Horské služby s nepřetržitou službou.

6. Z Luční boudy odbočíme na červenou turistickou cestu (Stará Bucharova cesta), která nás vede po Bílé louce na severním svahu Luční hory. Po dvou kilometrech míjíme zbytky základů bývalé Rennerovy boudy, která zanikla po požáru v historicky pohnutém roce 1938.
7. Pokračováním po červené značce dojdeme až na vrchol Krakonoše (1 422 m n.m.), odkud lze z upraveného vyhlídkového místa přehlédnout celý hřeben Kozích hřbetů a jejich nejvýraznější lavinovou dráhu spadající do dolu Bílého Labe – Lavinovou jámu, která má ojedinělý nálevkovitý tvar.
8. Z hřebene Kozích hřbetů nás čeká již pouze sestup po jižním svahu Kozích hřbetů a v prvním kilometru klesání nás cesta vede přímo podél většiny odtrhových zón lavinových drah, které z hřebene Kozích hřbetů sjíždějí do Dlouhého dolu.
9. Při sestupu procházíme osadou Svatý Petr (dnes součást Špindlerova Mlýna), jejíž založení sahá do 14. století, kdy sloužila jako středisko těžby rud a dnes je zde umístěn největší lyžařský areál v ČR. Každoročně se zde koná řada významných mezinárodních lyžařských závodů jako je světový pohár. Za zmínku stojí i řada budov, které si dodnes uchovaly vzhled původní krkonošské architektury.
10. Po 4,5 kilometru dlouhém sestupu dojdeme na autobusové nádraží ve Špindlerově Mlýně.

Trasa č. 2 je dlouhá přibližně 15,5 km a odhadovaný čas chůze je 5 hodin. V případě realizace této trasy je nutno počítat s časovou rezervou z důvodu pravděpodobné návštěvy výše zmíněných expozic a jiných zajímavostí po cestě. Záchytným bodem v případě špatného počasí je pouze Šláski Dom a Luční bouda, které jako jediné horské chaty leží přímo na trase. Absolutní výškový rozdíl trasy je 640 metrů.

Důrazně doporučuji se na výše uvedenou horskou túru vydávat pouze za dobrého počasí a vzhledem k těžkému a místy exponovanému terénu ji nikdy neabsolvovat v případě námrazy, zledovatělého terénu nebo dokonce za sněhové pokrývky z důvodu velkého podílu úseků cesty vedoucích přes lavinové území.

Obrázek č. 40: Vyznačení většiny trasy č. 2 (zdroj: Mapy.cz, 2012)



Při návrhu **trasy č. 3** se opět vrátíme na hřebeny západních Krkonoš, ale tentokrát v zimním období. Je možné tuto trasu absolvovat na běžeckých, popřípadě skialpinistických lyžích nebo sněžnicích. Pro tuto trasu využíváme zejména Krkonošské běžecké magistrály, která bývá pravidelně strojově upravována a je také díky tomuto faktu i přijatelnému profilu v úseku naší cesty lehce zvládnutelná i pro mírně pokročilé běžkaře či skialpinisty. Přesto, že se na této trase budeme pohybovat v atraktivním prostředí s širokými výhledy na lavinové dráhy spadající z více či méně vzdálených okolních svahů, není žádný úsek naší cesty přímo lavinami ohrožován. I tak je třeba důkladně zvážit otázku předpovědi počasí. Jednak z důvodu velmi špatné orientace v zimních podmínkách krkonošských bezlesích partiích náhorních plošin, přes které naše trasa z větší části vede. Dále z důvodu extrémních klimatických podmínek v těchto částech hor a také pohybu v blízkosti hrany Labského dolu, která je při špatném počasí velice špatně zřetelná a svůj vliv zde také hrají sněhové převisy na jejím okraji, které jsou při pohledu shora velice špatně patrné.

Vhodné je využívat lyžařskou (zimní) mapu Krkonoš, kde je zakreslena Krkonošská magistrála, popřípadě další upravované běžecké cesty a také nebezpečná místa jako jsou například prudká klesání. U všech cest této trasy vedoucích po bezlesích hřebenových partiích je zřízeno zimní tyčové značení usnadňující orientaci za zhoršených povětrnostních podmínek.

Popis trasy č. 3:

1. Výchozím bodem je autobusová zastávka na Horních Mísečkách (1 035 n.m.). Odtud sledujeme kosočtverečné značení Krkonošské běžecké magistrály, která vede zpočátku po Masarykově horské silnici. Tato silnice je v zimním období neprůjezdná pro autobusovou

kyvadlovou dopravu fungující zde v letních měsících a je strojově upravena pro běžecské lyžování.

2. Od nadmořské výšky kolem 1 300 metrů, po té, co vystoupíme nad horní hranici lesa, se nám otvírá pohled na oba ledovcové kary Kotelních jam s výraznými sněhovými převisy v případě dobrých sněhových podmínek. V průběhu zimy lze někdy spatřit, díky dobré poloze Masarykovy horské silnice vůči lavinovým drahám, i spadlé laviny v celé jejich délce včetně sněhových akumulací ve spodních částech lavinových drah (zejména v Malé Kotelní jámě). Především v jarním období jsou někdy velice dobře patrné dráhy základových lavin, při jejichž pádu se kromě sněhu sesunuje i horninové podloží a vegetace. Po více jak 4 kilometrovém stoupání vyjdeme u Vrbatovy boudy.
3. U Vrbatovy boudy opustíme Krkonošskou magistrálu a vydáme se po červené turistické značce směrem na Labskou boudu. Cesta zde klesá a my hned po několika desítkách metrů míjíme veřejnosti volně přístupný objekt lehkého opevnění tzv. Řopík, který je však v zimním období často zcela zavátý sněhem a tudíž nepřístupný. Z tohoto úseku lze také velice dobře přehlédnout všechny lavinové svahy spadající na dno Labského dolu v okolí Labské boudy a to zejména výraznou Navorskou jámu.
4. Po kilometrovém sjezdu (cesta není strojově upravována) se ocitáme před malou Hančovou mohylou, která vyznačuje skutečné místo úmrtí Bohumila Hanče v roce 1913 (viz. popis trasy č. 1)
5. Další zastávka je vzdálená necelého půl kilometru v místě, kde strmě spadá na dno Labského dolu řeka Pančava a vytváří tak nejvyšší vodopád v České republice – Pančavský vodopád (148 m). Je tvořen čtyřmi stupni a z horního pohledu (Ambrožova vyhlídka) lze vidět pouze jeho horní část. Naopak jako dokonalý se jeví výhled na lavinové dráhy vedoucí po severovýchodních svazích Krkonoše. Nejlépe je viditelná tzv. Velká lavina, tedy dráha kde došlo v roce 1956 prozatím k největšímu lavinovému sesuvu v české části Krkonoše.
6. Pokračujeme stále podél hrany Labského dolu a po 1 km dojdeme na Labskou boudu (1 320 m n.m.). Původní dřevěná stavba z 19. století byla po požáru v roce 1975 nahrazena bodovou železobetonovou konstrukcí, která je jednou z nejkontroverznějších staveb v České republice a před několika málo lety jí hrozilo stržení. Na Labské boudě se nachází služebna Horské služby a nad restaurací je možné shlédnout malou expozici věnující se krkonošským lavinám.
7. Od Labské boudy pokračujeme po žluté značce tzv. Koňskou cestou a čeká nás nejtěžší úsek dnešní trasy. Po cestě, která není upravována, stoupáme na Sněžné jámy, které leží přímo na Česko-Polské hranici a jsou zároveň nejvýše položením místem dnešní trasy v nadmořské výšce 1 490 m n.m. Z tohoto vrcholu, ležícího necelého půl kilometru od nejvyššího vrcholu

západních Krkonoš Vysokého Kola (1 509 m n.m.), lze vidět mohutný ledovcový kotel Velké Sněžné jámy (Wielki Śnieżny Kocioł), jehož skalnaté stěny přesahují výšku 300 metrů. Na dně Velké Sněžné jámy se nacházejí také jedny z mála Krkonošských ledovcových jezer Śnieżne Stawki. Malá Sněžná jáma ležící cca 300 metrů severozápadním směrem a není v horní části turistům přístupná.

8. Ze Sněžných jam se vydáme po červené turistické značce (cesta Česko – Polského přátelství) a po necelých dvou kilometrech odbočíme na rozcestí u České budky na žlutou turistickou značku, která nás po půl kilometru dovede až k prameni Labe ležícím na rovinaté Labské louce v nadmořské výšce 1 387 metrů. Po ujití dalšího půl kilometru se znovu napojíme na Krkonošskou magistrálu a po zelené turistické značce dojdeme po dvou kilometrech na Voseckou boudu, která leží v nadmořské výšce 1 260 metrů a patří mezi staré krkonošské horské boudy jejíž historie sahá až do 18. století.
9. Z Vosecké boudy nás čeká osm kilometrů dlouhý sjezd do Harrachova. V prvních dvou kilometrech cesta prudce klesá a od rozcestí Krakonošova snídaně je již klesání mírné. Od Krakonošovy snídaně cesta sleduje tok řeky Mumlavy, která je známá díky obřím hrncům a četným vodopádům, z nichž jednoznačně nejznámější je Mumlavský vodopád vysoký 12 metrů, který je označován jako nejvodnatější z celých Krkonoš.

Obrázek č. 41: Pohled na Lavinové dráhy Labského dolu s Labskou boudu cestou ze Zlatého návrší (foto: Jan Kohoutek, 2012)



10. Od Mumlavského vodopádu pokračujeme směrem do centra Harrachova a po 1,5 km dojdeme na autobusové nádraží (700 m n.m.).

Trasa č. 3 má délku cca 23 km a předpokládaný čas jejího zdolání je kolem sedmi hodin. Záchytnými body v případě zhoršení počasí nebo jiných potíží je Vrbatova bouda, Labská bouda a Vosecká bouda. Vzhledem k délce a zimním podmínkám je nutné vyrazit na ni dostatečně brzy a ponechat si i určitou časovou rezervu. Je také důležité před odchodem na túru upozornit žáky na nutnost náhradního oblečení, jídla, pití, slunečních nebo lyžařských brýlí a pokud možno i dostatečně nabitého mobilního telefonu. Absolutní výškový rozdíl nejnižší a nejvyšší položeného bodu je 790 metrů.

Obrázek č. 42: Vyznačení většiny trasy č. 3 (zdroj: Mapy.cz, 2013)



11 ZÁVĚR

Se stoupajícím zájmem veřejnosti o sportovní aktivity v zimním prostředí hor a s neustále se zlepšujícím potřebným sportovním vybavením, které tyto aktivity usnadňuje, roste přímo úměrně potřeba tyto osoby dostatečně chránit před nástrahami, které jim zimní hory kladou. Sněhové laviny patří mezi nástrahy nejnebezpečnější a mají také často nejdramatičtější průběh. Zejména v případě podcenění faktorů zvyšujících lavinové nebezpečí či nedostatečného vybavení ale i malé zkušenosti dochází při setkání s tímto přírodním úkazem k velmi tragickým následkům. Smutnou pravdou je, že velké části lavinových nehod, jak ve světě tak i v prostředí našich hor, se dalo při rozumném uvažování zbránit nebo alespoň zmírnit jejich následky.

Pouze za období posledních 15ti let, byli záchranáři Horské služby ČR přítomni u řady lavinových nehod ve čtyřech pohořích České republiky a to v Krkonoších, Hrubém Jeseníku, Beskydech a v Krušných horách. Při těchto událostech bylo lavinami přímo zasaženo 25 lidí z nichž 11 zemřelo. Při srovnání počtu zasažených a usmrčených osob ku rozloze a charakteru přírodních podmínek ve zmíněných pohoří lze konstatovat, že toto číslo je velmi vysoké. Vzhledem k převládajícím trendům rozvoje zimních sportů, kdy v současnosti roste obliba skialpinismu a tzv. volného lyžování, tedy sportů, které jsou v našich podmínkách vázány právě na prostředí přirozeného horského bezlesí včetně lavinových drah, lze předpokládat, že počty podobných nehod budou v příštích letech stoupat. Jednou z možností, jak lavinovému nebezpečí předcházet či ho alespoň minimalizovat, je tzv. lavinová prevence, která zájemce o lavinovou problematiku seznamuje jak se zásadami pohybu v horském zimním prostředí tak i s používaným lavinovým vybavením, které jeho uživatele jednak chrání před účinky lavin, ale také mu případně umožňuje vyhledávat ostatní postižené. Informace týkající se lavinové prevence lze dnes čerpat z řady článků i odborných publikací, které jsou již z velké části dostupné i v českém jazyce. Jako hlavní zdroj informací pro zjištění akutního lavinového nebezpečí v pohořích České republiky slouží internetové stránky Horské služby ČR (www.horskasluzba.cz), kde je v zimním období pravidelně aktualizovaná lavinová předpověď.

Pro praktické využití této práce jsem se v kapitolách a přílohách pojednávajících o prevenci lavinového nebezpečí a možnostech předcházet mu soustředil pouze na to nejzákladnější. Snažil jsem se text co nejvíce zjednodušit při snaze o zachování vysoké vypovídající hodnoty daného textu. Porozumět by těmto informacím měli tedy i osoby do této doby s lavinovou problematikou neseznámeny.

Také v kapitolách o seznámení s lavinovou problematikou žáky středních škol a víceletých gymnázií jsem se snažil nezahltit je množstvím textu, ale jeho rozumnou vyvážeností udržet co největší atraktivitu této problematiky jak pro žáky tak i jejich učitele.

Z oblastí České republiky, kde se lavinová činnost odehrává, se v této rigorózní práci dostalo zdaleka největší pozornosti Krkonoším. Krkonoše jsou pohoří s nejvyšší intenzitou lavinové činnosti a také s největším počtem osob lavinami zasaženými a také usmrčenými. Na české straně pohoří je vymezeno 7 lavinových oblastí, v kterých je situováno 56 lavinových drah. Ročně sjede z krkonošských svahů průměrně kolem 50ti lavin, přičemž nejaktivnější je lavinová oblast Obřího dolu. Průměrná délka sněhových lavin se pohybuje nejčastěji kolem 500 metrů. Výjimečně jsou zaznamenávány i laviny, které dosahují délky blízké se k 1,5 km. Po obou stranách státní hranice se lavinová činnost soustřeďuje do oblasti o přibližné rozloze kolem 564 ha. Velká intenzita lavinové činnosti je výsledkem zejména vysokých srážkových úhrnů v zimních měsících, kdy sněhová vrstva na náhorních plošinách, které fungují jako sběrné oblasti pro druhotné převívání sněhu, dosahuje až 3 metrů. Druhotný sněhový transport pomocí větru je také příčinou vzniku sněhových převisů v závětrí údolí a ledovcových karů, kde se odehrává velká většina všech lavinových sesuvů a také hraje rozhodující roli při vzniku dlouho ležících sněhových polí jako je např. Mapa republiky, kde sněhová pokrývka dosahuje mocnosti až 16 metrů a na lavinové činnosti se také významně podílí.

Ani ostatní pohoří České republiky, kde k lavinovým sesuvům dochází, nejsou v práci zcela pominuty a jsou popsány lokality, kde k lavinové činnosti pravidelně či pouze výjimečně dochází a také případy lavinových nehod z nedávné doby.

Z části práce, která se zabývá zařazením problematiky lavin do výuky geografie v rámci rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia, vyplývá, že lavinová problematika najde svoje uplatnění v řadě tematických celků geografie a může také přesahovat do řady dalších vzdělávacích oblastí v rámci vzdělávacího programu a i do celé řady dalších předmětů v rámci mezipředmětových vazeb.

Výsledky provedené analýzy používaných geografických učebnic z České republiky, Slovenska a Polska ukázaly, že sněhové laviny patří v učebnicích k nejméně zmiňovaným přírodním katastrofám vůbec a pokud ano, tak nejčastěji pouze několikaslavnou zmínkou za absence vysvětlujícího textu či obrázku. V případě českých učitelských příruček ke geografickým učebnicím nejsou dokonce zmíněny vůbec ani v jednom případě.

Práce obsahuje čtyři návrhy modelových hodin geografie pro žáky vyšších ročníků gymnázia. Každému obsahovému schématu výuky odpovídá jedna z powerpointových prezentací a také jeden z vypracovaných pracovních listů. Prezentace jsou sestaveny tak, aby umožnily kvalitnější ale také zábavnější osvojení poznatků a znalostí. Při tvorbě pracovních listů jsou kombinovány různé podoby cvičení z důvodu lepší aktivizace studenta. Výše zmíněné edukační prostředky doplňují návrhy tří terénních geografických exkurzí, které by měly žákům pomoci při představě ovlivnění lavin zejména přírodními procesy. Všechny tři návrhy exkurzí jsou plánovány na území Krkonošského národního parku, z nichž v jednom případě pro zimní část roku.

Při psaní práce jsem mohl uplatnit, jako člen krkonošské Horské služby, znalosti získané díky velkému množství odborných seminářů a přednášek o lavinové problematice a také použít řadu poznatků a zkušeností přímo z prostředí zimních hor při plnění povinností člena Horské služby v rámci terénních služeb a zimních záchranných cvičení, kterých se každoročně musí každý člen Horské služby povinně zúčastnit.

12 SHRNU TÍ

Tato rigorózní práce se zabývá sněhovými lavinami jako rizikovým přírodním jevem. Poskytuje základní informace o lavinách, jejich rozdělení a projevy jejich činnosti. Důležitou částí je podrobné popsání nebezpečí, které v důsledku lavin člověku hrozí, a také způsob jak tomuto nebezpečí předcházet nebo ho alespoň minimalizovat.

Jedním ze stěžejních cílů této rigorózní práce je lavinovou problematiku přiblížit středoškolské mládeži návrhem způsobu začlenění této tematiky do výuky v rámci hodin geografie. Práce obsahuje, kromě bohatého textového a fotografického materiálu, powerpointové prezentace k jednotlivým navrženým vyučovacím jednotkám, k nim odpovídající pracovní listy a také návrhy tras geografických exkurzí vhodných pro danou tematiku s jejich podrobným popisem.

Rigorózní práce je svým zaměřením určena jak pro potřeby vyučujících na gymnáziích, víceletých gymnáziích a ostatních středních školách i jejich žákům, tak i dalším zájemcům o lavinovou problematiku a pobyt v prostředí horské přírody. Logicky by se většího prostoru prezentování této práce ve školském prostředí mělo dostat školským zařízením v nedalekém okolí jednotlivých horských masívů České republiky. Zejména pak v blízkosti pohoří, kde je lavinová činnost nejčastější a je tudíž větší pravděpodobnost setkání žáků těchto škol s tímto nebezpečným přírodním jevem.

Klíčová slova: přírodní katastrofy, svahové pohyby, Krkonoše, lavinová prevence, lavinový monitoring, Horská služba, vyučovací jednotka, pracovní list

13 SUMMARY

This thesis deals with snow avalanches as a hazardous natural phenomenon. It provides basic information about avalanches, their classification and manifestations of their activities. Of great importance is a detailed description of the dangers avalanches pose to man and also a way to prevent this danger, or at least minimize it.

One of the main objectives of this thesis is to have its findings on the issue of avalanches incorporated into the teaching of geography to enlighten students at secondary schools. The work includes, in addition to a comprehensive text and photographic materials, a PowerPoint presentation designed for individual teaching units with their corresponding worksheets and recommendations of locations that can be visited by students with detailed descriptions of the various geographical sites.

In this thesis intensive focus was directed towards both the needs of teachers at secondary schools, grammar schools, and other secondary institutions of learning where pupils and other interested parties in the issue of avalanches including those who live in mountain locations. Logically, the expectation is that space and time shall be given to the presentation of this work in schools and educational facilities in the vicinity of the mountain ranges in the Czech Republic in particular near where the most frequent avalanche activity occurs and therefore pupils in these schools are more likely to encounter this dangerous natural phenomenon.

Keywords: natural disasters, landslides, Krkonoše, prevention of avalanche, avalanche monitoring, Mountain Rescue, teaching unit, worksheet

14 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BARTOŇOVÁ, D., et. al.** (1992): Atlas životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR. Geografický ústav ČSAV. Brno.
- BÍČA, M., et al.** (1996): Učebnice pro záchranné zdravotnické služby v ČR. Revue, Praha.
- BLAHOUT, M., PAČL, J.** (1965): Problémy a perspektivy protilavínovej ochrany v Tatranskom národnom parku. In: Sborník prací o TANAPe 8, s. 345-366.
- BLAHŮT, JAN.** (2008): Mapa náchylnosti terénu Krkonoš ke vzniku lavin vytvořená pomocí nástrojů GIS a statisticko – pravděpodobnostních metod. Opera Concorctica 45. Správa KRMAP, Vrchlabí. s. 35-44.
- BRZEZIŃSKI, A.** (1998): Lavinový katastr polské části Krkonoš. Ms. (dep. GOPR Karpacz).
- BUKOVČAN, V.** (1960): Lavíny a lesy. SPLV, Bratislava.
- BULIČKA, M.** (2009): Jak se vybavit 2. Snow, č. 49, ročník VIII. SLIM Media, Praha. s. 98-101.
- BULIČKA, M.** (2010): Bud'te komplet. Snow, č. 54, ročník IX. SLIM Media, Praha. s. 78.
- BULIČKA, M.** (2011): Lavinové nebezpečí VI. Snow, č. 61, ročník X. SLIM Media, Praha. s. 70-71.
- BULIČKA, M.** (2012): Lavinové nebezpečí IX. Snow, č. 66, ročník X. SLIM Media, Praha. s. 94-95.
- CINGR, P.** (2011): Přednáška pro čekatele Horské služby. [přednáška]. Rokytnice nad Jizerou.
- DVOŘÁK, J., WAGNEROVÁ, Z.** (1994): Toponyma Kotelních jam v Krkonoších. Opera Concorctica 31. Správa KRMAP, Vrchlabí. s. 155-161.
- HARČARIK, J.** (2007): Sněhové poměry arkoalpínské tundry. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki, J. (eds): Krkonoše. Příroda, historie, život. Miloš Uhlíř – Baset, Praha. s. 155-156.
- HARTMANOVÁ, O., ŁABOREWICZ, I.** (2007): Pravek a raný středověk. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki, J. (eds): Krkonoše. Příroda, historie, život. Miloš Uhlíř – Baset, Praha. s. 395-396.
- HEJCMAN, M., Dvořák, I., KOCIÁNOVÁ, M., PAVLŮ, V., NEŽERKOVÁ, P., VÍTEK, O., RAUCH, O., JENÍK, J.** (2006): Snow depth and vegetation pattern in a later-melting snowbed analyzed by GPS and GIS in the Giant mountains, Czech republic. Arctic, Antarctic and Alpine research 38, 1. s. 90-98.
- HORSKÁ SLUŽBA ČR** (2012): Archivní materiály Horské služby. (dep. ústředí HS Špindlerův Mlýn).
- HOUDEK, I., VRBA, M.** (1953): Zimní nebezpečí v horách. Státní tělovýchovné nakladatelství, Praha.
- JENÍK, J.** (1958): Geobotanická studie lavinového pole v Modrém dole v Krkonoších. Acta Univ. Carol., Biologica 5, 1: s. 47-91.
- JENÍK, J.** (1961): Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Nakl. ČSAV, Praha.
- JENÍK, J.** (1997): Anemo – orographic systems in the Hercynian Mts. and their effects on biodiversity. In: Acta Universitatis Wratislavenensis. No. 1950. Prace Institutu Geograficznego, Seria C. Meteorologia i Klimatologia 4. S. 9-21.

KARNIŠ, J., KUPKA, R., GUTWIRTH, L. (1967): Obecný fyzický zeměpis. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

KŇAZOVICKÝ, L. (1967): Lavíny. SAV, Bratislava.

KOVAŘÍK, P. (2008): Mrtvím na památku, živým pro výstrahu. Krkonoše a Jizerské hory, č. 3, ročník XL. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 22.

KRÁLÍK, F., SEKYRA, J. (1969): Zalednění Krkonoš. In: Fanta, J. (ed.): Příroda Krkonošského národního parku. Praha.

KÚHN, P. (2009): Geologické zajímavosti Libereckého kraje. Liberecký kraj, Liberec.

LÁŠEK, R. (2007): Krkonošské opevnění. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki, J. (eds): Krkonoše. Příroda, historie, život. Miloš Uhlíř – Baset, Praha. s. 427-434.

LIENERTH, R. (2007): Lavinová problematika pro horolezectví a skialpinismus. Český horolezecký svaz, Brno.

NAVRÁTIL, R. (2005): Příspěvek ke studiu lavin v Hrubém Jeseníku [diplomová práce]. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc.

NOVOTNÝ, P., STUHLÍK, D. (2011): Bezpečnost ve středu zájmu. Ski magazín, č. 1, ročník VII. Deebora, Pardubice. s. 50-51.

MÁCHAL, A. (2007): Průvodce praktickou ekologickou výchovou. Rezekvítek, Brno.

McCLUNG, D., SCHAEERER, P. (2006): The avalanche handbook 3rd ed. The mountaineers books.

MIGONÍ, P., PILOUS, V. (2007): Geomorfologie. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki, J. (eds): Krkonoše. Příroda, historie, život. Miloš Uhlíř – Baset, Praha. s. 103-124.

MIDRIAK, R. (1979): Protilavinová ochrana lesa. Příroda, Zvolen.

MILAN, L. (1970): Lavínové polomy v Magurke. Les, XXVI, č. 10. Bratislava. s. 455-459.

MILAN, L., ŠRAMKA, Š. (1988): Nebezpečnost lavín. Šport, Slov. telových. vydav., Bratislava.

MOSKALEV, J., D. (1969): Equilibrium Equations for Snow Mass on Slopes. In: Avalanches and Avalanche Defence. NRC, Ottawa. s. 16-22.

MÚNTER, W. (2003): 3 x 3 Lawinen. Pohl und Schelhammer, Garmisch Parterkirchen, 3. vydání.

PILOUS, V. (2001): Krkonoše skal a kamení. Správa KRNAP, Vrchlabí.

PLESNÍK, P. (1971): Horná hranica lesa vo Vysokých a v Belanských Tatrách. SAV, Bratislava.

POHL, W., SCHELLHAMMER, CH. (2004): Skialpinismus a skitouring. Altimax Basic, Vsetín.

PRŮCHA, J. (1989): Teorie, tvorba a hodnocení učebnic. ÚÚVPP. Praha.

QUERVAIN, M. (1969): Schneedecke und Lawinenbildung. In: Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung, Davos.

RAGAZ, C. (1972): Der Wald als Lawinenschutz. In: Lawinenschutz in der Schweiz. Beiheft 9 zum „Bunderwald“, s. 211-219.

- ŘEZNIČKOVÁ, D.** (2008): Náměty pro geografické a environmentální vzdělávání. Výuka v krajině. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha.
- SEKYRA, J.** (1969): Geomorfologická mapa Krkonoš, 1 : 50 000. In: Fanta, J. (ed.): Příroda Krkonošského národního parku. Praha.
- SCHMORANZ, M.** (2012): Přednáška zdravotní péče pro členy Horské služby. [přednáška]. Harrachov.
- SPUSTA, V., BRZEZIŇSKI, A., KOŘÍZEK, V., KOCIÁNOVÁ, M.** (2006): Laviny v Krkonoších. Správa KRNAP, Vrchlabí.
- SPUSTA, V., BRZEZIŇSKI, A., KOCIÁNOVÁ, M.** (2007): Laviny. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki, J. (eds): Krkonoše. Příroda, historie, život. Miloš Uhlíř – Baset, Praha. s. 169 – 177.
- SPUSTA, V.** (1962): Lavinový katastr Krkonoš. Ms. (dep. Krkonošské muzeum ve Vrchlabí). Správa KRNAP, Vrchlabí.
- SPUSTA, V., KOCIÁNOVÁ, M.** (1998): Lavinový katastr české části Krkonoš v období 1961/62 – 1997/98. Opera Concorctica 35. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 3-205.
- SPUSTA, V.** (1999): Studené koleno. Krkonoše a Jizerské hory, č. 1, ročník XXXI. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 8-9.
- SPUSTA, V., sen., SPUSTA, V., jun., KOCIÁNOVÁ, M.** (2003): Lavinový katastr české části Krkonoš v období 1998/99-2002/03. Opera Concorctica 35. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 5-86.
- SPUSTA, V.** (2011): Laviny v Krkonoších. [přednáška]. Muzeum KRNAP, Vrchlabí.
- SÝKORA, B., BĚLOCHOVÁ, I., FANTA, J.** (1973): Opera Concorctica 10. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 147-202.
- ŠEBESTA, J.** (1978): Sněhová pole na české straně Krkonoš. Opera Concorctica 15. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 25-49.
- ŠEBESTA, J., TREML, V.** (1977): Glacigenní a nivační modelace údolí a údolních uzávěrů Krkonoš. Opera Concorctica 13. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 7-44.
- ŠTURSA, J.** (2007): Prostorové uspořádání Krkonošské přírody. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki, J. (eds): Krkonoše. Příroda, historie, život. Miloš Uhlíř – Baset, Praha. s. 291-292.
- ŠTURSA, J.** (2009): Voda v Krkonoších. Správa KRNAP, Vrchlabí.
- VRBA, M.** (1969): Laviny v Krkonoších. In: Fanta, J. (ed.): Příroda Krkonošského národního parku. Praha. s. 102-121.
- VRBA, M.** (2003): V lavinách a vánicích. Altituda s.r.o., Vsetín.
- VRBA, M., SPUSTA, V.** (1975): Lavinový katastr Krkonoš. Opera Concorctica 1. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 65-90.
- WAGNEROVÁ, Z.** (1975): Rostlinná společenstva Kotelních jam v Krkonoších – I. část. Opera Concorctica 31. Správa KRNAP, Vrchlabí. s. 23-35.
- WAHLA, A.** (1983): Strukturální složky učebnic geografie. SPN. Praha.

WINTER, S. (2003): Skialpinismus. Kopp, České Budějovice.

ZUJEV, D. (1986): Ako tvoriť učebnice. SPN.Bratislava.

Seznam použitých učebnic, atlasů a učitelských příruček:

BIČÍK, I., et. al. (2001): Školní atlas dnešního světa. Nakladatelství Terra. Praha.

BIČÍK, I., JÁNSKÝ, B., et. al. (2001): Příroda a lidé Země. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

ČERVINKA, P., TAMPÍR, V. (1996): Přírodní prostředí Země. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

ČERVINKA, P., et. al. (2003): Zeměpis České republiky. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

HERINK, L., HOLEČEK, M., KASTNER, J., et. al. (1997): Příručka k učebnici zeměpisu Zeměpis naší vlasti. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

HERINK, L., HOLEČEK, M. (1997): Příručka k učebnici zeměpisu Lidé a příroda. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

HERINK, J. (1998): Lidé a příroda. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

HERINK, J., TLACH, S. (2006): Základy zeměpisných znalostí. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

HERINK, J., MALIŠ, I., ZAHRADNÍK, K. (1998): Otázky a úkoly ze zeměpisu. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

JÁNSKÝ, B. (1998): Země. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

KARAS, P., HANÁK, L. (2006): Maturitní otázky ze zeměpisu. Tutor, Praha.

KASTNER, J., et. al. (1997): Zeměpis naší vlasti. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

KAŠPAROVSKÝ, K. (1999): Zeměpis I. v kostce. Fragment, Praha.

KAŠPAROVSKÝ, K. (2008): Zeměpis I. v kostce. Fragment, Praha.

LAUKO, V., TOMÁČI, L. (1995): Geografia pre 4. ročník gymnázií. Orbis pictis istropolitana, Bratislava.

MAKOWSKA, D., BŁASKIEWICZ J. (2009): Geografia fizyczna świata i Polski – podręcznik dla liceum i technikum. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna. Warszawa.

MALARZ, R., SZCZYPIŃSKI, D. (2006): Planeta nowa- Geografia dla gimnazjum. Nowa era, Warszawa.

MIČIAN, L., et. al. (1993): Geografia pre 1. ročník gymnázií 1. diel. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava.

NOVOTNÁ, M., et. al. (1995): Česká republika. Scientia, Praha.

RIMAN, J., et. al. (1994): Ekológia pre gymnázia. Litera, Bratislava.

SEKO, L., et al. (1994): Geografia pre 4. ročník gymnázií. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava.

ŠTULC, M., GÖTZ, A. (1996): Životní prostředí. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

ŠTULC, M., PŘÍHODA, P., SRBOVÁ, H. (1997): Přírodní obraz Země. Fortuna, Praha.

VALENTA, V., HERBER, V., et. al. (2000): Maturita ze zeměpisu. Nakladatelství České geografické společnosti, Praha.

VITULKA, M., et. al. (1991): Atlas životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR. Geografický ústav ČSAV. Brno.

Mapové podklady:

KARTOGRAFIE HP s.r.o. (2012): Krkonoše západ – pomezí Jizerských hor 1 : 25 000. Jičín.

KLUB ČESKÝCH TURISTŮ (2009): Krkonoše, turistická mapa 1:50 000. Soubor turistických map 1: 50 000. 6. vyd. Praha, Trasa. Edice Klubu českých turistů, č. 22.

NAKLADATELSTVÍ ROSY (2009): Krkonoše – západ, turistická mapa 1:25 000. 5. vyd. Mělník

NAKLADATELSTVÍ ROSY (2009): Krkonoše – východ, turistická mapa 1:25 000. 5. vyd. Mělník

MAPY.CZ [online][cit.19.12.2012]

Dostupné z: http://www.mapy.cz/#d=muni_2739_1&x=15.527358&y=50.743551&z=12&rp=m&l=16

MAPY.CZ [online][cit.21.12.2012]

Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#x=15.678303&y=50.721907&z=12&l=16>

MAPY.CZ [online][cit.5.1.2013]

Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#x=15.497572&y=50.757495&z=12&l=16>

Internetové zdroje:

ALPY4000 [online][cit. 7.10.2012]

Dostupné z: <http://www.alpy4000.cz/laviny.php>

<http://www.alpy4000.cz/laviny-info-expert.php>

<http://www.alpy4000.cz/soubory/prevence.pdf>

<http://www.alpy4000.cz/soubory/zachrana.pdf>

<http://www.alpy4000.cz/soubory/strategie.pdf>

DĚVÍNSKÝ SPOLEK ALPINISTŮ [online][cit. 14.10.2012]

Dostupné z: <http://www.devin.cz/mzavod.htm>

EUROPEAN WARNING AVALANCHES SERVICES – EAWS [online][cit. 5.6.2012]

Dostupné z: <http://www.avalanches.org/>

HORSKÁ SLUŽBA ČESKÉ REPUBLIKY – HS ČR [online][cit. 19.6.2012]

Dostupné z: <http://horskaslužba.cz/>

http://www.hscr.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=552&Itemid=18

<http://www.hscr.cz/laviny/gfx/prevence/image013.png>

INSTITUT FÜR SCHNEE UND LAWINENFORSCHUNG - SLF [online][cit. 5.6.2012]

Dostupné z: <http://www.slf.ch/>

http://www.slf.ch/forschung_entwicklung/lawinen/index_DE

http://www.slf.ch/praevention/index_DE

KOŘÍZEK, V., HOLEČEK, J. (2012): Lavina v Modrém dole – „Mapa republiky“ 12. 12. 2012 [online] [cit. 10. 2. 2013].

Dostupné z: <http://horskaslužba.cz/attachments/Lavina-v-Modrem-dole---Cingr.pdf>

LAVINOVÉ.INFO [online][cit. 6.10.2012]

Dostupné z: http://www.lavinove.info/index.php/Hlavn%C3%AD_strana

http://www.lavinove.info/index.php/Stupe%C5%88_lavinov%C3%A9ho_nebezpe%C4%8D%C3%AD

http://lavinove.info/index.php/Lavinov%C3%BD_p%C3%ADp%C3%A1k

LAWINE.AT [online][cit. 19.6.2012]

Dostupné z: <http://www.lawine.at/>

LIENERTH, R., NÁDVORNÍK, O. (2004): Lavina!!! [online] [cit. 17. 2. 2013]

Dostupné z: <http://www.lezec.cz/clanek.php?key=2929>

ON.LINE UČEBNICE HORSKÉ SLUŽBY ČR [online][cit. 19.2.2012]

Dostupné z: http://mail.kallib.cz/hs/2_6_1.php

PORTÁL HORSKEJ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY VENOVANÝ LAVÍNOVEJ PROBLEMATIKE [online][cit. 19.6.2012]

Dostupné z: <http://laviny.sk/>

PROUZA, L. (2012): Autobus strhl v Krkonoších lavinu a zůstal uvězněn [online][cit. 17.11.2012]

Dostupné z: <http://www.novinky.cz/domaci/259264-autobus-strhl-v-krkonosich-lavinu-a-zustal-uvaznen.html>

SNOWPULSE [online][cit. 25.10.2012]

Dostupné z: <http://www.snowpulse.cz/obsluha.htm>

SNOWSAFE [online][cit. 22.11.2013]

Dostupné z: <http://www.snowsafeco.uk/avalung-information.php>

SPORTSCOTLAND AVALANCHE INFORMATION SERVICES [online][cit. 14.6.2012]

Dostupné z: <http://sais.gov.uk/>

VALIN.CZ [online][cit. 23.11.2012]

Dostupné z: <http://valin.cz/index.php?s=galerie&g=251>

PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Popis základních druhů sněhu

Příloha č. 2: Pohyb v lavinovém území

Příloha č. 3: Mapa s vyznačením lavinových drah v západních Krkonoších

Příloha č. 4: Mapa s vyznačením lavinových drah ve východních Krkonoších

Příloha č. 5: Grafický záznam vlastností sněhové pokrývky

Příloha č. 6: Bavorská Matice (Bavarian Matrix)

Příloha č. 7: Rozhodovací karty pro metodu Stop or Go (přední a zadní strana)

Příloha č. 8: Rozhodovací karty pro NIVO test (přední a zadní strana)

Příloha č.9: CD – obsahuje fotografický materiál pořízený při terénním výzkumu pro případovou studii lavinové oblasti Kotelních jam (kapitola č. 9) a powerpointové prezentace pro kapitulu č. 10. 2. Didaktická analýza učiva

Příloha č. 1.: Popis základních druhů sněhu

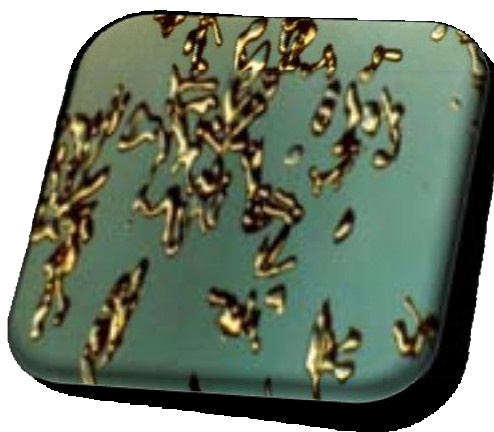
- **Nový sníh (+)** – krystaly nového sněhu se vyznačují původní šesterečnou (hexagonální) soustavou, která, ač může být na některých krystalech značně poškozená, zůstává i tak většinou dobře patrná. Deformace původní podoby krystalů spočívá hlavně v odlamování jemných okrajových částí sněhových krystalů, které se po odlomení přilepí na ostatní místa sněhových krystalů a tvar původního krystalu se tak zakulacuje. Nový sníh je charakteristický značnou nesoudržností, kdy sněhové krystaly jsou mezi sebou málo zaklíněné, vysokou porézností a tvoří základ pro vznik prachových lavin. Za velice nízkých teplot je nový sníh suchý, lehký a drží dlouhou dobu ve své původní formě. Se stoupající teplotou se sníh stává více vlhký a při teplotách kolem nuly se sněhové krystaly začínají více slepovat a sněhová pokrývka tak získává větší soudržnost (alpy4000, 2012).

Krystaly nového sněhu (alpy4000, 2012)



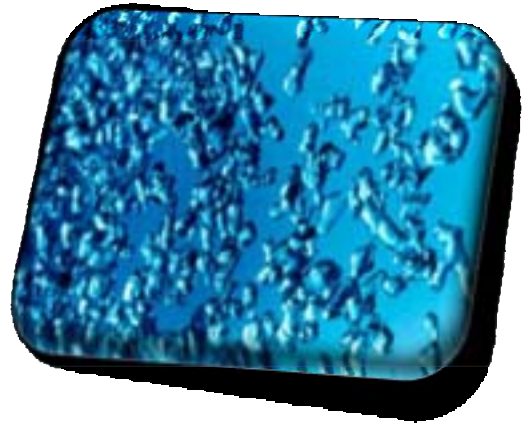
- **Zlomkový sníh - plstnatý (/)** - v tomto druhu čerstvě napadaného sněhu se začíná výrazně uplatňovat vítr, který působí již jako degenerační činitel původní podoby sněhových krystalů. Lámáním částí sněhových krystalů se na rozdíl od nového sněhu krystaly začínají do sebe více zaklíňovat a sněhová vrstva se tak stává soudržnější. Pokud dochází k činnosti větru až po sněžení, stává se soudržnější pouze nejsvrchnější vrstva sněhové pokrývky, což je jedním z hlavních předpokladů tvorby deskových lavin (alpy4000, 2012).

Krystaly zlomkového sněhu (alpy4000, 2012)



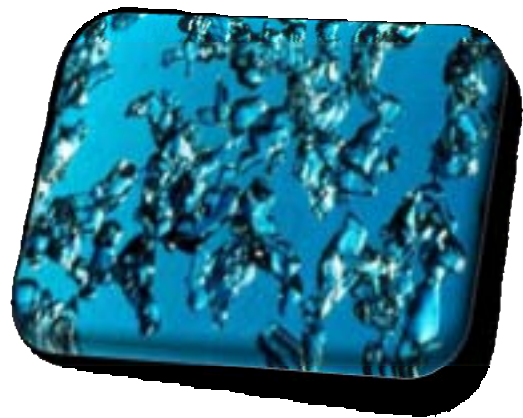
- **Okrouhlozrnitý sníh (●)** – tento druh sněhu je pokládán za přechod mezi fázemi bortící a výstavbové přeměny sněhu. Je již silně ovlivněn teplotou, která se projevuje destrukcí původní krystalické struktury, která se stále více zaobljuje a sněhové krystaly dosahují podoby drobných kuliček. Díky své vyšší pojivosti může okrouhlozrnitý sníh přispět ke stabilizaci sněhové vrstvy, ale i naopak může být základem pro deskové laviny o daleko větší vertikální mocnosti (alpy4000, 2012).

Krystaly okrouhlozrnitého sněhu (alpy4000, 2012)



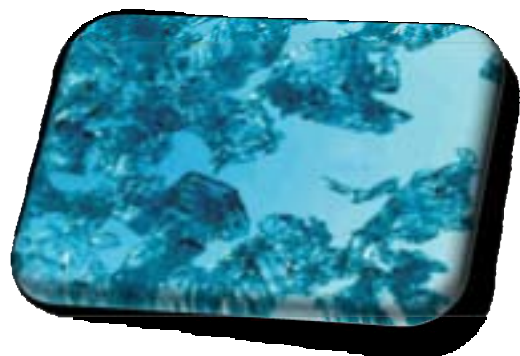
- **Hranatozrnitý sníh (□)** – v tomto druhu sněhu se již zcela uplatňuje výstavbová přeměna, kdy se vlivem velkých změn teplot z původně zborceného sněhového krystalu vyvíjí nová forma. Velké teplotní změny při vzniku tohoto sněhu zapříčiňují zvýšenou difuzi vodních par do sněhové pokrývky a k jejich následnému přesycení. Díky jejich následné kondenzaci vzniknou ledová zrna hranatého tvaru. Z hlediska tvorby lavin se jedná o velice zásadní druh sněhu s nízkou soudržností krystalů tzv. pohyblivý sníh (alpy4000, 2012).

Krystaly hranatozrnitého sněhu (alpy4000, 2012)



- **Pohárkové krystaly (/ \)** – jedná se o velice zvláštní druh sněhu, tvořený velmi nesoudržnými sněhovými krystaly, které mohou dosahovat velikosti až 1 cm a mají dutý, šestiboký, výrazně kalichovitý tvar. Nový tvar krystalů vzniká díky sublimačnímu překrystalizování v dutinách uvnitř sněhové pokrývky. Vzniklé krystaly nemají prakticky žádnou soudržnost a jimi tvořená vrstva není schopna odolat tlaku nadložních sněhových vrstev a v určité

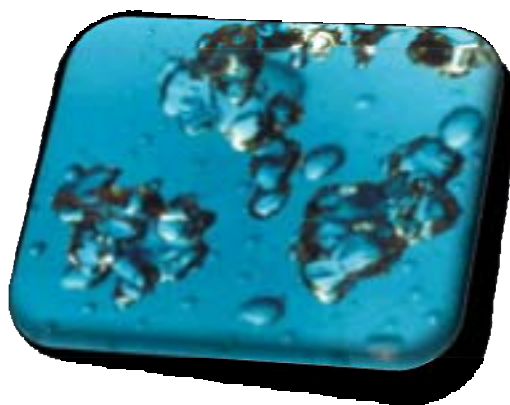
Pohárkové krystaly (alpy4000, 2012)



fázi se zhroutí (Münter, 2002). Vznik pohárkových krystalů je podmíněn dlouhodobě trvajícím mrazy, kdy se teplota nad sněhovou pokrývkou pohybuje minimálně pod -10°C a nastává rozdíl mezi teplotami vzduchu a vnitřní teplotou sněhové pokrývky, která je zahřívána zemí. Rozdíl těchto teplot způsobuje sublimaci sněhu těsně nad zemí, což znamená přeměnu skupenství tuhého přímo do skupenství plynného. Sníh se tak mění ve vodní páru, aniž by před tím roztál na vodu. Vzniká tak pomalým procesem dutina uvnitř sněhové pokrývky. Vodní pára stoupá díky pórům ve sněhové pokrývce a díky přenosu svého tepla dutinu neustále rozšiřuje. Ve svrchnějších vrstvách však začne znovu kondenzovat a krystaluje do podoby již výše zmíněných pohárkových krystalů. Tato forma sněhu není v Krkonoších díky jejich oceánickému charakteru a nadmořské výšce častá, ale nastane-li jedná se z hlediska tvorby lavin o velice nebezpečný stav (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007). V minulých desetiletích se pro pohárkové krystaly užívalo termínu dutinová jinovatka.

- **Firn (O)** – vzniká jako následek tzv. tavící přeměny sněhových krystalů. Krystaly získávají tvar zaoblených amorfních ledových zrn na základě střídavého tání a mrznutí působením vyšších teplot především v jarním období. Prostor mezi jednotlivými sněhovými krystaly je často vyplněn vodou. Při provlhle spodní části profilu, kluzkém podkladu či podkladu dobře jímajícím teplo např. skalní podloží, hrozí při tomto druhu sněhu nebezpečí tvorby základových lavin (Kořízek, 2006).

Krystaly firnového sněhu (alpy4000, 2012)



I když je firn nejčastěji spojován s jarním obdobím, vyskytuje se přes celé zimní období, je však skryt ve spodnějších (starších) vrstvách sněhového profilu, které již podlely metamorfóze pod tlakem vrchních vrstev a v nich uloženém novém sněhu (Houdek & Vrba, 1954).

- **Led (■)** – celistvá ledová vrstva o různé síle se může vyskytovat v jakékoliv hloubce sněhového profilu. Pokud vzniká na povrchu sněhové pokrývky označujeme ji jako ledová kůra (Houdek & Vrba, 1954) nebo ledová krusta (Spusta, Brzeziński, & Kociánová, 2007). V průřezu sněhové pokrývky se může v průběhu zimního období vytvořit i několik ledových vrstev jako následek teplejších období (oblev) v průběhu zimní sezóny. Voda z tajícího sněhu na povrchu sněhové vrstvy, která může být doplněna i o vodu ze srážek dešťových, proniká do hlubších vrstev sněhového profilu a v hloubce, kde teplota opět klesá pod 0°C , opětovně zmrzne a vytvoří

ledovou vrstvou (Houdek & Vrba, 1954). Takto vzniklá ledová vrstva uvnitř sněhového profilu působí jako ideální skluzná plocha pro svrchní sněhové vrstvy. V případě vytvoření ledové vrstvy na povrchu sněhové pokrývky se při následném sněžení stává skluznou vrstvou pro nově napadlý sníh.

- **Povrchová jinovatka (V)** – vzniká sublimací vodní páry na povrchu sněhové pokrývky, která je oproti teplotě vzduchu chladnější. Vyznačuje se lístečkovým tvarem a stejně jako povrchová ledová vrstva (krusta) se může stát skluznou plochou pro nově napadlý sníh a zapříčinit tak případný sněhový sesuv (alpy4000, 2012).

Přítomnost celistvé ledové vrstvy odkryté v horní části sněhového profilu (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Již ve 2. století n. l. popsali podobu sněhových vloček v Číně. V roce 1555 o tvaru sněhových vloček píše arcibiskup z Uppsali. Popisuje 23 tvarů sněhových vloček, přičemž šestiboká je jen jedna z nich. Ostatní tvary jsou velice různorodé a objevují se zde tvary jako jsou ruce, oči, šípky a půlměsíce. Další zmínka o sněhových krystalech pochází z roku 1611 ze spisu *O šestibokých sněhových vločkách* Johannese Keplera. Kepler (1571 – 1630) ve své práci popisuje tvorbu sněhových vloček z mnoha drobných částic, které se z jemu neznámého důvodu shlukují do podoby šestibokého útvaru. Mezi dalšími, kteří se sněhovými krystaly zabývali, byl např. přírodovědec R. Descartes (1596 – 1650), který je také autorem spisu věnovanému tvaru sněhových vloček nebo R. Hooke (1635 – 1703), který roku 1665 ve svém díle *Micrographia* velmi přesně zakreslil tvary mnoha sněhových krystalů, na kterých je viditelná jejich komplikovaná symetrie.

První komu se poprvé podařilo vyfotografovat sněhový krystal byl americký mikrofotograf W. A. Bentley. V průběhu života zachytil kolem 5 000 vyobrazení sněhových krystalů z nichž některé publikoval v roce 1931 ve své knize *Snow crystals*. Jako první člověk dokázal roku 1885 vyfotografovat samotný sněhový krystal, kdy sněhové vločky zachytával na černý samet a fotografie prováděl pomocí fotoaparátu spojeného s mikroskopem (alpy4000, 2012).

Sněhové vločky podle R. Hooka (alpy4000, 2012)



Nejnámějším vědcem, který se studiu sněhových krystalů věnoval ve 20. století, byl Ukichiro Nakaya (1900 – 1962), který jako první vědec dokázal vyrobit sněhové vločky v laboratorních podmínkách a na základě svých výzkumů sestavil klasifikaci sněhových krystalů kde rozlišil 41 typů krystalů (Kořízek, 2009).

W. A. Bentley při práci (alpy4000, 2012)



V Čechách se problematice sněhových krystalů věnoval Ing. Miloš Vrba (1922), který fotografoval sněhové krystaly v přírodních proměnných podmínkách v Krkonoších. Své poznatky o sněhových krystalech pak publikoval v knize *Zimní nebezpečí v horách* (Houdek & Vrba, 1954) a později v knize *V lavinách a vánicích* (Vrba, 2003).

Příloha č. 2: Pohyb v lavinovém území

Vyznavači zimních sportů v zasněžené horské krajině, zejména tzv. volného lyžování (freeskiing) nebo skialpinismu, se dostanou do situací, kdy se z určitých důvodů pohybují z hlediska lavinového rizika v méně či více nebezpečném lavinovém terénu. Jejich adekvátní vybavení a získané znalosti a zkušenosti mohou mít na jejich rozhodování a vývoj následné situace rozhodující roli.

Plánování horské túry

Základním úkolem před každou zimní túrou je informovat se o sněhových podmínkách v příslušné horské oblasti. Jako zdroj informací se nabízí internet, místní Horská služba, horští vůdci, informační střediska, ale i místní obyvatelé či provozovatelé horských chat, kteří se v okolním terénu pohybují a znají ho. Je třeba mít na paměti, že zjišťované údaje musí být aktuální, tedy nejlépe večer a ráno před túrou. V případě akutního lavinového nebezpečí (stupeň 4. a 5.) je základním pravidlem nevstupování do rizikových lokalit do lavinových katastrů.

Před samotnou túrou je dobré si pomocí podrobné mapy oblasti projít virtuálně celou trasu a zvolit strategii postupu zejména v nebezpečných úsecích, konzultovat ji s ostatními účastníky a prodiskutovat potřebné vybavení. V rychlosti, náročnosti postupu a volby trasy se musí nezbytně zohlednit i fyzická kondice, lyžařské dovednosti a celková zkušenost s horami v zimním období u všech účastníků túry. Nezbytnou nutností při pohybu v zimním horském terénu je mít ve výbavě alespoň základní lavinové vybavení (viz. text níže). Podcenění tohoto faktoru má často tragické následky.

V některých pohořích jsou tradiční lavinové svahy vyznačeny v mapách šrafováním určité barvy, což nám přehled o nebezpečných místech a následném určení trasy výrazně usnadní. V mapách českých pohoří se používá nejčastěji ke znázornění lavinových polí modrý rastr (viz. příloha č. 3 a 4). Je však nutné mít na paměti, že sněhové laviny mohou za určitých situací vznikat i mimo takto vyznačené oblasti.

V průběhu horské túry dochází k neustálé konfrontaci aktuálních podmínek s plánem určeným na základě předchozího plánování. V případě výrazných změn aktuálního stavu je nutné objektivně reagovat a provádět korekce původního plánu nebo i výrazné změny v trase a způsobu postupu tak, aby bylo ohrožení členů túry co nejvíce minimalizováno.

Je nezbytně nutné, aby alespoň nejzkušenější člen skupiny měl neustálý přehled o aktuální poloze v mapě, byl schopen rozpoznat expozici svahů vzhledem ke světovým stranám a také

odhadnout sklon svahů. Ze současné dostupné techniky je pro přesné určování aktuální polohy vhodné používat přístroje GPS.

Postup v lavinovém poli

Před samotným vstupem na lavinové pole je nutná aktivace lavinového vyhledavače a je-li k dispozici tak uvázání k pasu lavinové šňůry (viz. text níže). Při pohybu v lavinovém poli na lyžích platí pravidlo, že nepoužíváme poutka na lyžařských holích, ale držíme je volně, bez navlečení poutek na ruce. Veškeré sportovní vybavení jako batoh, hole, lyže působí v případě zachycení lavinou jako kotva a často strhává člověka do větších hloubek a je proto výhodné se v případě zachycení laviny tohoto vybavení co nejrychleji zbavit.

Je vhodné před vstupem do lavinového území (zejména při sjezdu lavinového pole) přidat další vrstvu oblečení, která snižuje riziko podchlazení v případě zasypání a přes ústa převázat šátek, který alespoň částečně chrání dýchací cesty před ucpáním v případě stržení lavinou. I když při uvědomění si faktu, že lavina vyvíjí na lidské tělo sílu, která je schopná člověku například amputovat končetiny, vyznívá používání šátku jako ochranného prvku při pohybu v lavinovém poli poněkud úsměvně.

Při **výstupu** lavinovým svahem je nejlepší určit trasu pochodu tak, aby se pokud možno vyhnula traversům a směřovala po spádnici nebo šikmo vzhůru, zejména na volných svazích. V terénu se využívá pevných bodů (např. skalní útvary, stromy), kterých lze využít ke krytí nebo jako místa odpočinku, kdy postup pak vede od jednoho k druhému (tzv. ostrůvky jistoty (Bulička, 2012)). Při **traverzu** lavinového svahu je nutné svah přecházet v nejužším místě svahu nebo co možná nejvýše. Při traverzu v jiném místě je nutné postupovat v mírně klesající stopě a nepostupovat po vrstevnici nebo šikmo vzhůru (Bíca & kol, 1996). V případě postupu svahem šikmo dolů je při odtržení laviny naděje na rychlé vyjetí do strany (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006), protože únik po svahu dolů je velmi riskantní a velice technicky náročný. Při traverzu svahu jde v družstvu poslední nejzdatnější a nejzkušenější člen, který je v případě nehody schopný nejlépe organizovat a provést lavinovou záchranu.

Dalším důležitým faktorem při výstupu družstva lavinovým svahem jsou tzv. odlehčovací rozestupy, které při správném provedení výrazně snižují lavinové riziko. Při výstupu svahem se dodržují rozestupy velikosti nejméně 10 metrů mezi jednotlivými členy družstva. Dochází tak k menšímu zatěžování sněhové vrstvy a riziko uvolnění deskových lavin se dokonce odhaduje na poloviční. Rozestupy se aplikují na svahy od 30° a větší, hlavně při překonávání obtížnějších tzv. klíčových míst (Bulička, 2012). V případě uvolnění laviny jsou rozestupy jednotlivých členů družstva důležité i z hlediska minimalizace faktoru zasypání všech jeho členů, což má velký význam při

následné lavinové záchraně, kdy zpravidla platí přímá úměra mezi vyšším počtem zachránců a nadějí na úspěšnou záchranu.

Ke **sjezdu** lavinového svahu se i v případě, že kopíruje výstupovou trasu musí přistupovat jako ke zcela novému svahu i když téměř kopíruje trasu předchozího výstupu. Všichni členové družstva sjíždějí pouze předem vymezeným koridorem a délka sjezdového úseku je dána podle únavy členů a jejich schopnosti udržet vysokou úroveň koncentrace. Skupina se opět shromažďuje na „ostrůvcích jistoty“, kde příjíždějící lyžař zastavuje vždy nad stojící skupinu. Nejdůležitějším pravidlem při sjezdu volným terénem je opět, jako při výstupu, dodržování odlehčovacích rozestupů, které se při sklonu svahu cca 35° pohybují mezi 30 – 50 metry (Bulička, 2012). Největší a často tragická chyba při sjezdu potencionálním lavinovým terénem bývá hromadný sjezd velké skupiny osob, kdy je zátěž na stabilitu sněhové vrstvy enormní a riziko vzniku laviny se zvyšuje až mnohonásobně.

Lyžař jedoucí při sjezdu volným terénem jako první by se dal s trochou nadsázky označit jako „pokusný“, kdy v rámci jeho jízdy dochází k vyzkoušení pevnosti svahu nebo k identifikaci jeho méně stabilních částí a úseků. Po úspěšném projetí prvního lyžaře je z hlediska bezpečnosti lepší, aby následně jedoucí lyžaři, co nejvíce kopírovali jeho stopu, nejlépe agresivním způsobem a pokud možno se vyvarovali pádů.

Nevýhodné a výhodné faktory při pohybu ve volném terénu

Nevýhodné faktory při pohybu ve volném terénu

Podmínky	Terén	Lidský faktor
Navátý sníh – sníh přemísťovaný větrem - riziko deskových lavin	Muldy, kuloáry, žleby – z obou stran uzavřené koridory jsou nebezpečné kvůli nemožnosti úniku do strany v případě uvolnění laviny	Velká skupina – nesnadná organizace, pomalejší postup
Mnoho nového sněhu – jedná se především o spojení nového sněhu se starým a zda sněžilo za větrného počasí	Nevýhodná expozice (SV – S – SZ) – na těchto stranách dochází k pádům lavin nejčastěji v důsledku pomalé stabilizace sněhové pokrývky díky slunečnímu záření, které má do těchto míst omezený přístup – stabilizaci totiž prospívá střídání tepla a mrazu	Nezkušený vůdce – důležitý je člověk, které dobře dokáže posoudit podmínky pro konání túry, orientovat se v terénu, správně posoudit taktiku postupu
Velký počet sněhových vrstev s rozdílnými vlastnostmi – čím jsou vlastnosti rozdílnější, tím menší je stabilita sněhového profilu	Lavinový svah je nade mnou – stržení lavinou je bezpečnější v místě jejího vzniku, než níže na lavinové dráze, kde již má lavina větší rychlost a energii	Špatná komunikace ve skupině, nepanuje týmový duch – skupina se musí chovat jako spolupracující tým

Výrazné oteplení svahu během posledních hodin – hlavně v jarním období – protékající voda sněhovým profilem výrazně snižuje jeho pevnost	Oblast hřebenu – v blízkosti výrazných hřebenů hrozí ulomení sněhových převějí, které mohou svou energií uvolnit lavinu ve svahu pod nimi	Skupina je přehnaně ambiciózní (určitě chceme na vrchol) – negativní tlak některých členů skupiny dokončit túru i za zhoršených podmínek – zde musí zasáhnout autorita vůdce skupiny
Signály nebezpečí – samovolné laviny, zvuky ve sněhové pokrývce, trhlinky ve sněhu při došlápnutí	Nebezpečí pádu – lyžařovo padající tělo zatíží vrstvu sněhu až desetinásobně více (!!!) než chůze na lyžích – jízda v lavinovém svahu má být proto „na jistotu“	Rázové zatěžování sněhové vrstvy – svým pohybem se snažit sníh při pohybu zatěžovat co nejméně a důsledně dodržovat rozestupy
Faktor další skupiny – v případě přítomnosti další skupiny lyžařů či skialpinistů je dobré mít přehled o jejich chování		Špatný pocit – „vnitřní hlas“ může být velice dobrý rádce
Špatná viditelnost – při špatné viditelnosti jsou možnosti hodnocení situace v terénu velmi omezené – lepší je nevyrážet – v případě zhoršení podmínek během túry je lepší vrátit se výstupovou trasou zpět		Přecenění kondičních schopností a sportovních dovedností – s úbytkem sil se začíná ztrácet také soustředěnost a správný úsudek – realistický odhad schopností členů družstva je tedy velice důležitý faktor

Zdroje dat: upraveno dle Bulíčka, 2011

Výhodné faktory při pohybu ve volném terénu

Podmínky	Terén	Lidský faktor
Méně silnějších sněhových vrstev s podobnými vlastnostmi – dobrá soudržnost sněhových vrstev, vrstva tvoří skoro kompaktní celek	Hřbety (vypouklý terén) – ploché, široké hřbety jsou většinou bezpečným terénem, kdy při pohybu se lyžař nachází nad lavinovými svahy	Volba trasy „na jistotu“ – při volbě trasy volit spíše defenzivní přístup
Často ježděný svah – častou jízdou dochází k utemování sněhových vrstev a jejich zpevnění	Výhodná expozice (JV – J – JZ) – střídání denních vyšších teplot a nočního mrazu přináší vyšší stabilizaci sněhové vrstvy	Malá, disciplinovaná skupina – bývá rychlejší než velká, což je pozitivní zejména v problematických místech či okamžicích
Potencionální lavinový sníh odvál vítr – stává se to na zmrzlé starší podkladové vrstvě, kdy se na návětrných svazích sníh neudrží	Lavinový svah je po mnou – např. na plochých hřbetech, lavina na mě nemá odkud spadnout	Šetrné zatěžování – bez razantních oblouků, dodržování rozestupů a snaha o co nejméně agresivní pohyby

Zdroje dat: upraveno dle Bulíčka, 2011

Rozhodovací strategie

K posouzení nebezpečí, které hrozí ve volném terénu a za určitých podmínek, se používají i tzv. rozhodovací strategie. Rozhodovací strategie pomáhají s rozhodnutím zda túru vůbec zahájit či zda v ní nadále pokračovat. Těchto strategií existuje celá řada, ale pro potřeby této práce uvádím pouze

dvě, které patří k jednodušším a jsou používány spíše těmi, kteří s lavinovou problematikou teprve začínají.

Stop or Go

Tato strategie je všeobecně považována za nejzákladnější kvůli své jednoduchosti. Zakládá se na posouzení dvou rizikových faktorů.

Prvním faktorem je tzv. **regionální riziko** - úroveň aktuálního lavinového nebezpečí platného pro danou oblast a sklon svahů v daném území. Každý stupeň lavinového nebezpečí má přiřazenou informaci o nebezpečí vstupu na svahy o určitém sklonu.

Druhým faktorem je tzv. **zonální riziko**, které spočívá ve sledování vybraných jevů v okolí pozorovatele. Na základě četnosti výskytu a intenzity těchto jevů dojde k rozhodnutí zda túru uskutečnit nebo neuskutečnit (Lienerth & Nádvorník, 2004).

Jako pomůcka slouží tzv. rozhodovací karty (příloha č. 7), které jsou jakýmsi návodem, který lze nést s sebou na túru a správnost rozhodnutí jde tedy na základě této rozhodovací strategie neustále ověřovat. Karty platné pro metodu Stop or Go mají několik variant, které se nepatrně liší. Jejich podoba závisí na organizaci, která je vydala, či místě vzniku. Základní rozhodovací postup je však vždy shodný. V přílohách jsou uvedeny rozhodovací karty, které vznikly na základě spolupráce Horské služby ČR a České asociace horských vůdců (ČAHV).

Nivo test

Podobně jako metoda Stop or Go je i Nivo test určen spíše širší veřejnosti a je také považován za metodu patřící k těm jednodušším. Pro jeho správné použití je na rozdíl od strategie Stop or Go nutné, aby měl uživatel již nějaké zkušenosti s pohybem ve volném terénu a také alespoň základní orientaci v lavinové problematice.

Nivo test je založený na zodpovězení si 26 konkrétních otázek, které neberou v potaz stupeň lavinového nebezpečí či další informace získané prostřednictvím cizích zdrojů (Lienerth, 2007). Výhodou tohoto testu je právě to, že není závislý na zprostředkovaných informacích, ale o to víc si klade vyšší nároky na schopnosti a zkušenosti tazatele.

Na každou z 26 otázek, které jsou podle tématu rozděleny do pěti skupin, existuje odpověď buď ANO nebo NE. Každé odpovědi ANO se přiřadí určitý počet bodů podle závažnosti. Za každou odpověď se body sčítají do určitého výsledného skóre, které určí konečnou míru rizika uskutečnění túry.

Kromě již zmíněných otázek obsahují rozhodovací karty (příloha č. 8) Nivo testu v české verzi i informace o telefonních číslech hlavních lavinových služeb Evropy, další doporučené rady ohledně chování ve volném terénu, měřítko sklonů pro čtení vrstevnic na mapách atd.

Lavinové vybavení (Safety set)

V důsledku zvýšeného zájmu o lyžování a horské túry ve volném terénu, zejména v posledních dvou desetiletích, a s tím souvisejícím zvýšeným lavinovým ohrožením osob v horách se pohybujících začaly firmy, zabývající se výrobou sportovních potřeb a vybavení pro pobyt a sport v přírodě, vyvíjet doplňky sportovní výbavy, které mají za úkol minimalizovat rizika spojená s lavinovým ohrožením.

Základní lavinové vybavení, bez kterého se pohyb ve volném terénu rovná velkému hazardu, se skládá ze tří ochranných prvků souhrnně označovaných jako „svatá trojice“: lavinového vysílače a vyhledávače (LVS), lavinové sondy a sněhové lopaty.

Lavinový přístroj - vysílač a vyhledávač (LVS), který se lidově označuje jako „pípák“ nebo jako „pips“, což vzniklo jako zkomolenina názvu jednoho z výrobců (Pieps), je radiový přístroj, který je schopen buď vysílat nebo přijímat vlny na mezinárodně sjednocené frekvenci 457 Khz s maximální povolenou odchylkou 80 Hz (Lavinové.info, 2012). Pracuje tedy ve dvou nastavitelných režimech, kdy v případě režimu vyhledávání je schopen lokalizovat zasypaného člověka a v režimu vysílání naopak určí polohu v případě zasypaní nositele lavinového vyhledávače. Při pohybu v potencionálně lavinovém terénu je tedy nutné, aby všichni účastníci túry měli své přístroje zapnuté v režimu vysílání a teprve v případě lavinového neštěstí je přepnuli do režimu vyhledávání.

Vyhledávač udává informace o lokalizaci zasypaného jednak akusticky (zrychlující frekvenci pípání) a také vizuálně, kdy na displeji ukazuje šipka směr a vzdálenost k zasypanému, který musí být samozřejmě také vybaven lavinovým přístrojem v režimu vysílání. Novější typy lavinových vyhledávačů zvládají i tzv. skenování lavinového svahu, kdy jsou schopny určit i celkový počet zasypaných.

Lavinový přístroj nenosíme nikdy v batohu ale vždy přímo na těle (snaha zbavit se batohu při zasažení lavinou). Nejčastější a doporučovaný způsob nošení je umístění lavinového přístroje v pouzdře, které je k tělu připevněné pomocí popruhů a pod nejméně jednou vrstvou oblečení (prevence utržení lavinou). Druhým způsobem je umístění v kapse bundy opatřené zipem.

Úskalí při používání lavinového přístroje může přinášet používání dalších elektronických přístrojů, které mohou ovlivňovat jak správné určení polohy, tak i výdrž baterií. Jedná se především o

mobilní telefon, vysílačky, přístroje GPS atd. Veškerou tuto elektroniku je vhodné umísťovat minimálně 50 cm od lavinového přístroje (Bulička, 2011).

Před zahájením túry je samozřejmostí vyzkoušet funkčnost lavinových přístrojů u všech členů družstva a méně zkušené krátce instruovat jak s lavinovým přístrojem zacházet. Je také nutné všem účastníkům zdůraznit nutnost přepnutí lavinového přístroje do režimu vysílání. K vybavení HS ČR patří lavinové přístroje od druhé poloviny 80. let. Nejznámějšími výrobci lavinových přístrojů jsou firmy: Pieps, Arva, Mammut, Pulse, Ortovox a další.

Lavinová sonda – lavinová sonda je nejstarší ze všech pomůcek pro vyhledávání osob v lavinách. Už ve středověku se pátralo pomocí dřevěných holí a v nouzi bez patřičného lavinového vybavení dodnes slouží lyžařské hole, větve stromů a další podobné předměty pro prohledávání lavinové haldy. První zmínka o použití lavinové sondy je z roku 1717 z vesnice Leukerbad ve Švýcarském kantonu Wallis. V písemné zprávě se uvádí, jak při lavinové katastrofě obyvatelé blízké vesnice zapichovali do sněhu hole, zda nenarazí na těla zasypaných. První přesný popis lavinových sond pochází z roku 1792 od Nikolase Sereharda, který píše o dlouhých lískových prutech používaných při lavinových nehodách (Münter, 2003).

Použití lavinové sondy při nácvičce záchrany v tzv. rojnici při cvičení Horské služby ČR oblast Krkonoše. (foto: Jan Kohoutek, 2011)



Sonda je konstruována podobně jako skládací stanová tyč z duralových cca 40 cm dlouhých trubiček pospojovaných úzkým ocelovým lankem a má délku nejčastěji kolem 2,5 metru. V období před používáním lavinového přístroje sloužila jako hlavní prostředek vyhledávání osob v lavinách, což

byl proces velice zdoluhavý a úspěšnost nalezení přeživších osob většinou velice malá. Dnes se sonda používá zejména jako doplněk k ověření polohy zasypaného, kdy prvotní informace o jeho poloze byla právě pomocí lavinového přístroje a díky lavinové sondě zjistíme již přesnou hloubku a polohu zasypaného, což má velký význam pro rychlost jeho vyhrabání.

Sněhová lopata – jednoduchá a velice účinná pomůcka pro vyhrabání osob při lavinových nehodách. Sněhové lopaty jsou skládací což umožňuje mít je uschované i v batohu a jsou konstruovány z tvrdých plastů nebo v posledních letech spíše z kovu pro zvýšení jejich pevnosti.

Pro záchranu člověka při lavinovém neštěstí má největší význam faktor času, tedy doba za jakou jsme schopni zavaleného vyprostit a uvolnit mu dýchací cesty. Proto pouze kompletní „svatá trojice“ (lavinový přístroj, lavinová sonda a sněhová lopata) má smysl.

V dnešní době se řada lidí mylně domnívá, že lavinový přístroj k vyproštění osob zdaleka postačí a že zasypaného je dobře možné vyprostit i rukama. Prováděné pokusy týmy horských záchranářů prokázaly, jak moc přispívá k úspoře času nejen sněhová lopata ale i lavinová sonda. Pokud je pro záchranu k dispozici celá kompletní sada, je možné zvládnout vyproštění zasypaného do 15 minut. Když chybí ve výbavě sonda, potřebný čas se zvyšuje již na 26 minut a při chybějící lopatě trvá vyproštění hodinu (Bulička, 2010).

Kromě již zmíněného základního lavinového vybavení existuje ještě řada nadstandardních doplňků, z nichž některé mají schopnost rizika spojená s lavinovým nebezpečím výrazně snižovat. Jejich velkou nevýhodou, je ve většině případů, značná finanční náročnost, ale to je problém, s kterým se setkáváme i v případě základního lavinového vybavení.

Při zachycení padající lavinou je několik důležitých faktorů pro zvýšení pravděpodobnosti přežití. Tato skutečnost se stala inspirací pro firmy zabývající se vývojem záchranných pomůcek, které mají za cíl udržet postiženého na povrchu laviny (airbagové batohy), viditelně signalizovat jeho polohu (Avalanche Ball), případně umožnit dýchání přímo pod sněhem získáváním kyslíku přímo ze sněhu (Avalung). Společný jmenovatel pro všechny tyto pomůcky je aktivace jejich funkce samotným lyžařem při stržení padající lavinou (Bulička, 2011).

Batohy s airbagem fungují na principu inverzní odlučnosti v proudnici granulátů – větší částice zůstávají na povrchu, menší klesají do větších hloubek. Oběť laviny, která aktivuje svůj airbag, zvýší svůj objem o 200 litrů a tím se stává velkou částicí zůstávající ve většině případů na povrchu laviny. Úspěšnost při testech se pohybuje kolem 90% (Bulička, 2011).

Schéma fungování Airbagu při stržení lavinou (Snowpulse, 2012)



Airbag zhotovený z hrubých tkanin je uložen v zádovém systému k tomu přizpůsobeném batohu a k jeho nafouknutí se používá plynu ze zásobní patrony, která je rovněž uložena v batohu. Celý systém se aktivuje pokud ohrožený lyžař trhne za madlo, které je umístěno na jednom z nosných popruhů batohu. Po nafouknutí airbagu je nezanedbatelným faktorem i to, že nafouknutý vak slouží i jako částečná ochrana

Lavinový Airbag po jeho aktivaci (foto: Jan Kohoutek, 2012)

hlavy a krku před zraněním. Batoh s airbagem je finančně nejnáročnější protilavinová ochrana vůbec a její cena se pohybuje kolem 20 000 Kč.

Výhodou celého systému je možnost jeho opětovného použití po výměně a nebo po opětovném naplnění plynové patrony, nevýhodou je poněkud vyšší hmotnost.



Avalung systém prodlužuje dobu přežití při zasypaní, kdy dýchání přes tento systém (uložený ve vestě) umožňuje efektivnějším způsobem využívat vzduch obsažený jak v našem oděvu tak v bezprostředním okolí.

Avalung pracuje na dvou principech, z nichž jeden je založený na odvodu oxidu uhličitého, který postižený vydechuje z prostoru před obličejem a minimalizuje se tak otrava CO_2 , a také ledové vrstvy, kdy hrozí uzavření vzduchové kapsy (viz. text níže).

Druhou výhodou je to, že systém umožňuje získat ze sněhu daleko více vzduchu, protože se výrazně zvětšuje plocha, ze které je možno vzduch získat (Snowsafe, 2013).

Avalung je spojen s tělem hadičkou, jejíž náustek musí mít postižený od chvíle stržení lavinou neustále v ústech, což je zároveň i podle mého názoru největší nevýhoda celého systému, vzhledem k síle a ničivé energii, kterou pohybující se lavina má.

Avalanche Ball – tento systém sám o sobě nezabraňuje účinkům laviny, ale jde o vylepšení kdysi velice populární lavinové šňůry. Efekt tohoto systému spočívá v eliminaci fáze hledání pomocí LVS a lavinové sondy a navedení záchranáře přímo

na dohledávku, čímž se výrazně zkracuje doba záchrany (Lienhert, 2007). Nafukovací balón, který je uložen v kapse připevněné na batohu, se vypouští podobně jako Airbag tahem za šňůru, která otevře kapsu. Díky tvaru, který je podobný lampiónu, se balón samovolně rozvine. Délka šňůry, s kterou je balón spojen s lyžařem, je 6 metrů a balón by tak měl zůstat na povrchu laviny a usnadnit tak hledání polohy zasypaného pomocí sondy a LVS.

Posledním hojně používaným záchranným systémem je systém RECCO. Celý systém pracuje na principu radaru. Zavalená osoba musí mít u sebe odražeč (RECCO reflektor), což jsou malé destičky, které se dnes umísťují do oděvů, nebo na lyžařské boty. Záchránce pak prohledává laviniště s RECCO detektorem, který zachytí odraz destičky a indikuje směr zasypaného pomocí pípání (Novotný & Stuchlík, 2001). Výhoda tohoto systému spočívá zejména v nulové energetické

Avalung systém (zdroj: upraveno dle Snowsafe, 2013)



Použití detektoru RECCO při cvičení HS Krkonoše v roce 2009 (zdroj: Horská služba, 2012)



náročnosti a dobré finanční dostupnosti. Zimní střediska, která využívají tento záchranný systém, bývají označena emblémem RECCO hlavně v různých propagačních materiálech či na panoramatických mapách. Naopak nevýhodou je, že detektory RECCO mají v užívání pouze profesionální záchranné týmy na rozdíl od LVS a je tedy za předpokladu, že LVS nejsou k dispozici, nutné počkat do jejich příchodu.

V České republice se aktivně používá systém RECCO v Krkonoších, kde ho má ve své výbavě Polská horská služba a v případě potřeby s ním zasahuje i na české straně hor. Naposledy se tak stalo při hledání dvou zavalených skialpinistů lavinou v Pramenném dole (Krkonoše) v prosinci 2008, kde detektor RECCO celkem přesně označil polohu zasypané skialpinistky. Bohužel v tomto případě přišla pomoc již pozdě a žena zemřela o několik hodin později ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové.

Lavinová nehoda

S pohybem v zimní horské přírodě vždy souvisí určitá míra rizika ze strany lavinového ohrožení. Ačkoliv jsme co nejvíce opatrní, máme při sobě patřičné vybavení a každou horskou túru si pečlivě naplánujeme, nikdy si nemůžeme být jisti stoprocentním bezpečím.

Chování při stržení lavinou

V případě stržení lavinou, kdy je člověk vystaven zpravidla velkému množství řídicího se sněhu, se nenabízí moc řešení, které by ohroženému člověku za dané situace a za takto extrémní stresové zátěži pomohli. Existuje však několik doporučení, které navrhli lavinový odborníci a horští záchranáři, které se za alespoň částečného sebeovládání a zachování „chladné hlavy“ dají použít a postižený se tak může pokusit o zmírnění důsledků této zdánlivě neřešitelné situace.

Nezákladnějším pravidlem v případě, že osoba není lavinou okamžitě stržena, ale ocitá se v její dráze, je snaha jí **uniknout**. Za předpokladu pohybu na lyžích nebo snowboardu je vždy snadnější a jistější pokusit se uniknout odjetím šikmo svahem dolů než svahem napříč (Lienert, 2007).

V případě, že není šance jak se valícího se sněhu uniknout, je nutné zbavit se všech věcí, které by způsobovali strhávání do větších hloubek lavinového nánosu a omezovali by možnost pohybu tj. batoh, hůlky, lyže. V případě zachycení lavinou, je nutné se co nejdéle udržet na jejím povrchu pomocí různých odrazů, výskoků a „plavavých pohybů“ (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006), které spočívají ve zmítání připomínající plavání. Pokud se toto daří, je nutné dostat se z prostředí lavinového proudu do strany. Je také dobré snažit se v průběhu vlečení lavinou zachytit se různých překážek v dráze laviny jakou jsou stromy, skalní bloky, sloupy atd. Vždy za každé situace je nutné chránit volné dýchací cesty (ústa, nos) před jejich ucpáním sněhem.

Pokud je snaha udržet se na povrchu lavinového proudu bezvysledná a dochází k neustálému strhávání lavinou do hloubky lavinového proudu, je dobré využít okamžik, kdy se lavina zastavuje a pomocí dlaní si před obličejem uchránit volný prostor tzv. vzduchovou kapsu. Dále je třeba dostat tělo do polohy tzv. klubíčka, což má za cíl získání co největšího prostoru pro hrudník (minimalizace tlaku sněhu) a pokusit se tak usnadnit dýchání (Cingr, 2011).

Zасыpání lavinou – šance přežití

Při stržení lavinou hrozí smrtelné riziko postiženému hlavně ze tří nejzávažnějších důvodů: mechanický úraz způsobený při samotném pohybu v lavinovém proudu (amputace částí trupu, těžká devastující zranění), zadušení a podchlazení.

Časový průběh šance přežití při zasypání sněhovou lavinou

Čas	Průběh
0 – 1 minut	<ul style="list-style-type: none"> • 8 lidí ze sta přijde o život již při samotném stržení lavinou následkem úrazu
0 – 18 minut tzv. Fáze přežití	<ul style="list-style-type: none"> • 90% lidí se dožívá tohoto okamžiku i při absenci vzduchové kapsy
18 – 35 minut tzv. Fáze dušení	<ul style="list-style-type: none"> • umírají ti, co neměli před obličejem vzduchovou kapsu, tj. 70% lidí • prozatím nemá velký vliv podchlazení
35 – 90 minut tzv. Fáze podchlazení	<ul style="list-style-type: none"> • s každou minutou se zvětšuje riziko umrznutí • zastavuje se strmý pokles křivky přežití
90 – 130 minut tzv. Fáze uzavírání vzduchové kapsy	<ul style="list-style-type: none"> • přežívají pouze 3% lidí, kteří mají vzduchovou kapsu spojenou s volným prostředím • zbytek umírá v důsledku podchlazení a udušení

Zdroje dat: upraveno dle Cingr, 2011

Jako zcela ojedinělé se jeví přežití člověka v lavině celých 22 hodin. Tento doložený údaj je z Vysokých Tater, kde v roce 1952 zasypala lavina Čestmíra Horáčka, který pod sněhovou masou dokázal přežít necelý jeden den (Lienerth, 2007).

Graf procentuelního přežití v lavině v závislosti na čase (upraveno dle: Cingr, 2011)



Z tabulky a grafu je zřejmé, že pro záchranu osob zavalených lavinou má největší význam prvních 18 minut zasypaní, po kterých křivka přežití strmě klesá s každou minutou. Vzhledem k faktu, že příjezd záchranářů na laviniště se pohybuje v ČR kolem třiceti minut a ani v ostatních světových pohořích není většinou organizovaná pomoc schopná zasáhnout dříve, jsou postižení odkázáni na schopnosti a vybavení kolegů. Samozřejmě jen za předpokladu, že nebyli na túře sami nebo že nedošlo k zavalení celé skupiny. Tento druh pomoci, která je z hlediska šance na přežití zásadní, se označuje jako „**kamarádská pomoc**“.

Postup záchránců při lavinové nehodě (za předpokladu plného lavinového vybavení)

V případě menšího počtu záchránců (1 – 3) je v první fázi po pádu laviny nejdůležitější zachovat klid a pozorně sledovat dráhu laviny a snažit se najít jakoukoliv stopu po pohřešovaných (vizuální i akustickou). Pokud byli pohřešování vidět v průběhu pádu laviny, je dobré zapamatovat si místo stržení lavinou a posledního objevení – jejich spojnice často udává místo nalezení. Je také třeba soustředit svou pozornost na místa za překážkami v lavinové dráze (stromy, skály apod.) a v zatáčkách, kde se lavina často zbavuje předmětů (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006). Pokud je toto prvotní pátrání neúspěšné, je čas přivolat pomoc mobilním telefonem a pokud to není možné, vyslat jednoho ze záchránců nehodu ohlásit. Je důležité, aby sami záchránci v průběhu pátrání co nejméně riskovali, protože je velká pravděpodobnost pádu dalších lavin z okolních svahů, a zvolili si i nejlepší ústupovou trasu z laviniště do bezpečí.

Po kontaktování záchranných složek a neúspěšném vizuálním propátrání laviniště nastává čas pátrat pomocí lavinového vyhledávače přepnutím z vysílacího do vyhledávacího režimu. V momentě zachycení signálu zasypaného se vydáváme do oblasti postiženého a jeho konečné dohledávání provádíme pomocí lavinové sondy, díky které zjišťujeme přesnou polohu a hloubku zasypaného.

V případě více zachránců či příjezdu záchranných složek se uplatňuje tzv. rojnice, kdy se sondáž provádí pomocí lavinových sond ve vytyčené ploše od čela laviny směrem k odtrhu.

Upořádání rojnice při lavinovém cvičení HS Krkonoše v Kotelních jámách – velitel rojnice je zde odlišen žlutou reflexní vestou (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Členové sondujícího družstva stojí vedle sebe v řadě, rozkročmo asi 50 cm. Odstup jeden od druhého je cca 25 cm. Vzhledem k tomuto uspořádání je vzdálenost zapichovaných sond před tělem 75 cm (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006). Sondáž se provádí současně do středu mezi špičkami nohou na povel „vpich“ od určeného velitele rojnice, který se sám sondování nezúčastňuje. Po vytáhnutí se opře sonda o rameno, což pro velitele znamená, že záchranář je připraven na další vpich. Řada po prosondování postoupí vpřed o vzdálenost cca dvou délek bot. Je nezbytné, aby v průběhu sondování probíhal mezi členy záchranného družstva absolutní klid a ticho.

Před postupující rojnicí se neustále pohybují jednotliví záchranáři, kteří se snaží o lokalizaci zavalených pomocí lavinových vyhledávačů. Za rojnicí postupují záchranáři vybaveni lopatami, kteří v případě nálezu ihned začínají s vyprošťováním postiženého. Vždy alespoň jeden z družstva plní funkci tzv. pozorovatele, který má přehled o celém laviništi a v případě hrozícího nebezpečí varuje nejčastěji akustickým signálem osoby nacházející se v ohroženém území.

V případě pozitivní sondy se za žádných okolností nevytahuje ze sněhu. Výkop směrem k postiženému se provádí vždy ze strany, aby nedošlo k poškození jeho případné vzduchové kapsy (Lienerth, 2007).

Všichni přítomní se na laviništi musí vyvarovat znečištění okolí odpadky, biologickou potřebou atd., což by stěžovalo práci při případném nasazení lavinových psů (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006).

První pomoc při nálezu zasypaného

Podaří li se vyprostit postiženého, je rozhodující, co nejrychleji mu uvolnit dýchací cesty, popřípadě vyčistit ústní dutinu. Je-li nalezen v bezvědomí, je nutné okamžitě zahájit ožívování podle mezinárodního kódu **ABC**;

- **A (airways = dýchací cesty)** uvolníme dýchací cesty záklonem hlavy a předsunutím dolní čelisti (tím napřímíme dýchací cesty a znemožníme zapadnutí jazyka)
- **B (breath = dýchání)** umělé dýchání z úst do úst nebo z úst do nosu
- **C (circulation = krevní oběh)** nepřímá masáž srdeční na pokud možno tvrdém podkladu (lyže, upěchovaný sníh atd.)

Nepřímá masáž srdce se provádí tak, že dlaň jedné ruky se položí na střed hrudní kosti a dlaň druhé ruky na dlaň ruky spočívající na hrudní kosti. Propletou se prsty obou rukou, aby tlak nepůsobil na žebra. Pomocí napnutých rukou se provádí masáže takovou silou, aby se hrudní kost promáčkla 4 – 5 cm do hrudníku, rychlostí přibližně 100 krát za 1 minutu.

Po třiceti kompresích hrudníku je nutné otevřít ústa postiženého a za neustálého udržování záklonu hlavy a vydechnout do postiženého plynulým výdechem po dobu 1 sekundy. Po dobu vdechu do

Vyprošťování zasypaného (foto: Jan Kohoutek, 2012)



postiženému i po dobu jeho výdechu se pozoruje hrudník postiženého zda-li se pohybuje. To celé se opakuje ještě jednou a dojde tedy celkem ke 2 vdechům ku třiceti stlačením hrudníku. Resuscitace se přerušuje pouze v případě, pokud je u postiženého efektivní známka obnovení srdeční činnosti či z důvodu absolutního vyčerpání zachránců (Schmoranz, 2012).

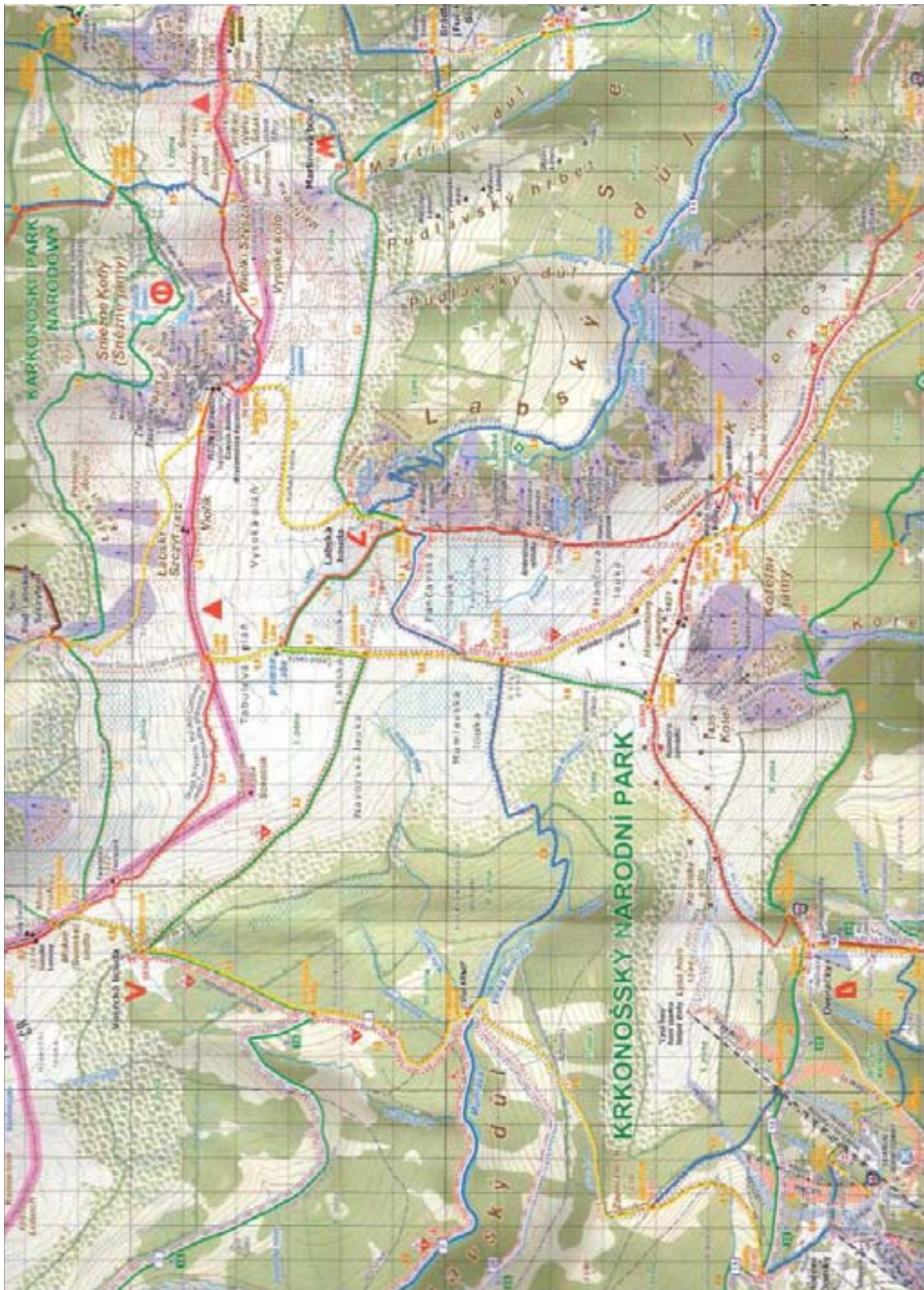
Při déle trvajícím zasypání (přes 35 minut), ohrožuje život postiženého také podchlazení. Proto při vyprošťování a následném transportu se u postiženého musí eliminovat pohyby s jeho končetinami (zabraňujeme tím promíchání jeho krevního řečiště) a minimalizace tzv. smrti ze záchrany.

Dále je nutné postiženého izolovat od dalšího vlivu chladu a důsledně před chladem chránit hlavu (až 50% ztrát tepla se ztrácí hlavou). Vhodné je pro tento případ mít ve výbavě chemické ohřívací balíčky, které se přikládají zejména na hrudník (srdce) a horní část břicha. Postižený se zabalí do termoizolační fólie, oblečení, dek apod. Nejprve se zabalí hrudní a bederní část a izolují se tak chladné ruce od životně důležitých orgánů. Poté se přitáhnou ruce k tělu a postižený se zabalí znovu (Spusta, Brzeziński, Kořízek, & Kociánová, 2006). V průběhu záchrany bychom měli mít na paměti, že pro nás i pro postižené je prvořadá zejména naše bezpečnost, protože mrtví ani zranění toho již mnoho pro zasypané neuděláme.

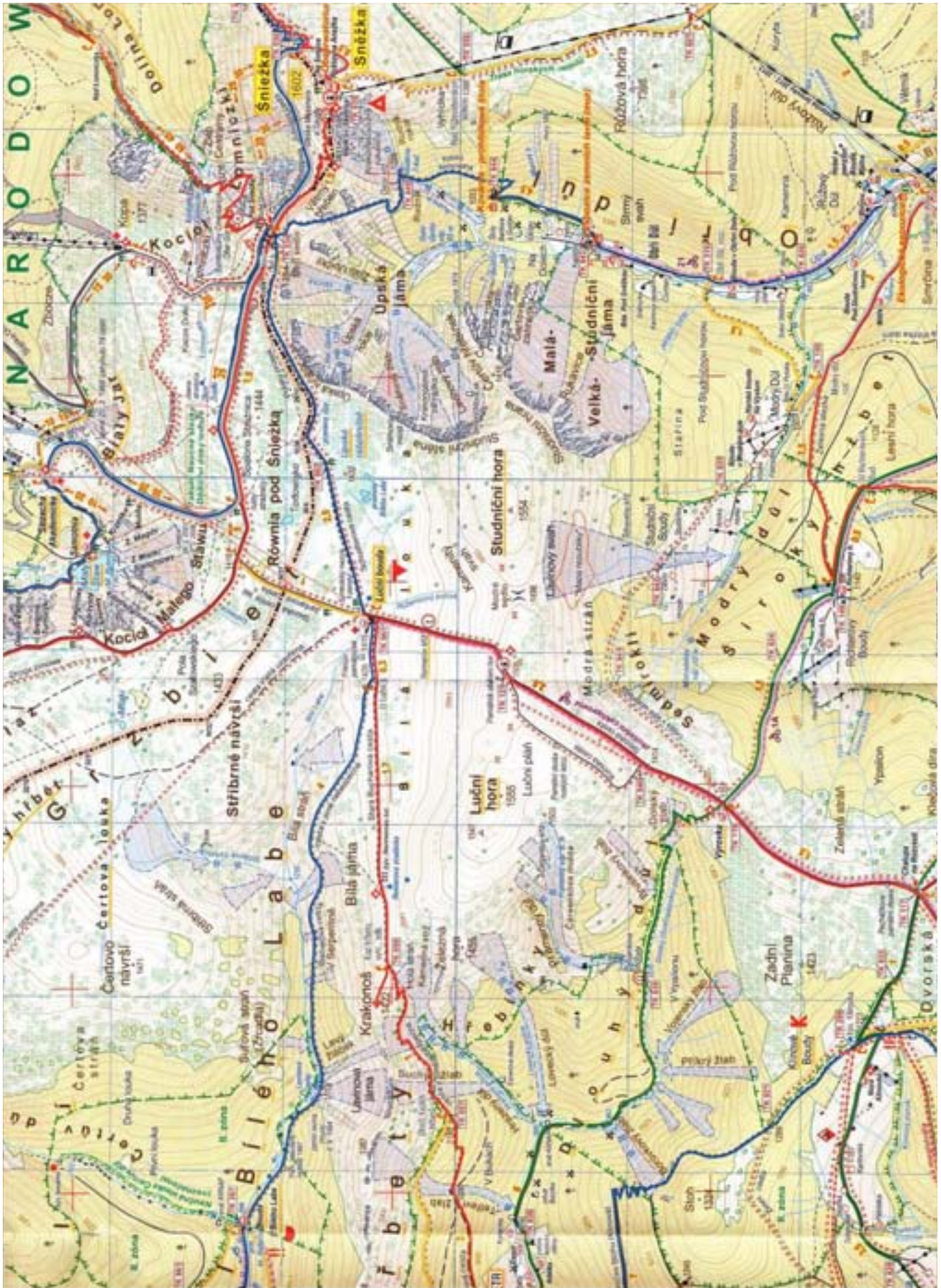
Transport postiženého z laviniště pomocí kanadských saní (foto: Jan Kohoutek, 2012)



Příloha č. 3: Mapa s vyznačením lavinových drah v západních Krkonoších - lavinovou dráhu označuje modrý rastr (zdroj: upraveno dle KARTOGRAFIE HP s.r.o. (2012): Krkonoše západ – pomezí Jizerských hor 1 : 25 000. Jičín.



Příloha č. 4: Mapa s vyznačením lavinových drah ve východních Krkonoších - lavinovou dráhu označuje modrý rastr (zdroj: upraveno dle NAKLADATELSTVÍ ROSY (2009): Krkonoše – východ, turistická mapa 1:25 000. 5. vyd. Mělník)



Příloha č. 5: Grafický záznam vlastností sněhové pokrývky (zdroj: HORSKÁ SLUZBA ČESKÉ REPUBLIKY – HS ČR, 2012)

Ruční měření tvrdosti

Místo: **CZ Luční bouda**

Datum/Čas: **15.12.2005 12:00**

Číslo měření: 1

Měřil: H. Doubek, P. Cingr, A. Brzezinski

Pohoří: K

Teplota: -5,1 °C

Nadmořská výška: 1410 m

Souřadnice: /

9

Expozice: flach

Sklon: 0 Stupňů

Směr větru: W

Počasí/Srážky: viditelnost do 50 m, tvorba návějí

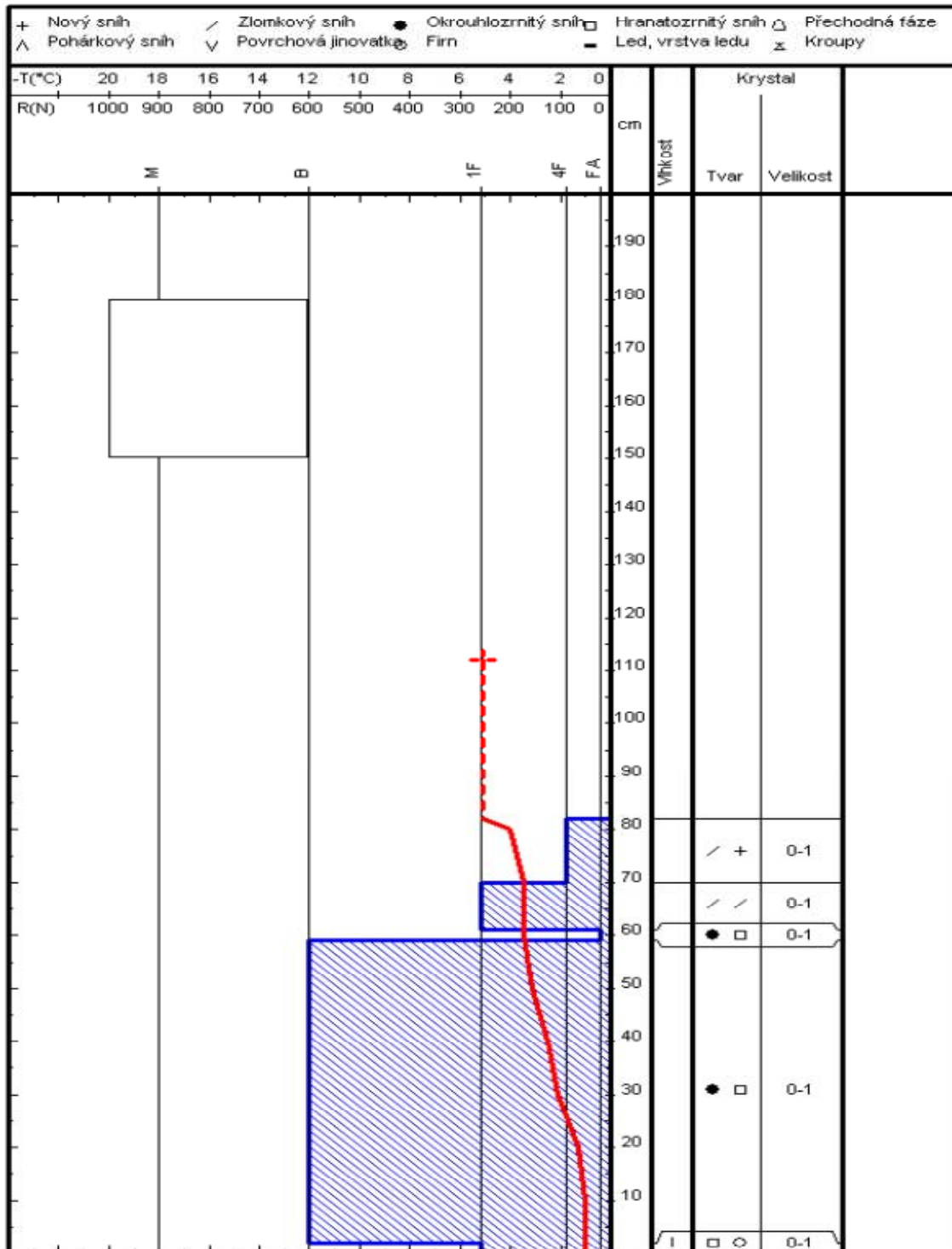
-rychlost: 10 m/s

Na starší tvrdé vrstvě sněhového profilu tvorba desek z nového sněhu!!!

--- mm (HS: --- cm)


--- kg/m³

0 N



SPP Version 2.0.8.32 (c) Sommer Mess-Systemtechnik, A-6842 Koblach

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos

TVORBA LAVINOVÉ PŘEDPOVĚDI PODLE PRAVDEPODOBNOSTI UVOLNĚNÍ LAVINY A ROZSAHU NEBEZPEČNÝCH MÍST									
PRAVDEPODOBNOST UVOLNĚNÍ LAVINY									
	NEBEZPEČNÉ MÍSTO JE JEN OJEDINĚLE ^{*)}	PŘEVÁŽNĚ JEN PŘI VELKÉM ZATÍŽENÍ	ZEJMÉNA PŘI VELKÉM DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ (PŘÍPADNĚ ALE TAKÉ PŘI MALÉM DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ)	JŽ PŘI MALÉM DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ JE MOŽNÉ	PŘI NEPATRNMĚM DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ JE PRAVDEPODOBNĚ	NEBO	UVOLNĚNÍ SAMOVOLNÝCH LAVIN STŘEDNÍCH A VYJMEČNĚ I VELKÝCH ROZMĚRU JE MOŽNÉ	UVOLNĚNÍ SAMOVOLNÝCH VÍCE LAVIN STŘEDNÍCH A NĚKOLIKA LAVIN VELKÝCH ROZMĚRU JE PRAVDEPODOBNĚ	UVOLNĚNÍ VÍCE SAMOVOLNÝCH LAVIN VELKÝCH ROZMĚRU JE PRAVDEPODOBNĚ
NEBEZPEČNÉ MÍSTO JE JEN OJEDINĚLE ^{*)}	1	2	2	2	2		2		
NEBEZPEČNÁ MÍSTA TVORÍ SOUVISLÝ CELEK NA DANĚM STRMÉM SVAZU ^{*)}	2	2	2	3	3	↑	3		
NEBEZPEČNÁ MÍSTA NA MNOHA DANYCH STRMÝCH SVAZÍCH ^{*)}	2	2	2	3	4		3	4	
NEBEZPEČNÁ MÍSTA NA MNOHA DANYCH ŠTRMÝCH SVAZÍCH ^{*)}	2	3	3	4	4	↑	4	4	5
NEBEZPEČNÁ MÍSTA I NA MÍRNĚ ŠTRMÝCH TERÉNECH					5			5	5

MOZSAM NEBEZPEČNÝCH MÍST

^{*)} KONKRÉTNÍ URČENÍ POMOCÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY, EXPOZICE ANEBO TVAREM TERÉNU
^{**)} ROZSAHLOST A PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ NEBEZPEČNÝCH MÍST PŘESAHUJE MOŽNOSTI KONKRÉTNÍHO URČENÍ POMOCÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY, EXPOZICE ANEBO TVAREM TERÉNU

Příloha č. 7: Rozhodovací karty pro metodu Stop or Go (zdroj: Lienert & Nádvorník, 2004)

EVROPSKÁ STUPNICE LAVINOVÉHO NEBEZPEČÍ

1. NÍZKÉ
PŘEVÁŽNĚ BEZPEČNÉ PODMÍNKY PRO TURISTY (ZHRUBA 10 ZM)¹⁾

- SNĚHOVÁ POKRYVKA JE CELKOVĚ DOBRĚ ZPEVNĚNÁ
- SESUVY LAVINY HRDZI PRAVĚDOPODOBĚ JEN PŘI ZVÝŠENÉM DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ²⁾ A TO JEN VYJIMEČNĚ NA STRANÍCH SVAZICH
- MUŽE DOJÍT KE SPONTÁNNÍMU SESUVU A TO POUZE LAVIN MALÝCH ROZMĚRŮ NEBO SPLAZU

2. MÍRNĚ
ZAPŮZDĚNÍ NA SVAZÍCH SE SKLONEM 40° A VÍCE

- PŘEVÁŽNĚ BEZPEČNÉ PODMÍNKY PRO TURISTY AŽ NA MĚKČÍ UVEDENÉ NEBEZPEČNÉ STRMÉ SVAZY³⁾ (NORMÁLNÍ SITUACE (ZHRUBA 10 ZM))
- 10 - 20 CM NOVOHO SNĚHU ZA BEZVĚTRÍ
- 5 - 10 CM NOVOHO SNĚHU PŘI POŠIBENÍ VĚTRU
- POKUD NĚKTERÉ UVEDENÉ STRMÉ SVAZY⁴⁾ VYKÁŽÍ JEN STŘEDNÍ STABILITU ŽNÍK, JE SNĚHOVÁ POKRYVKA VOŠKLU DOBRĚ ZPEVNĚNÁ
- K SESUVU LAVINY MUŽE DOJÍT OZVLÁŠTĚ PŘI ZVÝŠENÉM DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ²⁾ A TO PŘEDEVŠÍM NA UVEDENÝCH STRMÝCH SVAZÍCH⁵⁾
- STALE SE NEDOČKÁVÁ SESUV VĚTRŮCH SPONTÁNNÍCH LAVIN

3. ZNAMÉNKA
ZAPŮZDĚNÍ NA SVAZÍCH SE SKLONEM 35° A VÍCE

- TURISTY VYZADUJÍ UŽ ZVÝŠENÉ POUKOZENÍ (PŘESAHUJÍ SVÉ ZNALOSTI)
- MOŽNOSTI PŘIHOVĚTYCH TURISTŮ JIŽ JIŠ OMEZENÉ (ZHRUBA 10 ZM)
- 20 - 30 CM NOVOHO SNĚHU ZA BEZVĚTRÍ
- 15 - 20 CM NOVOHO SNĚHU PŘI POŠIBENÍ VĚTRU
- MNOHO UVEDENÝCH STRMÝCH SVAZÍ⁴⁾ VYKÁŽÍ JE POUZE STŘEDNÍ AŽ SLABOU STABILITU
- K SESUVU LAVINY MUŽE DOJÍT PŘEDEVŠÍM NA UVEDENÝCH STRMÝCH SVAZÍCH⁵⁾ A TO UŽ PŘI MALÉM DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ²⁾
- GUČIHOVĚ JE MOŽNÉ I SESUV SPONTÁNNÍCH STŘEDNÍCH A VYJIMEČNĚ I VELKÝCH ROZMĚRŮ

4. VYSOKÉ
ZAPŮZDĚNÍ NA SVAZÍCH SE SKLONEM 30° A VÍCE

- TURISTY VYZADUJÍ UŽ EXPERTNÍ POUKOZENÍ
- MOŽNOSTI PŘIHOVĚTYCH TURISTŮ JIŽ JIŠ VELMI OMEZENÉ
- 40 - 70 CM NOVOHO SNĚHU ZA BEZVĚTRÍ
- 30 - 50 CM NOVOHO SNĚHU PŘI POŠIBENÍ VĚTRU
- SNĚHOVÁ POKRYVKA JE NA VĚTŠINĚ STRMÝCH SVAZICH JEN SLABĚ ZPEVNĚNÁ
- PRAVĚDOPODOBŇ SESUVU LAVINY JE VELKÁ A TO JIŽ PŘI NEPĀTRNĚR DODATEČNÉM ZATÍŽENÍ²⁾ A NA VELKÉM MNOŽSTVÍ UVEDENÝCH STRMÝCH SVAZÍ⁴⁾
- DÁ SE OČEKÁVAT SESUV MNOHA SPONTÁNNÍCH LAVIN STŘEDNÍCH ALE I TĀNĚ VELKÝCH ROZMĚRŮ

5. VELMI VYSOKÉ
ZAPŮZDĚNÍ NA SVAZÍCH SE SKLONEM 25° A VÍCE

- TURISTY JIŽ VĚTŠINOU PŘÍPADĚCH UPLNĚ NEMOŽNĚ
- NEDOPORUČUJE SE OPUŠTĚT ZAJIŠTĚNÁ OBYDLÍ
- DOPORUČUJE SE EVAKUOVAT, JEN ČÁSTIČNĚ OCHRZENÁ OBYDLÍ
- K SESUVU SESUVŮ SPONTÁNNÍCH LAVIN VELKÝCH ROZMĚRŮ DOČÁZÍ I V NĚKTERÝCH TERÉNECH

6. VELMI VYSOKÉ
ZAPŮZDĚNÍ NA SVAZÍCH SE SKLONEM 20° A VÍCE

- SNĚHOVÁ POKRYVKA JE SLABĚ ZPEVNĚNÁ A JE NESTABILNÍ V NĚKTERÝCH ROZSAHŮ
- K SESUVU SESUVŮ SPONTÁNNÍCH LAVIN VELKÝCH ROZMĚRŮ DOČÁZÍ I V NĚKTERÝCH TERÉNECH

1) V LAVINOVĚM ZPRAVODAJŮVKA VĚTŠINOU BLIŽE UPOČNE POOLE. DŘEVNĚNĚ NADMOŘSKĚ VYSOKÝ SKLONĚNĚ TVARU DRŤVĚ, APOD.
2) MALĚ DODATEČNĚ ZATÍŽENĚ: JEDNOUHLIVĚ VÝZĀR ČI PĚŠI
3) VELKĚ DODATEČNĚ ZATÍŽENĚ: VELKĀ RŮJNĀ BEZ ROZESTUPŮ, NOLBĀ, SĀUTŘI, ODBĚTEL LAVINY APOD.
4) STRMĚ SVAZI, SVAZI, KTERĚ JIŠO STRMĚ JIŠ 1 MĚZ 30°
5) SPONTĀNNĚ LAVINY: LAVINY UVEDENĚ BEZ PŘEDVĚR POŠIBENÍ ČLOVĚKĀ

STOP OR GO ROZHODOVACÍ STRATEGIE

1. Zjistí si stupeň lavinového nebezpečí a sklony svahů

2. Zaměř se především na tyto ukazatele lavinového nebezpečí:

- NOVÝ SNĚH**
 - MAVĀTÝ SNĚH
 - PROVĀHLÝ SNĚH
- LAVINY**
 - PŘASKAVĚ SVĀHU

OBECNĚ PLĀTI:

- 10 - 20 ... MALĚ NEBEZPEČÍ
- 20 - 40 ... STŘEDNĚ NEBEZPEČÍ
- 40 a víc ... KRITICKĚ NEBEZPEČÍ

POZOR NA VĚTRNĚNĚ SNĚHU PŘI DEJĀNĚ STOFY, TRĀNĀNĚ OŠETŘĚ PŘI LIZĚ TVANĚNĚNĚ APODĀ!

- PŘÍRŮSTKY ZA POSLEDNĚ PERIODU SNĚŽENĚ A BEZ VĚTŠÍHO PUSOBĚNĚ VĚTRU
- PŘI PUSOBĚNĚ VĚTRU SE HODNOTY SNĚŽNĚ ZHRUBĀ NA POLOVINU!

SLABĚ NĀFOUKĀNÝ SNĚH (KYPRY)

- nedrží pohromĀde
- svĀžení k nĀ starým snĚhem je slabĀ
- buď nevystřĚlĀ nebo jen vĀtrnĚ "mĀkkĀ" snĚhové desky

VĚTRĚM SILNĚ (UTĚMOVĀNÝ) SNĚH

- vĚtrnĚ znamenĀ: ryby, stĀpory, pĚvĚky
- hrdy a "hupý" snĚh (nĀ led)
- svĀžení s podkladem je problematickĀ
- svĀžení "tĀvĀ" snĚhové desky

MAHLĚ MĀSSIVNĚ OTEPLENĚ!

- DĚSTĚVĚ PŘEHĀNKY!!!
- NĀDĚRNĚ JARNĚ SLUNEČNĚ DNY BEZ NOČNĚHO PROMĀZĀNĚ!

POTOM OPĀTRNĚ NA MĚSTĀ, KDE JE SKĀLNĚ PODLOŽĚ NEBO SĀALY PROSTĀPLĚ POKRYVĚKOU AŽ NA POVRCH!

- TAKĚ HLĀDKY TRĀNĀNĚY PODKLĀ MUŽE BYT NEBEZPEČNĚ!

ČERSTVĚ SESUVY LAVIN V NĀŠĚM NEJBLIŽŠĚM OKOLĚ SVĚDĚJĚ O MINĀLNĚM STABILĚTĚ LAVINOVÝCH SVĀHU!!!

- STARĚ LAVINOVĚ NĀNOSY NĀM UKĀŽUJĚ, KDE MUŽEME SESUVY PŘEDPOKLĀDĀT!!!

PŘASKĀVĚ ČI DUNĚVĚ ZVUKY PŘI CHŤZĚ SVĀHEM SVĚDĚJĚ, ŽĚ VĚSTVY NEJŠOJ MEZI SEBOU PROPOJĚNĚY NĀTOLK, ABY DOKĀZĀLY ABSORBĚOVĀT JĀKĚKOLIV ZVĚSENE NĀMĀHĀNĚ!

- POZOR! I NĀ ČERSTVĚ TRĀNĚLNKY NA POVRCHU!!!

STALE SLEDOVĀT A SPRĀVNĚ ODHĀDOVĀT PUSOBĚNĚ VĚTRU

NEZASTUPĚT SLEZED

STOP - ZKOUŠĚ JINOU TRĀSU!!!

TYROLSKO +43 (0)5 12 15 88
SALCBURSKO +43 (0)5 82 15 88
VORARLBERSKO +43 (0)5 22 15 88
KĀRNTĀTĚNSKO +43 (0)4 83 15 88
BAVORSKO +49 (0)89 92 14 12 10
ĪTĀLIE +39 (0)4 81 23 00 30
ŠVÝCARSKO +41 848 800 187
FRĀNCIE +33 (0)6 82 88 10 20
ŠPĀNĚLSKO +34 (0)9 33 25 83 91
SLOVENSKO +421 44 559 15 95
ČĚSKĀ REPUBLĪKA 005 157 901

WWW.LAVINE.AT
WWW.LAVINE.IT
WWW.LAVINE.CH
WWW.LAVINE.FR
WWW.LAVINE.CZ
WWW.METEO.FR/TEMP/SFRANCE/VALANCHES
WWW.IC.ES/LAVINASCATELLA
WWW.HCS.SI
WWW.HORSKA.SLUZBA.CZ

Příloha č. 8: Rozhodovací karty pro metodu NIVO test (zdroj: Lienert & Nádvorník, 2004)

Nivo Test

JĀ A FRENKY POOLE ROBERTA BĚLODĚŠNĚJŠĚ A ŠĚBĚ
 POKUD COPĚVĚ ANO, PŘĪČI DĀNOU NĀDĚVU

DĚŠT V PRŮBĚHU POSLEDNĚCH 2 DNĚ? +1
SNĚŽENĚ > 20 CM V PRŮBĚHU POSLEDNĚCH 3 DNĚ? +3
TRANSPORT SNĚHU (VĚTREM) V PRŮBĚHU POSLEDNĚCH 5 DNĚ? +3
TEPĀTA VZDUCHU > 0°C? +1
SNĚŽENĀ VĚTRĚLĚSTVĚ? +3

HLUBOKÝ SNĚH (CHODĚ SE PROPĀDĀ 20 AŽ 40 CM)? +3
VELMĚ HLUBOKÝ SNĚH (CHODĚ SE PROPĀDĀ 40 CM A VĪCE)? +5
VĀLKÝ SNĚH (UDĚLĀTE ZĚ SNĚHU V PĀHODĚ KOULĚ)? +3
NEPRĀVIDELNĚ SNĚHOVÝ PROFĪL? +1
SNĚH "DUNĚ" NEBO SE VYLĀMĪJE? +5
SLABĀ MEZIVĚSTVĀ? +3

* PRAVĚDOPODOBĚNĚ Z KRUP NEBO Z PŘEMĚNĚNÝCH ZRN SNĚHU ULOŽENĚM NA STRMÝCH SVĀZICH BĚHEM JEDNĚ PERIODU S MĀZDĚVĚM A JASNĚM PĀČĀSĪM

LAVINY SESOUVĀJĪCĪ SE BĚHEM DNEŠNĚHO DNE? +4
LAVINY, KTERĚ SPĀDĀLY VĀČERĀ NEBO PŘEDVĚCĪREM? +2
PŘĀSKĀVNĚ VYSKYTUJĪCĪ SE VE SNĚHOVĚ POKRYVCE? +1

CESTĀ BEZ PŘĪROZENĚ OCHRĀNY? +4
EXPOZOVĀNĀ CESTĀ (LEDOVĚOVĚ TRĀNĚLNĚ, SERĀKY, ...)? +1
MĀLO POUŽĪVĀNĀ CESTĀ? +4
CESTĀ V PRŮDKĚM SVĀHU (30° A VĪCE)? +1
STRMĚ SVĀHU (30° A VĪCE) LEŽĪCĪ NĀD CESTOU? +2
KONVEXNĚ KLENUTĚ STRMÝ SVĀH? +1

NEZKOUŠĚNĚY ŪČĀSTNĪK? +1
MĀLO FYZĪCKĚ ZDĀTNĚY ŪČĀSTNĪK? +1
ŪČĀSTNĪK BEZ LOPĀTY, SONDĚY A LAVINOVĚHO PŘĪSTROJE? +1
SKUPĪNĀ S VĪCE JĀK 8 A MĚNĚ JĀK 3 ŪČĀSTNĪKŮ? +1
SKUPĪNĀ BEZ VZĚDELĀNĚ O ZĀCHRĀNĚ V HORĀCH? +1

VYSLEDEK JE PLĀTNĚY POUZE V PŘĪPADĚ, ŽĚ ODPĀVĚTE NA VŠĚCHNY OTĀZKY!!!

- SITUĀCE SE JĚVĪ JĀKO, ŽĚ JE VŠĚ V PĀHODĚ
- ZUŠĀTĚTE ALE OŠĀDĪTE Ā NEUŠĀTĚTE SLĀDKĚTE VÝVOJ PĀČĀSĪ A VŠĚMĚTE SI PEČĪLIVĚ PŘĪPĀDOVÝ ZMĚNĚ VE SNĚHOVĚ POKRYVCE
- SITUĀCE JE MINĀLNĚ PĀCHYBNĀ
- CESTĀ JE SCHVĀRNĚ JEN S VELKOU OPĀTRNĚSTĪ
- VYJĀRUJĚTE SE NEBEZPEČNĚM MĪSTUM
- PROCHĀZEJĚTE Z JEDNOTLIVĚ Z JEJEDNĚHO OCHRĀNĚNĚHO MĪSTA KE DRŮHEMU
- SITUĀCE JE ŠPĀTNĀ
- POKUD NĚDOJĚ KE ZŘĪNĚ, ZŘĚKNĚTE SE PROZĀTĪM PLĀNOVĀNĚ CESTY!!!

BUĀTE OPĀTRNĚY, VZDY EXISTUJE NEJĀKĚ TO RIZIKO!!!

S.O.S. INFORMACE

2. TU SAMOU HĀLKŮ ZDĚVĚNOU

3. VOLNĚ PŘĪLOŽĪT DRŮHOU HĀLKŮ A NECHĀT JĪ SVĀLE VĚJET

- POKUD SE HĪOT ZĀPĪČNE PŘĪO OTISK KĀNCE HĀLKŮ + MĚNĚ NEZ 30°
- POKUD SE HĪOT ZĀPĪČNE DO OTISK KĀNCE HĀLKŮ + 30°
- POKUD SE HĪOT ZĀPĪČNE ZA OTISK KĀNCE HĀLKŮ + VĪCE NEZ 30°

1. OBTISKNUĚT HĀLKŮ

ODĀBĀ SKLONU SVĀHU

PRO KĀŽDĚY PŘĪPADĚ:

- NEVĚSTUPĀTE DO UČĀŤENÝCH OBLĀSTĪ
- NECHĀTE NA TURĚ SAMĚ
- OBTĀRĚTE JĪ PŘEDVĚCĪ PĀČĀSĪ, LAVINOVĚ SITUĀCĪ, MĚTNĚ INFORMĀCE
- POUŽĪVĚTE VHODNĚ ZĀCHRĀNĚNĚ VYBĀVENĪ, KTERĚ UMĪTE DOUČĀSNĚ BEZPEČNĚ POUŽĪVĀT
- ZKONTROLUJĚTE SI STĀV VĀŠICH ZĀCHRĀNĚNÝCH PŘĪSTROJŮ PŘĪDĚ ODHĀNĚM
- ODHĀNĚTE SVŮJ PLĀN TRĀSY NEJĀKĚ DALŠĪ ZODPOVĚDNĚ OSĀBE
- PLĀNUJĚTE SVŮJ TURĚ S ČĀSOVĚM REZERVĀM
- PĀMĀTUJĚTE PŘĪ TOM NĀ CAS POTŘEBNĚY K POZOROVĀNĚ A K POUKOZENĚ
- RYĚTE SE PĀDĀM SVĚTOVÝCH LŮ
- UPOZĪTE BEZPEČNĚ ROZESTUPĚY (10 M VĚSTUP 30 - 50M SLEZĚ, NĚOVĚY I PO JEDNĚM)
- SVĀŽTE SE MAXĪMĀLNĚ ROUSTREDNĚ NA VĪNĀLNĚ DOŠĀDĪVĚHO OKOLĚ VĀŠ
- BUĀTE OPĀTRNĚ NA MĚSTĀ, NĀ KTERÝCH MUŽE BYT OCHRZENĚ VĀŠĚ TRĀSA
- BUĀTE JĚŠTĚ VĪCE OPĀTRNĚY POKUD NEJĚTE NĀVĀZĀM NĀ LĀNO
- V PŘĪPADĚ NĚBĚSTĪ PŘĪBĚ NEODĀLĚTE PŘĪVOLĀNĚ PŘVĪ PĀMOCI ČĀTĀRĚ, HORSKĚY VŮDĚ, HORSKĀ SLŮŽBĀ ČI OBLĚHĚ VĚKŮ NEBO LAVINY