

1. Úvod
2. Co je lavina a jak vzniká
 - 2.1 Definice laviny
 - 2.2 Jak vzniká lavina
 - 2.3 Základní typy lavin
3. Faktory ovlivňující vznik lavin
 - 3.1 Terén
 - 3.2 Počasí
 - 3.3 Sněhová pokrývka
4. Mezinárodní klasifikace uloženého sněhu (ICSI)
 - 4.1 Suchý sníh
 - 4.2 Vlhký sníh
 - 4.3 Povrchové formy sněhu
5. Testy stability sněhové pokrývky
6. Sněhový profil

1. Úvod

Základní informace o obětech lavin:

- většina obětí lavin neumí hodnotit lavinové nebezpečí
- téměř vždy jsou oběťmi skialpinisté, jezdci na sněžných skútrech, lezci a snowboardisté
- většinu obětí tvoří sportovci se zkušeností s pobytem v horách, muži, v dobré kondici, inteligentní, střední třídy, mezi 18 až 40 roky
- v 90% smrtelných nehod je lavina způsobena obětí nebo některým členem skupiny
- sníh je stabilní 95% času – nesmíš si ale zvyknout, že bude i v ten okamžik, kdy budeš venku

Některé mýty o lavinách:

- „Laviny mohou být způsobeny hlasitým zvukem“ – není pravda lavinu je možné způsobit tlakovou vlnou, která narazí na sněhovou pokrývku, nikoli však křikem, zpěvem, jódlováním apod.
- „Lavina udeří bez varování“ – není pravda, přestože je to pro laiky často špatně rozeznatelné, vždy existují varovné příznaky, které nás mohou před lavinou varovat.
- „Když se ocitneš v lavině, ujeď jí“ – není téměř možné, lavina během několika málo sekund dosáhne obrovské rychlosti, někdy i přes 100 m/s.
- „Když jsi v lavině plivni si, abys věděl, kde je dole a kde je nahoře a mohl se vyhrabat“ – kromě toho, že máš většinou sníh úplně všude a ten po tobě začne za chvíli stékat, není možné se při úplném zasypání z laviny dostat vlastními silami – můžou tě jen vykopat jiní, nebo musíš počkat až sníh roztaje.

Co dělá lavinové specialisty lavinovými specialisty?

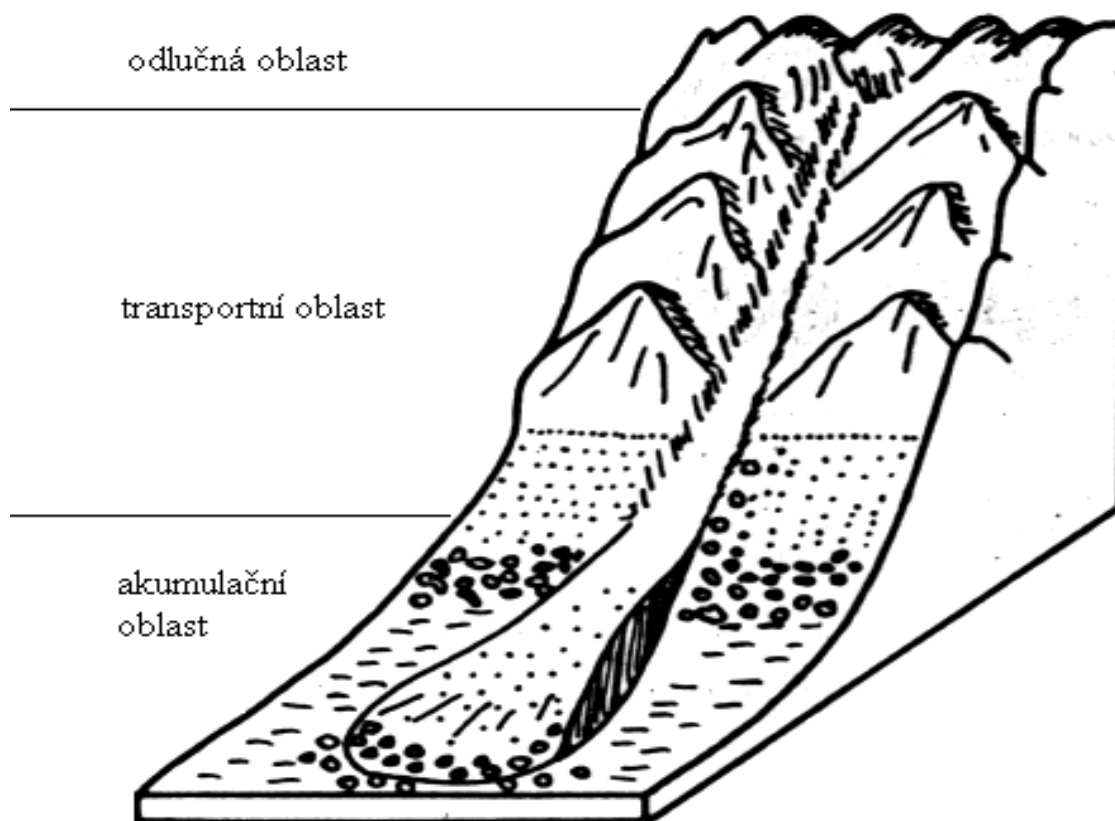
- dělají vše proto, aby věděli co nejvíc o sněhu, lavinách a terénu, ve kterém pracují
- navzájem spolupracují, aby měli neustálý přehled o měnících se podmínkách
- rozhodují se na základě faktů a ne emocí – velmi důležité!
- mají dlouhodobým procvičováním zažitě návyky, které minimalizují riziko, pokud se něco stane
- stále cvičí záchranné techniky v reálných situacích
- nejdůležitější je, že byli svědky vážných situací a nehod a vědí proto, jaké mohou být následky, znají limity znalostí a techniky. Jinými slovy, profesionálové přežívají díky své pokoře a sebeovládání.

2. Co je lavina a jak vzniká

2.1 Definice laviny:

Lavina je pohyb čisté sněhové hmoty nebo sněhové hmoty s příměsí jiného materiálu o rychlosti větší než 10 m/s na vzdálenost větší než 50 m. Na vzniklé lavinové dráze lze odlišit odlučnou, transportní a akumulaciční oblast laviny.

Pohyb sněhu, který nesplňuje tyto požadavky (menší délka, rychlost) nazýváme sněhový sesuv, případně sesyp.

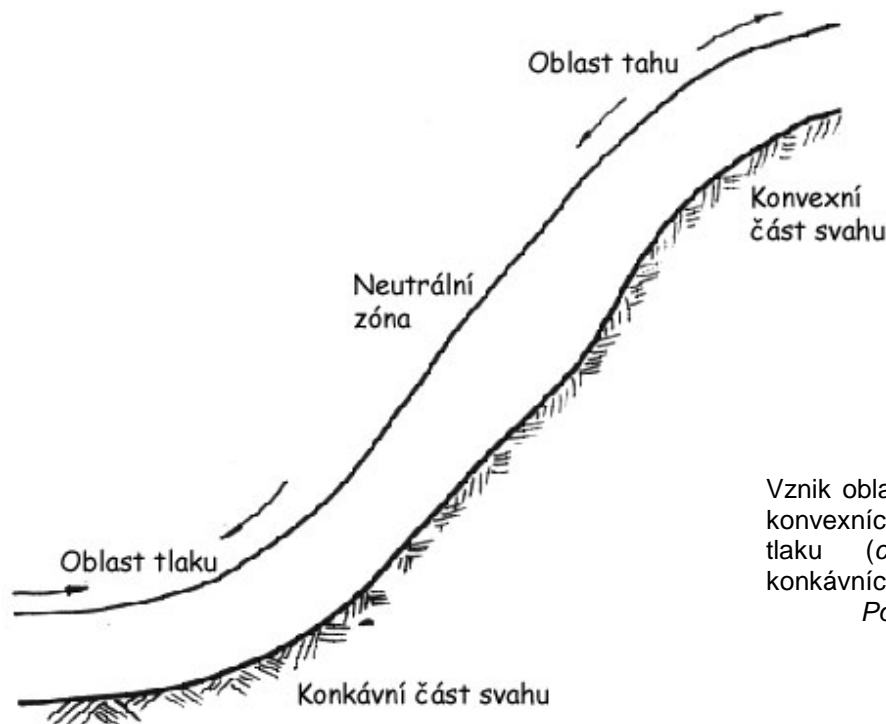


2.2 Jak vzniká lavina:

Vznik laviny je způsoben ztrátou tření uvnitř sněhové pokrývky. Ztráta adheze (tření) mezi sněhovými vrstvami a koheze (soudržnosti) sněhu je způsobena dosažením kritického napětí. Když toto napětí přesáhne adhezní síly, dochází ke zřícení struktury sněhu a statické tření mezi jednotlivými vrstvami sněhu se nahradí podstatně menším třením kinetickým.

Zvláštním případem nastává, pokud jsou síly soudržnosti ovlivněny prosakující dešťovou vodou, případně přítomností tavné vody. Přítomnost volné vody způsobuje do jisté míry zpevnění sněhové pokrývky na svahu. Pokud ale její množství převyšuje 10 – 15 % objemu sněhové pokrývky, snižuje se podstatně vnitřní tření a vznikají dynamické procesy.

Sníh je velmi citlivý na intenzitu, s jakou je deformován. Nemá rád rychlou změnu – je obrovský rozdíl, pokud napadne 60cm sněhu za 2 týdny, 2 hodiny – např. převátím větrem, nebo během chvíle – např. pádem převěje.



Vznik oblastí tahu (*tension zone*) na konvexních částech svahů a oblastí tlaku (*compression zone*) na konkávních částech svahu.

Podle Forest Service (1961).

2.3 Základní typy lavin:

Deskové laviny jsou nejčastější příčinou lavinových neštěstí. Deska je tvořena kohezní vrstvou sněhové pokrývky, která leží na méně kohezní, slabší vrstvě sněhu – skluzném horizontu, po němž sjede. Podloží deskové laviny může tvořit další – tvrdší vrstva sněhu, nebo samotný povrch bez sněhu. Mohou se tedy tvořit deskové laviny povrchové i základové. Deskové laviny mají čárový odtrh. Pozor, k odtrhu dochází většinou v místě nad bodem, kde stojíme! Deskové laviny dosahují během několika sekund rychlosti i přes 100 m/s. Dobrou zprávou je, že u deskových lavin většinou stačí k rozpoznání lavinového nebezpečí jednoduchá pozorování a testy. Špatnou zprávou je, že mohou nastat stovky různých kombinací desek, skluzných horizontů a podloží, které se chovají v různých podmínkách různě.

Prachové laviny jsou tvořeny, jak již název napovídá z prachového sněhu. Pro tento druh lavin je charakteristický pohyb sněhu nejen po povrchu terénu, ale i jeho víření vzduchem. Před čelem laviny vzniká velká tlaková vlna, kdežto na bocích a za lavinou se vytváří podtlak. Vzniklý tlak může strhnout i poměrně vzdáleného pozorovatele. Rozptýlení sněhu ve vlastním lavinovém mraku je tak koncentrované, že člověk zasažený prachovou lavinou, i když se ubrání tlakové vlně, je vystaven velkému nebezpečí udušení nadýcháním vzduchu silně přesyceného sněhem. K odtržení lavin dochází buď přímo v místě impulsu, nebo častěji nad ním, v místě nejvyššího napětí. Prachové laviny mívají bodový odtrh. Mezi nejčastější oběti prachových lavin patří právě horolezci.

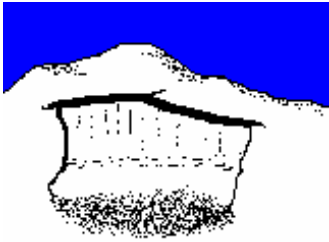

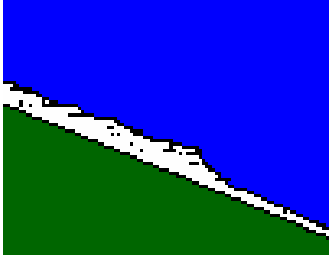
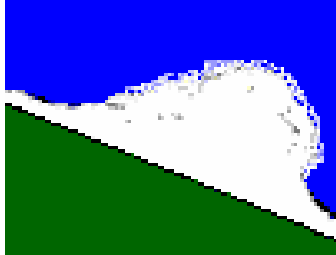
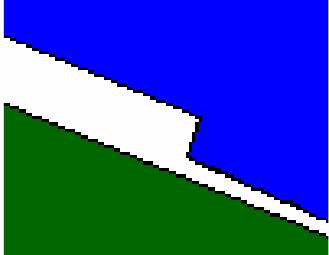
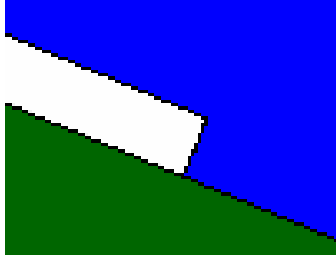


Ledovcové laviny tvoří zvláštní samostatnou kategorii. Jedná se vlastně o řízení částí ledovce – seráků. Nejlépe je se jim vyhnout postupem mimo oblast jíž ohrožují. Pokud to jinak nejde musíme se kolem nich pohybovat co nejkratší možný čas a nejlépe po ránu, kdy ledovec není změkklý tak, jako večer. Důležité je vyvarovat se, zvláště ve špatném počasí, spaní pod nimi.

Pád převěje je dalším nebezpečím na horách. Podobně jako u ledovcových lavin způsobí často pád převěje uvolnění laviny. Statisticky vzato nemají pády převějí na svědomí velký počet životů. Mezi její nejčastější oběti ale patří právě horolezci. Převěje mají tu vlastnost, že se odlamují dál od kraje než byste čekali.

Vlhké laviny mají oproti předchozím tzv. suchým lavinám jinou mechaniku pohybu, jinak se předpovídají. Lze u nich rozlišit několik typů, např. vlhké prachové laviny, firnové laviny a laviny typu slushflow (břečkotok). Všechny jsou charakteristické pro jarní období nebo pro období oteplení. Protože jsou tvořeny těžkým vlhkým sněhem, bývají velmi nebezpečné. V těchto lavinách se také netvoří vzduchové kapsy, které by umožňovaly delší pobyt pod sněhem bez udušení.

Dosavadní výzkumy potvrdily rozdílný způsob vzniku lavin ze suchého a z vlhkého sněhu. Laviny ze suchého sněhu vznikají nárůstem určitého množství stresu – napětí působícího na sněhové vrstvy, tedy vnějším působením - ať už to je napadnutím nového sněhu, větrem nebo působením člověka. Oproti tomu laviny z vlhkého sněhu vznikají snížením soudržnosti uvnitř sněhu (sněhových vrstev).

Stručná klasifikace lavin podle SLF (www.slf.ch 2005)

Způsob odtrhu	 čárový odtrh	 bodový odtrh
Způsob pohybu	 tekoucí (firnová)	 vzduchem (prachová)
Poloha skluzného horizontu	 povrchová lavina	 základová lavina
Tvar dráhy	 plošná lavina	 žlabová lavina
Vlhkost sněhu	suchá	vlhká
Dosah laviny	údolní	svahová
Příčina vzniku	samovolná	uměle vyvolaná
Materiál laviny	sněhová	ledovcová

3. Faktory ovlivňující vznik lavin

Na laviny má vliv působení tří základních faktorů – tzv. lavinový trojúhelník: terén, počasí a sněhová pokrývka.

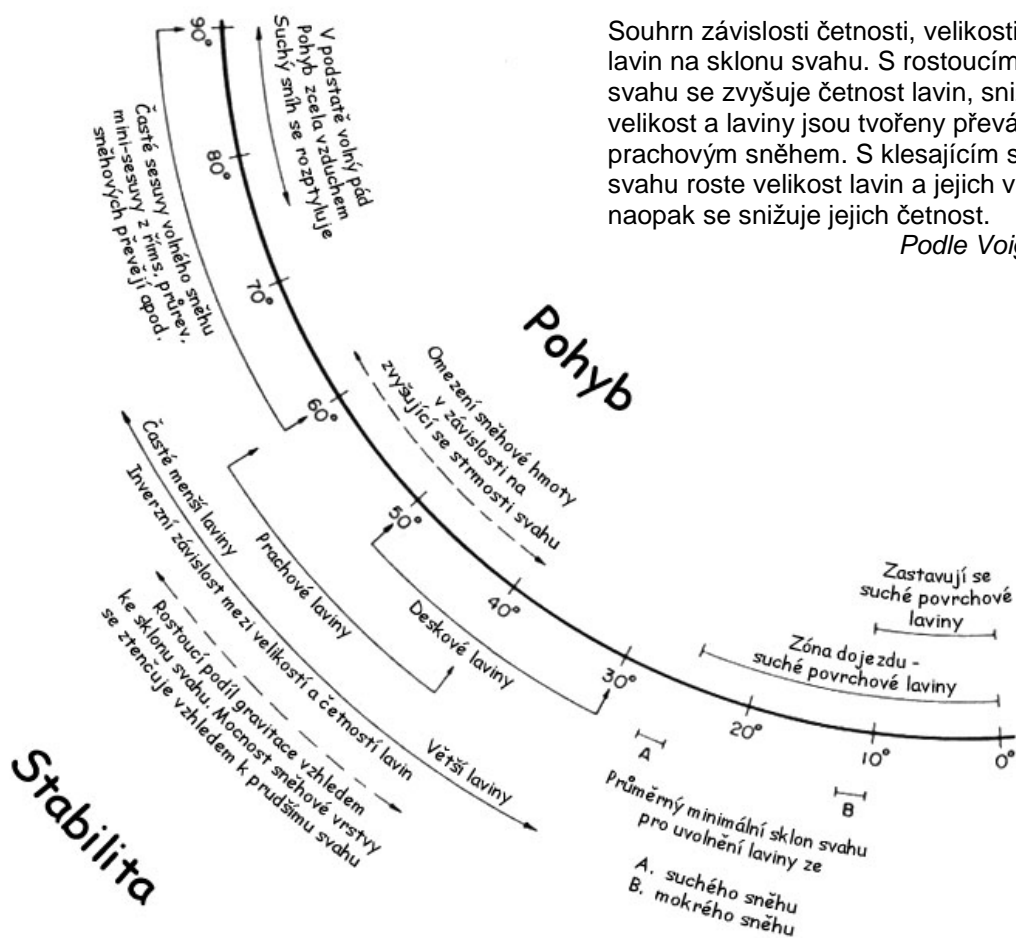


3.1 Terén

Terén se podílí na lavinových situacích úhlem sklonu svahu, svou členitostí, drsností a expozicí vůči slunečnímu záření a vůči převládajícímu směru větru.

Úhel sklonu svahu je základním faktorem vzniku lavin. Riziko vzniku laviny roste s rostoucím sklonem svahu. Obecně se dá říci, že sklony do 25° jsou vyhrazeny pro laviny typu slushflows (břečkotok). Nejčastěji se laviny uvolňují na svazích o sklonu 35 – 45°, přičemž průměr činí 38°. Pro svahy nad 50° stupňů jsou typické časté, ale menší prachové laviny. Zvláštním případem je tropické pohoří Cordillera Blanca v Peru, kde je sníh, díky svým vlastnostem, schopen se udržet i na mnohem strmějších svazích, než je běžné v ostatních částech světa.

Je důležité si osvojit odhad sklonitosti a používat sklonoměr, případně jiné metody určující sklon svahu! Lidé mají totiž většinou tendenci přidávat svahu na sklonitosti (asi tak o 5 – 10°). Časem se lze naučit odhadovat sklon svahu poměrně přesně.



Souhrn závislosti četnosti, velikosti a vlhkosti lavin na sklonu svahu. S rostoucím sklonem svahu se zvyšuje četnost lavin, snižuje jejich velikost a laviny jsou tvořeny převážně suchým prachovým sněhem. S klesajícím sklonem svahu roste velikost lavin a jejich vlhkost, naopak se snižuje jejich četnost.

Podle Voighta (1977).

Členitost svahu hraje roli zejména v určení místa, v němž dojde k odtrhu. Zároveň také nerovnosti na svahu urychlují nebo zpomalují padající lavinu. Svah se dá podle svého tvaru dělit na část konvexní, na níž převažuje tažení sněhu, a na část konkávní, na níž převažuje komprese sněhu a část planární, kde by měly být síly více méně v rovnováze (viz obr. na straně 3).

Drsnost terénu hraje při vzniku lavin důležitou úlohu. Drsnost zvětšuje tření mezi podkladem a sněhovou pokrývkou a snižuje tak její vnitřní napětí.

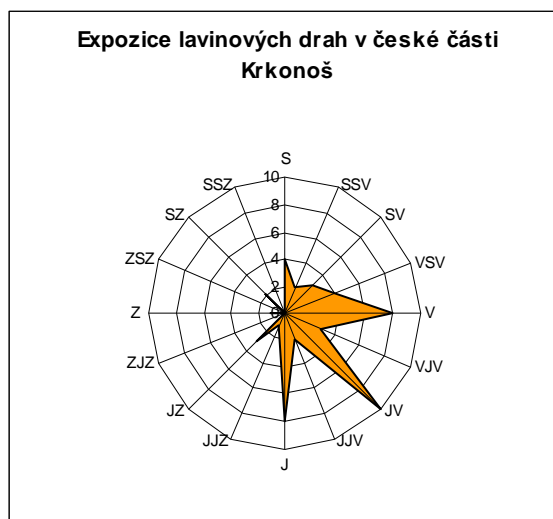
- Rozdíly mezi druhy hornin a jejich uložením ovlivňují vznik lavin (krystalinické jsou na rovném příkrém svahu pro vznik lavin příznivější než břidlice).
- Velmi zvětralé horniny ulehčují vznik lavin.
- Zlomiska a balvanové proudy jsou místem jen ojedinělého výskytu lavin. Výjimkou jsou místa s takovou výškou sněhové pokrývky, kde se vytvoří hladký skluzný horizont.
- Nejmenších drsností dosahují nekosené travnaté svahy.
- Svahy porostlé kosodřevinou stabilizují sněhovou pokrývkou, pokud není takové množství sněhu, které vytvoří skluzný horizont nad kosodřevinou.
- Nejstabilnější ochranou před lavinami jsou svahy porostlé zdravým, druhově rozmanitým a hustým lesem. Tam, kde je les řídký, nezdravý a s nedostatečným zápojem, může docházet k lavinám, jejichž ničivý účinek je násoben strženými stromy.

Expozice terénu vůči slunečnímu záření má významný vliv na vlastnosti sněhové pokrývky. Nejvýznamnější je vliv expozice ve středních zeměpisných šířkách (zhruba mezi 30 – 55° s.š.). V nízkých šířkách svítí slunce více „shora“, kdežto ve vysokých zeměpisných šířkách je slunce v zimě velmi nízko nad horizontem na to, aby působilo významné změny ve sněhové pokrývce

- Severní svahy v průběhu zimy přijímají méně tepla, oproti tomu jižní svahy přijímají tepla daleko více. Proto se na severních svazích tvoří sněhová pokrývky naprosto odlišných vlastností, než na jižních.
- Východní svahy přijímají teplo po ránu, kdy jsou nejnižší denní teploty, západní svahy přijímají teplo odpoledne, v době nejvyšších denních teplot.
- Sněhová pokrývky na zastíněných svazích většinou vytváří křehké skluzné horizonty, např. pohyblivý sníh, povrchová jinovatka, dutinová jinovatka. Díky tomu většina lavin vzniká na severních a východních svazích.
- Jižní a západní svahy jsou typické výskytem vlhkých lavin, zejména v jarním období.
- V delších obdobích bez slunečního záření (zataženo, bouře) se stírají rozdíly způsobené odlišnou expozicí svahu.
- Pamatuj, že na jižní polokouli je situace na severních a jižních svazích obrácená.

Expozice terénu vůči směru převládajících větrů se projevuje v rozdílném ukládání sněhové pokrývky. Silné větry při intenzivních a dlouhotrvajících sněženích nebo hned po nich jsou často příčinou vzniku lavin na závětrných svazích.

- Je třeba v každém okamžiku odlišovat od sebe návětrný a závětrný svah.
- Na návětrných svazích se tvoří tvrdý upěchovaný deskový sníh s typickou modelací, nazývaný též zastrugi – z ruštiny.
- Na závětrných svazích se tvoří sněhové převěje a sněhové polštáře.
- Je třeba se naučit poznávat větrem přemístěný sníh.



Nebezpečný lavinový terén:

- svahy o sklonu 30° – 50°, nejvíce mezi 35° – 45°
- závětrné svahy, nebo svahy s převátým sněhem
- svahy s menší drsností, mají málo překážek (stromů, kamenů,...)

Bezpečnější lavinový terén:

- svahy jsou buď málo strmé (0° – 25°) nebo velmi strmé (55° – 90°)
- návětrné svahy
- svahy s větší drsností, mající více stromů nebo jiných zábran

3.2 Počasí

Z meteorologických prvků jsou podstatné doba trvání a intenzita srážek, vítr a teplota vzduchu

Trvání a intenzita srážek

Všeobecně je pro vznik lavin nebezpečné intenzivní a dlouhotrvající sněžení.

- 80 – 90 % lavin je způsobeno a spadne právě během vydatného a dlouhotrvajícího sněžení.
- Dlouhotrvající sněžení nízké intenzity vytváří menší nebezpečí, než jednorázové napadnutí velkého množství sněhu v krátkém období.
- Upravená stupnice lavinové situace při napadnutí nového sněhu za 24 hod. pro naše podmínky (ČR a SR) a pro zahraniční velehorý (Milan, Šramka 1988).

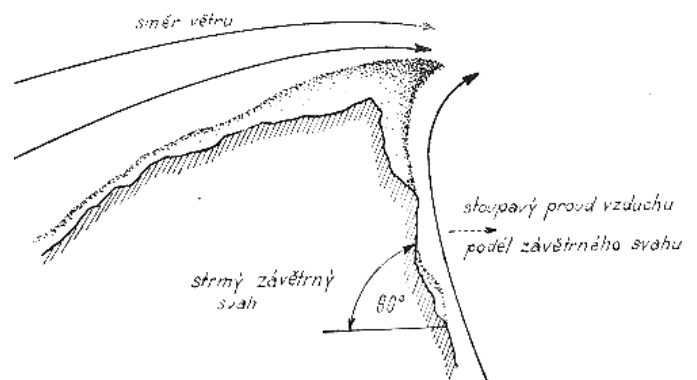
Přírůstek v ČR a SR	Přírůstek ve velehorách	Nebezpečí
do 15 cm	30 cm	podstatné zvýšení nebezpečí
15 – 30 cm	30 – 50 cm	vážné místní nebezpečí
30 – 50 cm	50 – 80 cm	akutní lavinové nebezpečí
50 a více cm	80 a více cm	lavinové katastrofy

- Celková výška sněhové pokrývky není směrodatným kritériem pro posouzení lavinové situace, pokud současně není přihlédnuto ke genezi, strukturální a vrstevnatostní stavbě sněhové pokrývky.
- Nepříznivé je takové zvrstvení sněhové pokrývky, při němž existují významné rozdíly v mechanických vlastnostech jednotlivých druhů sněhu.
- Dešťová voda pronikající do sněhové pokrývky na ni může působit dvojím způsobem. Sněhová pokrývky je schopna udržet určitý maximální objem volné vody cca 10-15%. Pod touto kritickou hranicí má volná voda na sněhovou pokrývku zpevňující účinek,

který způsobují kapilární síly (tj. síly umožňující vodě proudění v prostorech mezi krystaly sněhu). Po překročení kritické meze množství volné vody ve sněhové pokrývce však sníh začíná ztrácet pevnost, dochází k jeho tání, a tím i ke vzniku lavinově nebezpečných situací.

Větr ovlivňuje vznik lavinových situací již v průběhu sněžení, ale i po něm.

- Působení větru spočívá zejména v přenosu sněhových mas z návětrných na závětrné svahy a ovlivňuje tak nerovnoměrné ukládání sněhové pokrývky.
- Nerovnoměrnost ukládání sněhu je příčinou měnící se výšky sněhové pokrývky a tvorby místních zvětšených napětí.
- Význam větru pro vznik lavinových situací závisí na konfiguraci terénu.
- Členitost reliéfu, systém hřebenů a dolin značně ovlivňuje režim větru a zesiluje, nebo tlumí jeho účinky.
- Velký význam má rychlost větru.
- Obecně lze říci, že při rostoucí rychlosti větru nebezpečí vzniku lavinových situací stoupá.
- Působením větru vznikají na povrchu sněhové pokrývky rozličné útvary, z nichž některé jsou vysoce lavinově nebezpečné.
- Vedle přímého dynamického působení na obrušování a stlačení krystalů sněhu dochází i k odsávání vzduchu zevnitř sněhové pokrývky, a tím ke snížení teploty povrchových vrstev sněhu oproti teplotě ovzduší. Vzniká tak tvrdá ledová kůra matně bílé barvy nazývaná větrný povlak.
- Při střetu sněhu neseného větrem s překážkou vznikají na návětrných stranách návěje, na závětrných stranách závěje.
- Na prudších svazích vznikají upěchováním sněhu několikacentimetrové křehké lámavé tabule, spočívající na kypré vrstvě sněhu nebo klenoucí se nad dutinou, která vzniká rychlejším sesedáním spodních vrstev sněhu. Tento vysoce nestabilní a tím lavinově nebezpečný útvar se nazývá deskový sníh.
- Převěje mohou v našich podmínkách dosáhnout velikosti až 5 m, ve světových velehorách i více než 10 m. Za převějí vzniká mohutný sněhový nános, vzniklý ukládáním sněhu následkem ztráty rychlosti větru. Tento nános trojúhelníkovitého průřezu se nazývá sněhový klín. Další část převátého sněhu se ukládá v nižších polohách po celé délce svahu a zarovnává všechny terénní nerovnosti. Na vydutých místech vznikají někdy značně hluboké sněhové polštáře.



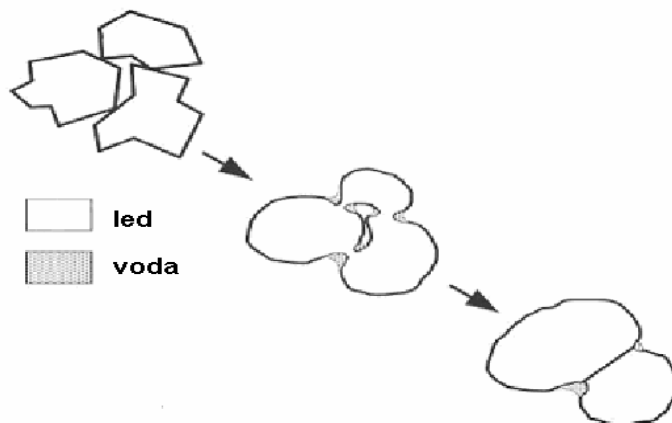
Teplota vzduchu se na vzniku lavin podílí přímo i nepřímo. Ovlivňuje fyzikální proces vzniku sněhového krystalu v atmosféře a podmiňuje jeho tvarové zvláštnosti. Vliv teploty vzduchu a sněhu dále pokračuje v procesu přeměny sněhového krystalu. Teplota rozhoduje o intenzitě tohoto procesu i o jeho konečném produktu. Velikost teplotních gradientů ve sněhové pokrývce vyvolává pulzaci vodní páry v meziprostorách mezi krystaly, změnu jejich hmoty, vzájemné vazby a přenosu napětí. Velký vliv má teplota na dynamické procesy ve sněhové pokrývce.

- Déletrvající teplota v rozmezí -5°C až -10°C příznivě působí na zpevňování sněhové pokrývky. Sníh se pravidelně usazuje a jednotlivé vrstvy sněhové pokrývky se vzájemně spojují.
- Silné mrazy (-10°C a méně po dobu alespoň 2-3 dnů) naopak zpevňování sněhové pokrývky zabraňují a často dochází ke vzniku pohárkových krystalů, a tedy i vysoce labilního zvrstvení sněhové pokrývky. Krátkodobý mráz i cca -25°C – např. přemrzlá noc v Alpách v jinak příznivém teplotním rozmezí $-5^{\circ}\text{C}/-10^{\circ}\text{C}$ nemá vliv.
- Mírné a pomalé oteplování má příznivý vliv na stabilizaci lavinové situace.
- Při prudkých otepleních (teplé větry, föhn) dochází k rychlé ztrátě stabilizujících vlastností sněhové pokrývky a tím i ke vzniku lavinových situací.
- Dlouhodobé oteplení, provlhnutí sněhové pokrývky a přítomnost volné vody v celém profilu znamená úplnou ztrátu její pevnosti a stability a vede ke vzniku základových lavin.

Význam a podíl jednotlivých meteorologických prvků na vzniku lavin se však regionálně odlišuje!

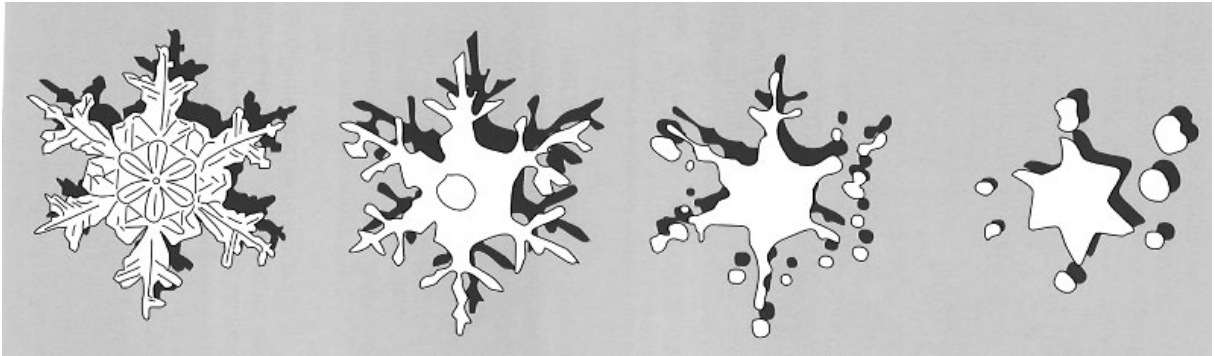
3.3 Sněhová pokrývka

- Pórovitý agregát bez pravidelného uspořádání jednotlivých krystalů.
- Přeměna krystalické struktury sněhu (metamorfóza) začíná už v atmosféře, ale k radikálním změnám struktury sněhového krystalu dochází po dopadu sněhu na zem a končí odtátím sněhové pokrývky.
- V našich střeoevropských středohorských podmínkách vydrží sníh v původním krystalickém tvaru, při průměrné teplotě vzduchu -5°C , nejdéle asi 5 dnů po napadnutí.
- Při extrémně nízkých teplotách je rychlost metamorfózy velmi pomalá a téměř se zastavuje při teplotě -40°C .
- Jestliže teplota stoupne nad bod mrazu, vstupuje do systému tavná voda a její opětovné zmrznutí vede ke značnému zvětšení krystalů a zvýšení hustoty sněhu. Do určitého množství (cca 10 – 15 %) působí voda jako stabilizační prvek. Větší množství vody způsobuje nestabilní situaci.



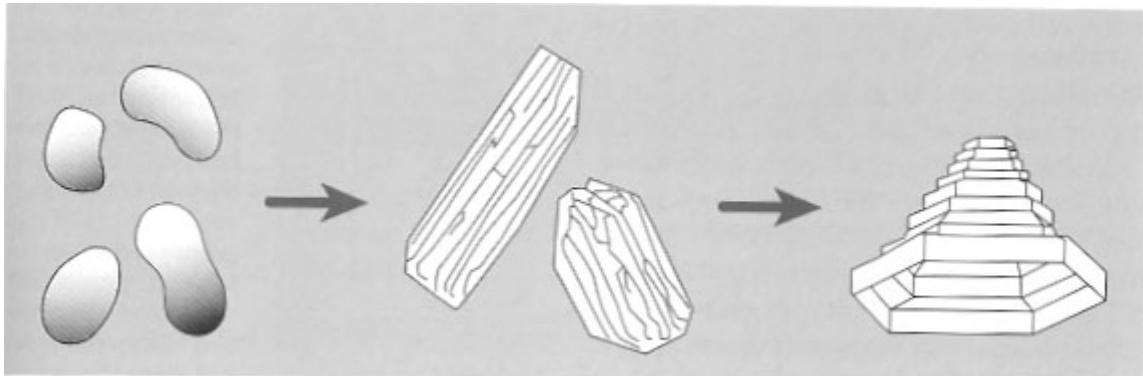
Metamorfóza/přeměna táním

- **Destruktivní metamorfóza** je charakterizována zmenšením objemu, a tím i zvýšením hustoty sněhu.



Destruktivní metamorfóza

- Ke **konstruktivní metamorfóze** dochází při sublimační rekrytalizaci uvnitř sněhové pokrývky. Sekundární krystalická forma sněhu, která při tomto procesu vzniká, se nazývá pohárkové krystaly (*depth hoar*) - viz strana 12.



Konstruktivní metamorfóza/přeměna

- Metamorfóza neprobíhá rovnoměrně, všeobecně prudší průběh má v počátečních stádiích a při vyšších teplotách a prudkých výkyvech teplot.
- Ve spodnějších vrstvách se v důsledku tepelně–izolačních vlastností sněhové pokrývky silně uplatňuje i tlak svrchních vrstev sněhové pokrývky spojený s jejím sesedáním. To vede ke změnám vlastností sněhového profilu, a tím i ke změnám kritického napětí ve sněhové pokrývce.
- Důsledkem metamorfózy sněhových krystalů je vznik vrstev sněhu ve sněhové pokrývce (diageneze). Časem dochází k sesedání vrstev ve sněhové pokrývce, kterým se snižuje pórovitost a zvyšuje se její hustota.
- Pestrost ve zvrstvení sněhové pokrývky je daleko větší v oblastech středohorských (do nadmořské výšky 1 500 m), než v oblastech velehorských.
- Pestřeji složená sněhová pokrývka je jako celek při působení vertikálního zatížení, vysokohorská sněhová pokrývka tyto vlastnosti spíše postrádá.
- Je nutné si uvědomit, že k dosažení kritického napětí ve sněhové pokrývce stačí i slabá vrstva sněhu, která je málo soudržná se sousední vrstvou, jež leží nad ní.

4. Mezinárodní klasifikace uloženého sněhu (ICSI) ¹

4.1 Suchý sněh

Nový sněh (new snow) +

Péřový sněh je suchý, velmi lehký a nesoudržný sněh, napadlý při teplotě nejvýše -10°C a za bezvětří. Má velmi vysokou pórovitost (95 – 99 %) a nízkou objemovou hmotnost (10 – 30 kg/m³). Krystaly tohoto sněhu jsou veliké a mohou se udržet po delší dobu ve své původní formě jen za úplného bezvětří a za velmi nízké teploty (minimálně -10 až -15°C). V našich středohorských podmínkách je poměrně vzácný.

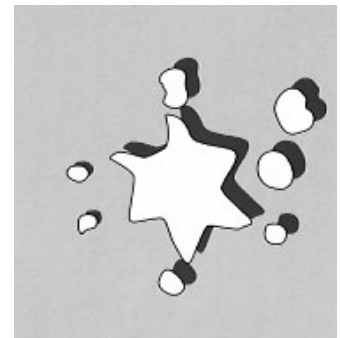


Prachový sněh je z druhů nového sněhu nejčastější. Padá při teplotách -3 až -10°C , je opět velmi pórovitý (90 – 95%) a velmi lehký (30 – 60 kg/m³). Krystaly prachového sněhu jsou o něco menší než péřového. Při teplotě okolo 0°C padá ve formě sněhových vloček a vytváří vlhký prachový sněh.

- dobře rozeznatelná krystalická struktura, třpytivý, neplést s povrchovou jinovatkou
- nízká objemová hmotnost, vysoká pórovitost
- stabilizuje se během několika hodin až dní, záleží na teplotě
- v bouři se lehko přehlédne

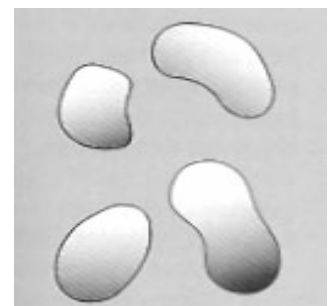
Zlomkový (plstnatý) sněh (decomposing and fragmented precipitation particles) /

Jedná se o upěchovaný sněh, který se nejčastěji vytváří vlivem mechanického tlaku větru. Krystaly upěchovaného sněhu jsou už velmi deformované, ale stále ještě znatelné. Má střední pórovitost (65 – 90 %) a je středně těžký (60 – 300 kg/m³). Upěchovaný sněh má mléčnou, matnou barvu, mnohdy až špinavě žlutou. Často se stává, že nový sněh ležící pod upěchovanou vrstvou sesedá rychleji a vytváří 1 – 2 cm vysoké dutiny. Z tohoto sněhu vznikají deskové laviny.



Okrouhlozrnitý sněh (rounded crystals) ●

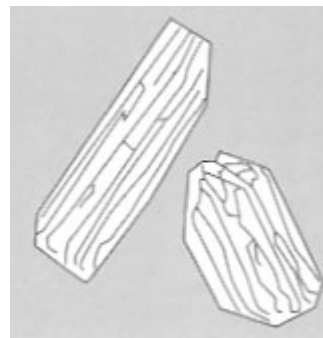
Jedná se o suchý sněh, který má kulovité krystaly. Tvoří přechod mezi destruktivní a konstruktivní metamorfózou, tedy mezi zlomkovým a hranatozrnitým sněhem. Je bez lesku, matně bílý.



¹ Pozn.: Tato klasifikace sněhu odpovídá mezinárodní klasifikaci uloženého sněhu (ICSI, Colbeck et al. 1990).

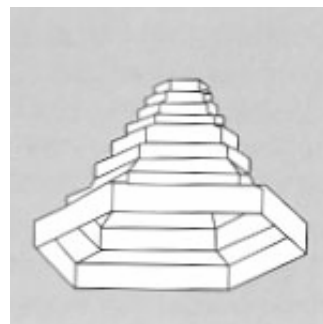
Hranatozrnitý (pohyblivý) sníh (faceted crystals) □

Tento druh sněhu je opět suchý. Má hranaté krystaly, které vznikají jako počáteční produkt konstruktivní metamorfózy. Vzniká při vysokém teplotním gradientu (velké změně teploty s hloubkou ve sněhové pokrývce), za silných mrazů, zejména na severních svazích. V kombinaci s dutinovou jinoatkou vytváří velice nebezpečnou vrstvu sněhu. Pro své vlastnosti bývá někdy nazýván pohyblivý sníh.



Pohárkové krystaly (depth hoar, cup-shaped crystals) ^

Dříve nazývaný též **dutinová jinoatka**. Na rozdíl od povrchové jinoatky se tvoří v uzavřených prostorech uvnitř sněhové pokrývky. Vzniká krystalizací vodní páry z odpařujícího se sněhu za velmi nízké atmosférické teploty (pod -10°C) a při velkém teplotním gradientu. Projevuje se charakteristickými krystaly ve tvaru komolých šestibokých jehlanů. Tyto krystaly se ve volném ovzduší nevyskytují. Vzniklá svislá struktura je jako celek velmi nesoudržná, řídká a sypká. Její pórovitost činí 65 – 80 %, objemová hmotnost je 200 – 300 kg/m³. Dosahuje mocnosti až několik desítek cm a vyskytuje se nejčastěji ve spodních vrstvách sněhové pokrývky. Pro svoje vlastnosti je při tvorbě lavinových situací velmi nebezpečná (deskové laviny).



- nejlépe vzniká při teplotách nižších než -10°C
- její krystaly jsou velmi křehké a snadno se hroubí
- častější v kontinentálním klimatu
- ve středních šířkách vzniká většinou na zastíněných svazích
- vydrží až několik týdnů
- čím větší jsou krystaly, tím snadněji se zhroutí
- nejnebezpečnější lavinový horizont!

4.2 Vlhký sníh

Vlhký sníh – firn (wet grains) ○

Firn resp. jeho zrna jsou nejprve nepravidelně hranatá, ve zralejším stádiu téměř kulovitá. Firn není jen typický jarním sněhem, vyskytuje se téměř po celé období existence sněhové pokrývky, bývá však většinou skryt v jejích spodnějších vrstvách. Hranatý firn má pórovitost 55 – 75 % a objemovou hmotnost 200 – 400 kg/m³, kulatý firn je méně pórovitý (20 – 65 %) a těžší (300 – 600 kg/m³).

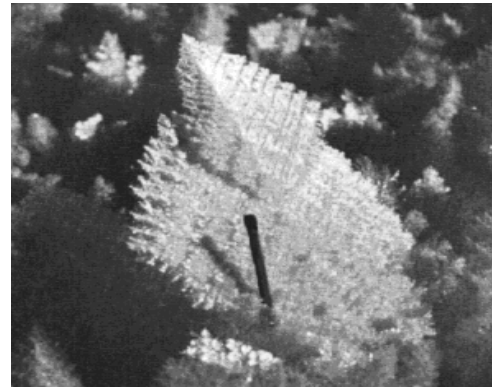


Rozbředlý a shnilý sníh (slush) jsou poslední stádia sněhu na jaře, kdy teplota ovzduší stále přesahuje 0°C . Stálá obleva dodává takové množství vody, že kapilární průduchy již nejsou schopny zadržet její pronikání k vlastnímu terénu. Sněhová pokrývka je proto dokonale provlhlá. Firn se mění v hrubozrný, mokrý, rozbředlý sníh. Vrstvy nového sněhu se mění v jemnozrný firn podobný mokré vatě – shnilý sníh. Na povrchu se tyto druhy sněhu vyznačují spodnicovým zbrázděním, které vzniká z odtékající vody.

4.3 Povrchové formy sněhu

Povrchová jinovatka (surface hoar) ✓

Vzniká za bezvětří krystalizací vodní páry ze vzduchu na chladnějším povrchu sněhové pokrývky nebo na chladných předmětech v terénu, které obaluje rovnoměrně ze všech stran. Po jasných zimních nocích, kdy se ochladí vrstva vzduchu těsně nad zemí více než vyšší vzduchové vrstvy, se jinovatka někdy tvoří přímo ve vzduchu.



- vzniká za jasných nocí, při bezvětří a vlhkém vzduchu
- vydrží velice dlouho – týden až měsíc, záleží na teplotě
- na povrchu tvrdé ledové krusty vydrží extrémně dlouho
- nutno pozorně hledat pohrbenou povrchovou jinovatku ve sněhovém profilu (významný faktor pro vznik deskových lavin)
- velmi významný lavinový horizont!

Ledová kůra (ice masses) ■

Vzniká na povrchu sněhové pokrývky za mrazivých dnů, kdy mají sluneční paprsky dostatečnou sílu na roztopení povrchu sněhové pokrývky. Firnová zrna se spojí do drsné celistvé kůry, jejíž mocnost je závislá na délce a intenzitě slunečního záření a na teplotě ovzduší. Z ledové kůry může na jaře vzniknout hladké firnové zrcadlo. Pokud na ledovou kůru napadne nový sníh, záleží jestli je vlhká, nebo zmrzlá. Pokud je vlhká, napadlý sníh se s ledovou kůrou spojí a většinou nehrozí lavinové nebezpečí. Opačný případ nastává, pokud je ledová kůra zmrzlá a nový sníh se s ní nespojí.



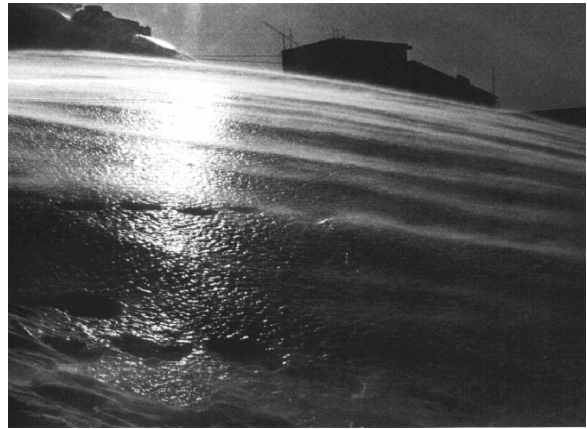
- lesklá, s mírně drsným povrchem
- vzniká působením slunce na sněhovou pokrývku
- nestabilní je většinou po několik dní, záleží na teplotě

Povrchové útvary a krusty (surface deposits and crusts) ✓

Námraza (rime) vzniká namrzáním kapiček mlhy hnaných větrem na návětrné straně předmětů v terénu. Usazuje se do praporovitých útvarů, dorůstajících délky až několik decimetrů. Od jinovatky se liší absencí krystalických tvarů a tím, že se usazuje za větru, a to pouze na návětrných stranách předmětů.



Oblevová plástev (melt-freeze crust) vzniká na povrchu sněhové pokrývky jako důsledek oblevy dešťové, sluneční nebo fénové a v důsledku dalšího sněžení se přesunuje do nižších vrstev sněhové pokrývky. Vyvíjí se i v různé hloubce sněhového profilu jako důsledek pronikání tavné nebo dešťové vody kapilárními průduchy do hloubky a jejího zmrznutí v chladnější vrstvě. Oblevová plástev vytváří skluzný horizont a je velmi nebezpečná pro vznik lavin. Její struktura je obvykle ostře ohraničená, tvrdá, neprodyšná a se sousedními vrstvami sněhu se spojuje velmi zřídka.



- lesklý, hladký povrch
- podobně jako u ledové kůry záleží propojení s podložní vrstvou na její vlhkosti
- nestabilní je většinou po několik dní; ve spojení se zlomkovým sněhem nebo dutinovou jinovatkou však může nestabilita trvat velmi dlouho!

5. Testy stability sněhové pokrývky

Je důležité se naučit základní testovací techniky, pro hodnocení lavinového nebezpečí

Pozorování sněhové pokrývky

Spadlé laviny jsou nejlepší známkou lavinového nebezpečí. Je to tak jasné znamení nebezpečí, že na jej lidé často přehlížejí nebo podceňují. Myslí si, že kde už došlo k pádu laviny, tak jiná nehrozí.

Propadání do sněhu doprovázené výrazným zvukem „vhuum“ je znamením, že sněhová pokrývka není stabilní. Většinou je tento zvuk způsoben přítomností lavinového horizontu dutinové nebo povrchové jinovatky. Je to neklamné znamení k opuštění nebezpečného terénu.

Praskání sněhu je dalším znamením, že sníh není stabilní. Většinou dochází k praskání na čerstvém upěchovaném sněhu.

Duté zvuky při chůzi po sněhu značí přítomnost dutin uvnitř sněhové pokrývky. Je vhodné vykopat sněhovou sondu a přesvědčit se o stavbě sněhové pokrývky, protože tyto zvuky nemusí být vždy ukazatelem nebezpečné situace (narozdíl od trhlin ve sněhu).

Testy stability udělané jinými lidmi jsou na horách velmi časté, stačí se jen dívat po stopách. Jedná se většinou o vychozené stopy – trasy. Nelze na ně samozřejmě 100% spoléhat, ale v zásadě platí: čím starší jsou stopy, tím lépe. Není mnoho zásadních rad pro pohyb v lavinovém terénu, ale jednou z nich je: „Pokud se nějaký Lojzík cpe mermomocí dopředu, tak ho pustím. Jedná se přece o můj život.“

Počasi, které předchází našemu pohybu na horách je důležitým znakem, jež nám ukazuje na možné nebezpečí. Proto před cestou do hor sledujte předpovědi počasí s předstihem.

Aktivní testy sněhové pokrývky

- Tyto testy jsou velice funkční.
- Většina uvedených testů je velice rychlá – trvá do 5 minut.
- Jsou jednoduché a není k nim potřeba žádné speciální vybavení.
- Je totiž třeba být rychlý a pokrýt co největší oblast testování

Test lyžařskou hůlkou (1 – 5 sekund)

Strč lyžařskou hůlku nebo cepín do sněhu a prozkoumej spodní vrstvy sněhové pokrývky. Většina lavinových specialistů provádí několik desítek takovýchto testů denně. !Pozor jedná se pouze o orientační test, u něhož výrazně převažují nedostatky!

Výhody:

- můžeš dělat stovky testů denně
- vhodný pro rozeznání dutinové jinovatky, hlavně v mělké sněhové pokrývce
- vhodný pro rozeznání velkých změn hustoty sněhové pokrývky

Nevýhody:

- nerozeznáš dobře povrchovou jinovatku
- nevhodný pro hluboké lavinové horizonty
- ne vždy máš hůlky

Test paží (5 – 20 sekund)

Vyhrab rukou díru do sněhu a pak na náhorní straně ořízni malý kvádr sněhu. Vyzkoušej jak drží s podložím. !Pozor jedná se pouze o orientační test, u něhož výrazně převažují nedostatky!

Výhody:

- můžeš dělat desítky testů za den
- vhodný u čerstvých nestabilit ve sněhové pokrývce
- vhodný pro mělké lavinové horizonty

Nevýhody:

- vhodný jen pro mělké lavinové horizonty

Šlapaní nad lyžařskou stopou (5 – 20 sekund)

Jsi-li na vodorovné nebo stoupající lyžařské stopě, stoupni nad ní a zkus shodit sníh na ní. !Pozor jedná se pouze o orientační test, u něhož výrazně převažují nedostatky!

Výhody:

- můžeš dělat desítky testů za den

Nevýhody:

- vhodné jen pro mělké lavinové horizonty

Řezání svahu lyžemi (5 – 20 sekund)

Řezání svahu lyžemi je standardní technikou používanou lavinovými specialisty. Teorie říká, že pokud byste způsobili lavinu, díky rychlosti z ní můžete vyjet, což minimalizuje šance být stržen.

Výhody:

- rychlé
- vhodné pro nový sníh a mělké lavinové horizonty

Nevýhody:

- neefektivní na silné desky a hluboké lavinové horizonty
- nebezpečné pokud je děláno špatně a bez jištění lanem nebo na nebezpečných lavinových drahách, lavině totiž nelze většinou ujet jízdou šikmo dolů
- musíš mít lyže

Testovací svah (5 – 30 sekund)

Najdi malý strmý svah (nejlépe stejného sklonu a expozice jako svah na který chceš jít), kde může dojít jen k malému sesuvu. Skoč na něj a čekej co se stane. Pamatuj, že i na malých svazích můžeš být zasypan, nechej parťáka ať tě z bezpečného místa sleduje.

Výhody:

- jednoduchá interpretace
- relativně bezpečné
- rychlé
- můžeš to dělat i bez lyží

Nevýhody:

- nebezpečné, pokud vybereš nebezpečný svah
- nevhodné pro hluboké lavinové horizonty, nad kterými jsou silné desky

Naklápěcí test (20 – 60 sekund)

Jednoduše uřízni kvádr nového sněhu, který má stejné rozměry jako tvoje lopata a zvedni ho na ní. Lehce přidržuj zespodu kvádr a pomalu nakláněj lopatu dokud sníh nesjede. Čím je dosažen větší sklon, tím je sníh stabilnější. Můžeš změřit dosažený sklon sklonoměrem.

Výhody:

- kvantifikace, pokud použiješ sklonoměr
- vhodné pro nestability v novém sněhu

Nevýhody:

- nevhodné pro hlubší lavinové horizonty

Test převěje (5 sekund – 5 minut)

Přecitlivělí lidé si myslí, že test převěje je nebezpečný (může být pokud se dělá chybně), ale jedná se o standardní techniku lavinových specialistů. Nejprve se ujisti, že na svahu pod tebou nikdo není – velmi důležité! Najdi převěj, která váží o dost víc než člověk, shod' ji a sleduj co se stane. Čím menší je převěj, tím méně je test efektivní. Nejlépe je převěje uříznout pilkou nebo repšňůrou. Nejlepší je shazovat čerstvé převěje. Je to také dobrý způsob, jak si ve špatných podmínkách vytvořit bezpečnou sestupovou cestu. **Vždy používej jištění a trénuj techniku na bezpečných svazích.**

Výhody:

- pravděpodobně nejlepší test stability svahu – je stejný jako použití výbušnin
- jednoduchý na interpretaci

Nevýhody:

- velmi nebezpečný, pokud se dělá špatně
- shození malé převěje působí jen málo na svah
- převěje nejsou vždy k dispozici

Testy hlubších lavinových horizontů

Na tyto testy je potřeba vykopat tzv. sněhovou sondu – jámu, ve které se určí jednotlivé sněhové vrstvy a jejich vlastnosti. Nejdůležitější je dobře vybrat místo, kde jámu vykopat.

V zásadě se držíme následujícího:

- Sněhovou sondu kopeme v místě, které je nejvíce podobné svahu (expozice, sklonitost), o který nám jde. Kopej ale vždy na bezpečném místě!!!
- Nekopej podél hřebene, kde je ukládání sněhu značně ovlivněno větrem.
- Nekopej poblíž stromů, které ovlivňují diagenezi (rozdružení vrstev) sněhové pokrývky.
- Nekopej na místech, která byla ovlivněná lidmi, zvěří.
- Kopej na otevřených, rovných svazích, kde je sněhová pokrývka rovnoměrně rozložená.
- Raději udělej více sond, aby sis utvořil představu o rozložení a změnách sněhových vrstev.
- Nejlépe je vykopat jámu až na povrch země, protože, je to ale velmi pracné, stačí vykopat jámy zhruba do výšky postavy.

Tlakový test (1 – 2 minuty)

Začni oříznutím kvádru sněhu, který má stejnou základnu, jako tvoje lopata (30 na 30 cm). Polož lopatu na izolovaný kvádr. Nejprve 10krát lehce poklepej zápěstím, potom 10krát předloktím, nakonec 10krát celou rukou. Nechej ruku spadnout na lopatu samovolně, bez síly. Následující tabulka ukazuje výsledky a nebezpečí:

Výsledek testu	Co to znamená?
kvádr se zborťí při poklepání zápěstí (1 – 10 poklepání)	červená
kvádr se zborťí při poklepání předloktím (11 – 20 poklepání)	žlutá
kvádr se zborťí při poklepání celou rukou (21 – 30 poklepání)	zelená

Barvy: červená, žlutá, zelená jsou stejné jako na semaforu: nestabilní až stabilní podmínky

Varianta tlakového testu (1 – 2 minuty)

Narozdíl od předchozího má tu výhodu, že je lépe kvantifikovatelný. Po izolování sněhového kvádru nechej na lopatu spadnout pytel naplněný sněhem nebo se závažím cca 4,5 kg. Postupně zvyšuj výšku, ze které závaží padá. Výsledky opět ukazuje tabulka:

Výsledek testu	Co to znamená?
kvádr se zborťí při pádu pytle z méně než 20 cm	červená
kvádr se zborťí při pádu pytle z 20 - 40 cm	žlutá
kvádr se zborťí při pádu pytle z více než 40 cm	zelená

Klouzavý blok „Rutschblock“ (3 – 5 minut)

Jedná se o zřejmě nejlépe vypovídající test sněhu, pokud je vykonán správně. Na svahu o sklonu cca 30° kompletně izoluj ze všech stran sněhový kvádr o rozměrech cca 2 m dlouhý a 1,5 m široký. Výhodné je na to použít sněhovou pilku nebo repku s uzlíky, případně lyži. Oddělení takto velkého bloku lopatou je pomalé. Nyní si stoupni na horní třetinu bloku (nejlépe s lyžemi na nohou) a progresivně skákej, dokud blok nesjede. Výsledky ukazuje tabulka:

Pořadí skoku	Co se děje	Co to znamená?
1	blok sjede samovolně po jeho izolování	červená
2	blok sjede potom, co na něj stoupneme	červená
3	blok sjede při větším zatížení	červená
4	blok sjede při malém skoku	žlutá
5	blok sjede při velkém skoku	žlutá
6	blok sjede až po několika větších skocích	zelená
7	blok nesjede	zelená

Výhody:

- větší rozměr vzorku sněhu činí test spolehlivějším
- napodobuje, co se děje s člověkem na svahu
- jednoduchá interpretace
- kvantifikovatelný
- může ho udělat kdokoliv

Nevýhody:

- trvá více času
- horolezci nemají lyže, což trochu ovlivňuje výsledek

Norská sonda – test usmýknutí lopatou (30 sekund až 1 minuta)

V jámě odděl sněhový komolý lichoběžník, široký v zadní části asi jako lopata (cca 30 cm), zadní stranu odděl jen do hloubky 30 – 60 cm. Neodděluj celý lichoběžník! Strč za něj lopatu a rovnoměrným tahem k sobě ji přitáhni. Dávej pozor na hladké oddělení ploch, podívej se z jakého sněhu je tvořen smykový horizont. Zkoušej. Cit' sníh!

Výhody:

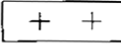
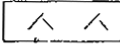
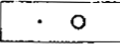
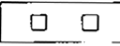
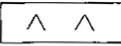
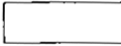
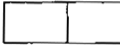
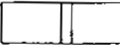



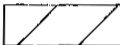




- funguje nejen na svazích, ale i v místech s nízkým sklonem
- dobře najdeš slabé – lavinové horizonty
- dobře najdeš dutinovou jinovatku

Nevýhody:

- náročné na interpretaci, vyžaduje zkušenost
- subjektivní
- malý vzorek sněhové pokrývky
- sníh vypadá méně stabilní, než ve skutečnosti je

5. Sněhový profil

Kdo se zajímá o laviny a sníh podrobněji, ten používá ke znázornění vztahů ve sněhové pokrývce nakreslený sněhový profil. Co se při měří ve sněhovém profilu ukazuje obrázek Mezinárodní klasifikace uloženého sněhu:

Feature	Sym- bol	Subclassification *					Remarks
		a or 1	b. 2	c. 3	d. 4	e. 5	
Grain shape (see Figures 48 to 53)	F	 original shape new snow	 partly branched snow slightly settled felt-like	 rounded	 faceted	 ribbed, cup shaped, depth hoar	Fc: open circle for melt metamorphism (optional) From left to right progressive metamorphism
Grain size mean diameter (mm)	D	<0,5 very fine	0,5-1 fine	1-2 medium	2-4 coarse	>4 very coarse	Numbers to be used for mm only
Free water (%)	W	 dry	 moist	 wet	 very wet	 slush	Wb: snow sticky Wc: water visible Wd: water running off We: saturated
Cohesion (N/m ²)	K						 ice lenses layers
Hardness	R	very low very soft	low soft	medium medium hard	high hard	very high very hard	Scale for strength and hardness, see below
Density (kg/m ³)	G, ρ						Density values only
Snow temperature (°C)	T						Indicate position of measurement

* Optionally letter, figure or measured value.

Approximative comparative scale for strength (cohesion) and hardness

Observation, measurement	a, very low	b, low	c, medium	d, high	e, very high	
Cohesion K (kN/m ²)	0-1	1-7,5	7,5-25	25-50	> 50	
Ram hardness (Ramsonde 4 cm Ø) R (N)	0-20	20-150	150-500	500-1000	> 1000	10 N ≈ 1 kp
Hand test (object can be pushed in the snow with moderate force (≈ 30 N))	fist	4 fingers	1 finger	pencil	knife	

F – grain shape = tvar zrn, D – grain size = velikost zrn, W – free water = volná voda, K – cohesion = koheze, R – hardness = tvrdost, G – density = objemová hmotnost, T – snow temperature = teplota. U kritérií F, D, W, K, R se sníh zařazuje do pěti kategorií (a – e/1 – 5) podle příslušných vlastností. U vlastností G a T se udává příslušný změřený údaj.

Literatura:

- Blahůt, J. (2004):** Příčiny vzniku lavin, jejich základní typy a klasifikace. Ročníková práce, Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 98 str.
- Colbeck, S., Akitaya, E., Armstrong, R., Gubler, H., Lafeuille, J., Lied, K., McClung, D., Morris, E. (1990):** **The International Classification for Seasonal Snow on the Ground.** International Commission on Snow and Ice, 23 str.
- Houdek, I., Vrba, M. (1956):** Zimní nebezpečí v horách. STL, Praha, 205 str.
- Forest Service (1961):** Snow avalanches. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, 84 str.
- McClung, D., Schaerer, P. (2004):** The Avalanche Handbook. The Mountaineers Books, Seattle, 271 str.
- Milan, L., Šramka, Š. (1988):** Nebezpečnost lavin, 2. vydání, Šport, Bratislava, 151 str.
- Quervain, M. R. de et al. (1981):** Avalanche atlas. UNESCO, Paris, 265 str.
- Tremper, B. (2004):** Staying alive in avalanche terrain. The Mountaineers Books, Seattle, 284 str.
- Voight, B. (1977):** Rockslides and avalanches, 1. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, str. 731 – 792.
- www.slf.ch (2005)** – Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Švýcarsko.