

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA EKOLOGIE**



**Vliv umělého zasněžování na vegetaci sjezdovek**

**Effect of artificial snowing on ski slope vegetation**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Vilém Pavlů**

**Konzultant: Stanislav Březina**

**Bakalant: Věra Kašparová**

**2011**

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vliv umělého zasněžování na vegetaci sjezdovek vypracovala samostatně a použila pouze prameny, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Rokytnici nad Jizerou, 29. 4 .2011

Kašparová Věra

.....

**Poděkování:**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Dr. Ing. Vilému Pavlů a také panu Stanislavu Březinovi za pomoc, rady a čas, který mi věnoval při vedení této práce. Zároveň bych velice ráda poděkovala celé své rodině za podporu po celou dobu studia.

V Rokytnici nad Jizerou, 29 .4. 2011

# Obsah

1. Úvod .....	6
2. Cíl práce .....	7
3. Literární rešerše .....	8
3.1 Travinná a keříčková vegetace .....	8
3.1.1 Obecná charakteristika travinné a keříčkové vegetace .....	8
3.1.2 Podhorská a horská travinná a keříčková vegetace (vegetace sjezdovek) .....	9
3.1.3 Způsob obhospodařování .....	13
3.1.4 Ochrana travinných a keříčkových společenstev (NATURA 2000) .....	18
3.1.5 Rekreační využití travinných společenstev .....	20
3.2 Umělé zasněžování .....	21
3.2.1 Princip umělého zasněžování .....	21
3.2.2 Vlastnosti sněhu a jejich srovnání se sněhem umělým .....	23
3.2.3 Historie umělého zasněžování .....	24
3.2.4 Problematika umělého zasněžování .....	25
4. Diskuse .....	29
5. Závěr .....	30
6. Seznam použité literatury .....	31

## **Abstrakt**

V dnešní době zažívá sjezdové lyžování obrovský rozmach. Protože lyžařské areály leží v České republice v nižších nadmořských výškách než v zahraničních horských střediscích (Alpy) a jsou v oblasti přechodného středoevropského klimatu (střídání vlivu oceánu a kontinentu) není na sjezdovkách každoročně dostatek sněhové pokrývky pro provozování tohoto zimního sportu v průběhu celé lyžařské sezóny. Proto lyžařská střediska zavádějí produkci technického sněhu. Technický sníh se však proti sněhu přírodnímu liší svými fyzikálními i chemickými vlastnostmi a tím ovlivňuje vegetaci sjezdovek. Je tu problém s prodyšností, menší izolační schopností i vlivem kondenzačních jader umělého sněhu na pH půdy. Také se na vegetaci sjezdovek projevuje prodloužená doba sněhové pokrývky a s tím spojená kratší vegetační doba. Samotné zasněžování má obrovskou spotřebu vody i energie. Tato bakalářská práce v první části popisuje travinná a keříčková společenstva, jichž se umělé zasněžování může týkat, v druhé části se zaměřuje na jednotlivé problémy spojené s umělým zasněžováním a snaží se o ucelený souhrn informací k této problematice.

**Klíčová slova:** umělé zasněžování, vegetace, sjezdové svahy, voda

## **Abstract**

Downhill skiing is very popular sport in the Czech Republic today. Ski slopes in the Czech Republic are in lower altitude than in traditional mountains resorts (Alp) and they are located in transitional central European climate, therefore there is not sufficient amount of snow during the whole ski season. Therefore ski resorts have to introduce the production of artificial snow. Artificial snow has not the same quality as natural snow. As well as it has different physical and chemical properties which affect vegetation and soil of slopes. There is also a problem with permeability, lower insulation and effect of condensation nuclei of artificial snow which change soil pH. As well as long-term of snow cover and short time of growing season can cause other problems. Artificial snowing has very high water and energy consumption.

**Key words:** artificial snowing, vegetation, ski slopes, water

# 1. Úvod

Travninná a keříčková vegetace v horských oblastech je jedinečná. Hory představují ve střední Evropě poslední ostrovy nenarušené přírody, útočiště rostlin a živočichů, které jinde již nenajdeme. V dnešní době jsou ale vystavované stále většímu civilizačnímu tlaku. S tím je spojená nejen přímá devastace horského prostředí, ale zároveň také stoupající tlak na výstavbu nových center cestovního ruchu, mezi nimi i sjezdovek (Dítě et al. 2010).

Sjezdové lyžování je v obrovském rozmachu. Každý rok navštíví přes zimu horské sjezdovky tisíce lyžařů. Nejen každoroční výkyvy počasí, ale i globální změny klimatu se však začínají projevovat i na množství sněhu, které bývá nedostatečné. Lyžařská střediska proto zavádějí produkci umělého sněhu (Kammer 2002). Nadmořská výška, ve které je přes zimní období dostatek sněhu pro provozování sjezdového lyžování, se má v Alpách posunout až o 300 metrů během 30 následujících let (Abegg 1996). Produkce umělého sněhu se tedy stává již dnes běžnou součástí provozu sjezdovek. Nejen, že zajistí zlepšení sněhových podmínek pro lyžování, ale zároveň také prodlouží sjezdovou sezónu na maximum.

Umělý sníh však nemá stejné vlastnosti jako sníh přírodní. Má jiné fyzikální i chemické vlastnosti a má také menší tepelnou izolační schopnost. Výroba umělého sněhu je také velmi náročná z hlediska spotřeby energie a vody. V neposlední řadě tu je vliv na vegetaci sjezdovky mechanickým narušením rostlin a změnou fenologického cyklu (zkrácení vegetační doby). Sníh na uměle zasněžovaných svazích roztává průměrně o 2 – 4 týdny později než na svazích s přírodním sněhem (Rixen et al. 2004).

## **2. Cíl práce**

Umělé zasněžování má významný vliv na vegetaci sjezdovek i okolní prostředí. Cílem mé bakalářské práce je shrnout dosavadní znalosti, jak velký tento vliv na vegetaci je, jak se projevuje či jak by bylo možné negativní vliv umělého zasněžování zmenšit na minimum. Práce může sloužit jako výchozí bod pro další výzkum v oblasti výzkumu vlivu umělého zasněžování na vegetaci.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Travinná a keříčková vegetace

#### 3.1.1 Obecná charakteristika travinné a keříčkové vegetace

Travinnou a keříčkovou vegetaci řadíme mezi tzv. nelesní biotopy. Tyto biotopy jsou pestřejší než biotopy lesní. Na suchých stanovištích a chudých půdách jsou to zejména ve vyšších polohách podhorské a horské smilkové trávníky, které místy přecházejí do sekundárních podhorských a horských vřesovišť. Na živinami bohatších stanovištích se vyskytují mezofilní ovsíkové louky, výše horské trojštětové louky. Často se vyvíjely teprve v posledních desetiletích na místech po opuštěných polích, což ovlivňuje jejich druhovou rozmanitost. Na vápencích se objevují bohaté širokolisté suché trávníky. Na suchých okrajích dřevinných porostů se místy vyvinula i vegetace mezofilních bylinných lemů. Velký význam mají porosty na rašelinných loukách a rašeliništích. Nevápnitá mechová slatiniště a přechodová rašeliniště se vyznačují porosty s převládajícími nízkými ostřicemi nebo mechorosty. V běžně obhospodařované krajině dnes vesměs přežívají jen v maloplošných chráněných územích (Chytrý 2007).

Louky a pastviny jsou polopřirozená travinná společenstva, která patří na území našeho státu mezi nejrozšířenější biotopy bezlesí. Nacházejí se roztroušeně po celém území ČR od nížin až do hor. Pro travinné ekosystémy mírného pásu je typické semiaridní kontinentální klima středních zeměpisných šířek, kdy většina srážek spadne jako sníh. Velkoplošně jsou vázány na oblasti s extenzivním způsobem zemědělského hospodaření. Jejich výskyt je podmíněn jak úživností půdy a její vlhkostí, tak činiteli, kteří blokují přirozený vývoj vegetace (sukcesi) a udržují louky a pastviny v travinobylinných společenstvech. V optimálním případě jsou těmito činiteli sečení, pastva, nebo jejich kombinace. Louky a pastviny představují široké rozpětí různých společenstev, která jsou důležitou krajinotvornou součástí české krajiny, zdrojem druhové rozmanitosti a útočištěm mnoha ohrožených druhů organismů. Vyskytují se zde trvalky, mezofitní trávy a byliny, které jsou fyziologicky aktivní v průběhu růstové sezony s průkazným omezením v létě. K celkovému zastavení růstu pak dochází v zimě. Dominují především jednoděložné



rostliny (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*), z dvouděložných jsou významné čeledi *Asteraceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*. Z růstových forem převažují hemikryptofyty a geofyty, příležitostně se objevují i chamaefyty a fanerofyty (polokeře a keře). Přítomnost terofytů je výjimkou. Hemiokryptofyty tvoří z hlediska potravy nejvýznamnější součást vegetace. Mnoho z nich zachovává zelená pletiva i přes zimu, proto na povrchu země zůstává stálý podíl nadzemní biomasy. V našich oblastech jsou travinná společenstva prakticky stálezelená (Rychnovská 1993).

### **3.1.2 Podhorská a horská travinná a keříčková vegetace (vegetace sjezdovek)**

Podle nadmořské výšky rozlišujeme jednotlivé vegetační stupně. Pokud se zaměříme pouze na hory, nejnižším vegetačním stupněm je stupeň podhorský (supramontánní), který v České republice dosahuje 800 – 900 m. n. m. Je to poslední stupeň, do kterého u nás zasahuje osídlení a krajina je zde výrazně změněná člověkem. Na podhorský vegetační stupeň navazuje ve vyšších nadmořských výškách stupeň horský (montánní). Jeho horní hranice je zároveň horní hranicí lesa, která není vždy stejná. V českých pohořích se v Krkonoších pohybuje kolem 1250 m n. m. Nad touto hranicí se již rozprostírá subalpínský vegetační stupeň (stupeň kosodřeviny). Původně byl tvořený téměř souvislými porosty kosodřeviny (*Pinus mugo*). Ty však byly zdecimovány kvůli získání pastvin a místo nich sekundárně vznikly horské louky. Posledním vegetačním stupněm u nás je stupeň alpínský. Začíná tam, kde končí porosty kosodřeviny. V Čechách je naznačený pouze na čtyřech nejvyšších vrcholech Krkonoš (nad 1550 m n. m.) Podnebí zde znemožňuje růst jakýchkoliv vyšších dřevin a typické jsou porosty alpínských luk s množstvím pravých alpínských druhů (Dítě et al. 2010).

Travinnou a keříčkovou vegetaci podhůří a hor můžeme dále dělit do tříd pomocí fytoecologických snímků (seznamů rostlinných druhů s údaji o jejich kvantitativním zastoupení na malých plochách). Podle Chytrého (2007) rozlišujeme tyto kategorie :

### 3.1.2.1 Alpínská vřesoviště

Třída Arkticko-alpínské keříčkové vegetace – Keříčková vegetace arktických tunder a alpínského stupně pohoří boreální a temperátní zóny Euroasie. Tato vegetace se převážně vyvíjí na kyselých horninách. Dominantní jsou zde především keříčky z čeledí *Vacciniaceae*, *Ericaceae*, *Empetraceae* a *Diapensiaceae*. Ve srážkově chudých tundrách a severních pohoří se vyskutují především nižší a odolnější keříčky (např. *Vaccinium myrtillus*, *V. gaultherioides*, *Arctostaphylos alpinus*), které svými plochými a hustými listy vytvářejí ochranu před větrem a udržují uvnitř prostoru relativně příznivé mikroklima. Běžné jsou také druhy s jehlicovitými listy, např. *Empetrum nigrum* či *Calluna vulgaris* a porosty keříčkovitých lišejníků (zejména zástupci rodů *Alectoria*, *Cetraria*, *Thamnotia*). Tato společenstva najdeme na ekologicky nejextrémnějších stanovištích nad horní hranicí lesa, obvykle v nadmořské výšce nad 1400 m. U nás se vyskytují pouze v nejvýše položených částech Krkonoš (např. na Sněžce, Studniční a Luční hoře), Hrubého Jeseníku (Petrovy kameny, Břidličná) a Králického Sněžníku.

### 3.1.2.2 Acidofilní alpínské trávníky

Třída Alpínských trávníků - Druhově chudá společenstva přirozených alpínských trávníků na exponovaných vrcholech, hřebenech a strmých skalnatých svazích. Rostou na mělkých a chudých půdách na podkladu kyselých silikátových hornin. V porostech převládají rostliny schopné snášet extrémní klimatické podmínky nejvyšších horských poloh, nejčastěji trsnaté traviny nižšího vzrůstu (*Carex spp.*, *Festuca spp.*, *Juncus trifidus*, *Nardus stricta*). Často tvoří mozaiku s keříčkovými společenstvy alpínského vřesoviště. Roste na mělkých, silně kamenitých půdách s malým podílem humusu i jílovitých částic. Alpínské trávníky se vyskytují stejně jako předchozí kategorie nad horní hranicí lesa, kde jsou vystaveny stresujícím klimatickým faktorům jako je silné větrné proudění, nízké teploty, krátká vegetační sezona a časté promrzání půdy. U nás je můžeme nalézt opět v nejvyšších oblastech Krkonoš a Hrubého Jeseníku.

### 3.1.2.3 Bazifilní alpínské trávníky

Třída Bazifilních alpínských trávníků – Vegetace květnatých skalních trávníků v subalpínském a alpínském stupni. Na lavinových drahách a ve skalních žlebech, kde jsou keře a stromy vytlačeny vlivem pohybu sněhu, se tato vegetace může vyskytovat i v montánním stupni. Vytváří se na horninách s vysokým obsahem vápníku, zejména dolomitech a vápencích. Jejím stanovištěm jsou především skalnaté svahy, žleby, skalní žebra a vrcholy s mělkými, nedostatečně vyvinutými půdami. Tato vegetace je dobře zásobena vodou pouze na jaře při tání sněhu, později je díky účinku větru a vysokým teplotám na osluněných skalách vody nedostatek. Dominantní porosty v této třídě jsou traviny ( *Calamagrostis varia*, *Carex ferruginea*, *C. firma*, *Festuca versicolor*). Společně se zde vyskytují jak druhy arkticko-alpínské, tak druhy mírně teplomilné. V ČR se alpínské trávníky vyskytují pouze ve Velké Kotelní jámě a Obřím dole v Krkonoších a ve Velké kotlině v Hrubém Jeseníku.

### 3.1.2.4 Subalpínská vysokobylinná a křovinná vegetace

Třída subalpínské vysokobylinné a křovinné vegetace - Přírozená nelesní společenstva vysokých bylin v subalpínském vegetačním stupni, vyjímečně se může vyskytovat i ve stupni supramontánním a montánním. Dominantní jsou zde statné druhy trav rodu *Calamagrostis* (třtina), *Molinia* (bezkoleneček), široolisté druhy trav rodu *Adenostyles* (havez), *Petasites* (devětsil), *Veratrum* (kýchavice) a také kapradiny (*Dryopteris filix-max*, *Anthyrium distentifolium*). Mimo bylinnou vegetaci zde nalezneme také již společenstva subalpínských křovin, kde bylinné patro tvoří vysokobylinné nivy a keřové různé druhy rodu *Salix*, *Betula*, *Alnus* a *Sorbus*. Tato vegetace osídluje stanoviště, kde je kvůli chladnému klimatu, pádům lavin či většímu množství sněhu znemožněn vývoj lesa. Půdy bývají hluboké, humózní, dobře zásobené vodou a živinami. Důležitá pro přísun živin je eolická sedimentace a často také lavinový transport materiálu. Tato třída se rozděluje do několika svazů, jednotlivé svazy však rozepisovat nebudu. Vegetaci této třídy nenalezneme opět v Krkonoších, Hrubém Jeseníku, některé svazy na Králickém Sněžníku a Šumavě.

### 3.1.2.5 Louky a mezofilní pastviny

Třída luk a mezofilních pastvin - Vegetace temperátních evropských a záposibiřských luk a pastvin na mezofilních až vlhkých, živinami bohatých půdách. Ráz společenstev udávají vytrvalé trávy a dvouděložné byliny, které tvoří druhově bohaté porosty o výšce až do 1,5 m. Většinou se jedná o druhy, které jsou schopné rychle obnovovat svoji nadzemní biomasu (*Dactylis glomerata*, *Phleum pretense*, *Rumex obtusifolius*). Tím se tato společenstva dokonale přizpůsobují hospodářskému využívání. Mechové patro není kromě některých typů vlhkých luk příliš významné ani druhově bohaté. Tato třída je hojně zastoupená, najdeme ji po celé ČR, její rozšíření se zhruba kryje s biotem opadavých listnatých lesů. Louky a pastviny této třídy nahrazují původní společenstva listnatých lesů, pro jejich udržení je třeba redukce nadzemní biomasy sečí či pastvou, někdy jen sešlapem. Kvůli odběru biomasy je však ekosystém ochuzován o živiny a je proto třeba umělého přihnojování. Na území ČR je většina druhů luk a pastvin původních, rostly ve světlých lesích a otevřených plochách a udržovány byly pastvou velkých herbivorů. Druhově bohaté louky jsou dnes reliktem z období extenzivního až mírně intenzivního obhospodařování. Hlavními ekologickými gradienty, které ovlivňují složení luční vegetace je půdní vlhkost, pH a dostupnost živin. Třídu můžeme rozdělit do dvou řádů, mezofilní louky a pastviny a vlhké louky. Řády se dále dělí na několik svazů, popisovat je dále nebudu.

### 3.1.2.6 Smilkové trávníky a vřesoviště

Třída Smilkové trávníky a vřesoviště - Vegetace acidofilních trávníků a vřesovišť, kde převažují druhy s atlantským a subatlantským rozšířením. Najdeme ji nejčastěji na silně kyselých a živinami chudých půdách. Nedostatek živin znamená výhodu pro keříčky, které na rozdíl od hemikryptofytů nemusí obnovovat každý rok celou svou nadzemní biomasu. Keříčky jsou zase ale oproti jim méně odolné velkým mrazům. Dominantním zástupcem v této třídě je *Calluna vulgaris* a *Vaccinium myrtillus*. Na chudých půdách se společenstva keříčků prolínají s acidofilními trávníky *Nardus stricta*. Tyto trávníky stejně jako porosty borůvky jsou vázané na

místa s výraznou sněhovou pokrývkou. Smilkové trávníky a vřesoviště jsou přirozenou vegetací v blízkosti alpské hranice lesa. Tato třída se opět dělí do několika řádů, rozepisovat je však nebudu. Přirozená vegetace z této třídy je rozšířená pouze nad horní hranicí lesa v Krkonoších a Hrubém Jeseníku, ojediněle na Šumavě, druhotnou ji nalezneme roztroušenou po celé České republice.

### **3.1.3 Způsob obhospodařování**

Nelesní biotopy je třeba nějakým způsobem obhospodařovat a tím udržovat. Těmto zásahům do biotopu říkáme management, který může být asanační nebo regulační. Asanačním managementem rozumíme tvrdý zásah do vegetace, aby se rychle a zásadně změnila její struktura a složení. Druhý, regulační management představuje pravidelnou, pozvolnou optimalizaci stávajícího stavu. Je hlavním způsobem péče o vegetaci. Smyslem managementu je zamezit tomu, co biotopy nejvíce ohrožuje (ať reálně či potenciálně) (Sádlo 2004).

#### **3.1.3.1 Pastva hospodářských zvířat**

Pastva hospodářských zvířat má na našem území dlouhou minulost. Chov dobytka byl založen převážně na pastvě téměř do 19. století. S intenzifikací zemědělství se však začalo přecházet na stájový chov, aby se zajistilo dostatek chlévské mrvy pro zvětšující se produkci polí a luk. V dnešní době je pastva hospodářských zvířat používána jako jeden typ regulačního managementu. V praxi se používají dva typy pastevních systémů, rotační a kontinuální. Rotační pastva je definována jako střídání doby pasení s dobou obrůstání. Oproti tomu při kontinuální pastvě je ponechán dobytek na jednom místě celou pasevní sezonu a nepřetržitě toto místo spásá. Ke zvířatům využívaných k pastvě řadíme skot, ovce, kozy a koně. Každý druh má své specifické vlastnosti vypásání a proto je vhodné na prostoru druhy zvířat střídat (nevznikají tak tzv. nedopasky, ostrůvky nespasené vegetace). Pomocí tohoto managementu můžeme obnovit původní pastviny, kde porost je

odolný proti okusu a sešlapu, můžeme zamezit sukcesi dřevin, zpřístupnit živiny pro málo produktivní porosty či naopak odstranit živiny a biomasu z eutrofizujících se stanovišť nebo pastvou podporujeme pastevní druhy rostlin (Hejcman et al. 2004).

### **3.1.3.2 Seč**

Seč je tradiční metoda využívaná jak k získání krmiva pro hospodářská zvířata, tak pro udržení druhové skladby a struktury porostů v optimálním stavu. Období a počet sečí je volen dle typu porostu, nadmořské výšky, zeměpisné orientace, tvaru a svažitosti pozemku, klimatických i půdních podmínek. V našich podmínkách seč probíhá zhruba 2 x ročně (1 – 3 x ročně). Některé biotopy dokonce seč vyžadují jednou za více let. Na jiných stanovištích je seč kombinována s pastvou hospodářských zvířat (např. mechanické ošetření travních porostů z jara). Pokud chceme sečí eliminovat některý druh, má být seč načasována do fenofáze květu tohoto druhu, u vegetativně šířených druhů však musí být seč provedena víckrát za sezónu. U managementu sečí je třeba dbát na výšku seče, optimální posečený porost je vysoký 6 – 8 cm. Pokosená biomasa se buď přímo odváží přímo po kosení (zelené krmivo), je ponechána několik hodin až dnů na místě a poté odvezena (senáž) nebo je přímo na místě usušena a až suchá se odváží (seno). Z hlediska dotování porostu diasporami je nejvhodnější poslední způsob odvozu pokosené biomasy. Na lokalitách s výskytem vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů je vhodné použít tzv. fázový posun seče. To znamená, že není posečena celá plocha najednou, ale 1/5 – 1/3 je ponechána a posečena později nebo až další vegetační sezónu. Toto opatření umožňuje vysemeňování druhů s rozdílnou dobou dozrávání semen (Klaudisová 2004).

### **3.1.3.3 Narušení půdního povrchu travinných a suchomilných porostů**

Na opakovaném narušování prostředí je závislých mnoho druhů i celých biotopů. Tyto druhy bývají konkurenčně méně zdatné, ale dokážou rychle osídlit čerstvě narušený půdní povrch a tím dočasně předstihnout druhy konkurenčně

silnější. Management narušování půdního povrchu můžeme chápat jako opakované zmlazování porostu nebo jeho udržení v počáteční fázi zarůstání volné plochy. Tento typ managementu je velmi vhodný u vegetace mělkých půd, smilkových porostů a vřesovišť. Rozlišujeme základní dva typy narušování povrchu. Prvním je tzv. pomístní maloplošné narušování, které stabilizuje skladbu biotopu se zvýšeným podílem krátkověkých dvouděložných druhů (např. rod *Gentianella*), druhým typem je silnější a plošné narušení povrchu. Ten uplatňujeme na místech kde chceme biotop udržet v počátečním stadiu sukcese nebo již zarůstající porost k počátku sukcese navrátit. Aby se zamezilo hromadění stařiny i tvorbě půdy s vyvinutým humusovým horizontem, je třeba vegetaci odstraňovat i s podzemními orgány a svrchní vrstvou půdy. Velice vhodný je např. pojezd traktorem, buldozerem, spolupráce s místními fanoušky terénních motocyklů apod. Cílem narušení půdního povrchu je mozaika narušených plošek sousedících se spojenou vegetací (Sádlo et al. 2004).

#### **3.1.3.4 Vypalování**

Oheň byl vždy přirozený faktor ovlivňující vývoj biotopů. V dnešní době již nedochází k požárům v takové míře ani rozsahu. Pravidelné vypalování určitých biotopů má však dlouhou tradici. Především vřesoviště a některé typy suchých trávníků nejen že snesou oheň, ale ten je dokonce omladí mnohem lépe a radikálněji než zavedení pastvy. Management vypalování vlastně představuje řízený požár založený v přírodě. Prvotním cílem je odstranění nadzemní biomasy, další významy vypalování jsou ovlivnění konkurenčních vztahů, změna obsahu živin v půdě, změna světelných podmínek a ovlivnění dormance semen v půdě. Rozlišujeme dvě metody vypalování a to s ohněm menší intenzity u mladších porostů, kdy plameny jen rychle přeletí po vyšších částech vegetace a s ohněm střední intenzity u starších porostů, kdy porost hoří déle a je zasažen celý, včetně větší části povrchového opadu. Tento druh managementu je vhodné provozovat za holomrazu (prosinec – únor) (Prausová, Sádlo 2004).

### 3.1.3.5 Vápnění a hnojení

Vápnění travinných porostů je technika poměrně novodobá, používaná pouze poslední dvě století. Zabezpečuje dodání vápníku (Ca), jakožto minerální výživy pro rostliny i půdní organismy. Vápnění také velkou mírou ovlivňuje půdní reakci a také biologické, chemické i fyzikální vlastnosti půdy. Půdy se stávají vyvápněním propustnějšími pro vodu a více výhřevnější, bývá zde pestřejší skladba porostu a jsou podporovány druhy náročnější na karbonáty (např. *Festuca pratensis*, *Bromus erectus*). Naopak druhy vápnostřezné jsou potlačeny (např. *Calluna vulgaris*, *Nardus stricta*). Vápnění jednotlivých travinných společenstev je tedy velmi diferenciované a je třeba postupovat velmi opatrně. Pokud se u daného biotopu jeví vápnění jako účelné opatření, je nejvhodnější použít uhličitán vápenatý ( $\text{CaCO}_3$ ) ve formě mletého vápence nebo při melioračním vápnění oxidovanou formu vápníku ( $\text{CaO}$  – pálené vápno). Nejvhodnějším termínem pro vápnění je jaro, tedy počátek vegetace. Při tomto managementu je třeba sledovat vývoj skladby porostu a změny půdních vlastností (Klimeš et al. 2004).

Hnojení slouží k doplnění živin odebraných při sklizni a odvozu biomasy. Hnojiva a statková hnojiva mohou být používána jen tehdy, pokud nehrozí jejich vniknutí do povrchových či podzemních vod. Pokud chceme udržet charakter biotopu, měla by platit rovnice

$$\text{frekvence a intenzita dodávaných živin} = \text{odběr biomasy}$$

Je třeba však počítat s tím, že živiny se do biotopu dostávají i jiným způsobem než hnojením člověkem (např. splach z okolí) (Blažková 2004).

### 3.1.3.6 Odstraňování náletových dřevin z porostů

Tento typ managementu je aktuální ve velké části biotopů. Rozlišujeme dva typy odstraňování náletových dřevin a to ozdravení zanedbaného porostu na počátku soustavné péče a likvidaci mladých jedinců dřevin při průběžné údržbě. V prvním typu tohoto managementu je prvním krokem vykácení náletu, vypálení či postupné



omezování pastvou koz. V dalších letech po zásahu je poté třeba likvidovat výmladky, je však nutné rozlišovat mezi bezcennými náletovými porosty a hodnotnými křovinami. Druhý typ odstraňování náletových dřevin z porostů se zaměřuje na likvidaci semenáčků a výmladků po celý rok. Jednotlivé biotopy v určitém časovém intervalu kontrolujeme a podle potřeby provedeme likvidaci náletů (Sádlo et al 2004).

### 3.1.3.7 Odstraňování invazních druhů rostlin

Invazní druhy rostlin jsou zavlečené, nepůvodní druhy, které mají sklon se rychle šířit do přirozených společenstev a nakonec v této vegetaci zcela převládnout a původní druhy potlačit či dokonce zcela vytlačit. Většina invazních druhů pochází z poslední vlny šíření nepůvodních druhů v 19. a 20. století. Při rozhodování zda konkrétní druh je invazní či ne, se zaměřujeme především na to, jestli při svém šíření na daném biotopu omezuje jiné, původnější druhy, a tím snižuje pestrost našeho přírodního bohatství. Zároveň je třeba brát v potaz, že nebezpečnost invazních druhů se mění podle typů biotopů. V České republice se nyní vyskytuje 90 druhů invazních vyšších rostlin. Pokud nebude zastaveno nebo alespoň omezeno jejich šíření, bude teoreticky trvat, dokud druhy neobsadí všechna vhodná stanoviště. Z těchto 90 druhů však můžeme vyčlenit 31 druhů, které lze označit za nebezpečné a výrazně poškozující vegetaci, do které proniknou. Invazní druh představuje vysokou konkurenci pro přirozenou vegetaci a svým rozrůstáním ji postupně vytlačuje. Dochází tak k poklesu druhové rozmanitosti přirozených společenstev a krajina se stává monotónním porostem určitého invazního druhu. Velkým nebezpečím je tzv. genetické pirátství (introgresivní hybridizace), kdy dochází k narušování genomu rostlin. Příkladem je třeba vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*), která se s našimi domácími vrbovkami neustále kříží a tím je postupně geneticky likviduje předáváním svého genomu. Cílem omezení nebezpečných invazních druhů je ochrana hodnotných společenstev před negativním dopadem invaze a zabránění šíření invazního druhu. Při managementu invazních druhů lze rozlišit tři přístupy: eradikaci, kontrolu a potlačení. Eradikací se rozumí totální zničení všech populací invazního druhu včetně semen, oddenků a jiných částí rostlin umožňujících opětovně

vytvoření porostu na stanovišti. Je to nejkratší a nejnákladnější postup, zároveň však nejúčinnější. Kontrola představuje omezení výskytu druhu. Je to vlastně likvidace okrajových populací sloužících jako centra dalšího šíření. Účinnost tohoto opatření je nižší a je třeba plochy pravidelně kontrolovat a zamezovat opětovnému rozšíření invazní populace. Potlačením se rozumí zabránění dalšímu šíření. Můžeme to považovat za jakési zakonzervování stávajícího stavu a zabránění pronikání do dalších biotopů a stanovišť. Tento proces je dlouhodobý a je opět nutno provádět stálou kontrolu v dalším období. Ošetření ploch nespočívá pouze v likvidaci daného druhu, ale je třeba také zajistit porost, aby nedošlo k opětovnému zarůstání uvolněných ploch nežádoucím druhem (Sádlo et al 2004).

Metody likvidace rozlišuje celkem čtyři: mechanické (vysekávání, vytrhávání, sečení, vyrývání, orba či válcování), chemické (použití herbicidních přípravků nejčastěji na bázi glyfosátů, často užívané v kombinaci s mechanickou metodou), fyzikální (zmrazování, infračervené záření či použití ohně, méně vhodná metoda) a biologické (využití biologických škůdců či pastva) (Křivánek et al 2004).

### **3.1.4 Ochrana travinných a keříčkových společenstev (NATURA 2000)**

Program NATURA 2000 je pojem zavedený směrnicí EHS č.92/43 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Pod názvem Natura 2000 je vytvořena souvislá evropská ekologická soustava zvláště chráněných oblastí. Tato soustava tvořená z lokalit s přírodními stanovišti uvedenými v příloze I a stanovišti druhů uvedenými v příloze II, umožňuje zachovat nebo obnovit tato stanoviště. Naturu 2000 tvoří dva typy území, oblasti zvláštní ochrany (Special Protection areas, SPA) vyhlášené dle směrnice o ochraně volně žijících ptáků a území evropsky významná vyhlášená směrnicí o stanovištích. V příloze I nalezneme seznam typů přírodních a polopřírodních stanovišť z celého území EU, která jsou vzácná, zranitelná, ohrožená či jinak významná. Z travinných a keříčkových společenstev vyskytujících se u nás to jsou tato stanoviště:

- Vřesoviště a křovinná vegetace mírného pásma

- Přirozené travinné porosty
- Facie polopřirozených suchých travinných společenstev a křovin
- Polopřirozené vlhké vysokostébelnaté louky
- Mesofilní travinná společenstva
- Sutě
- Skalnaté svahy s chasmofytní vegetací
- Ostatní skalní stanoviště

(směrnice EHS 92/43 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, 1992).

Díky programu Natura 2000 se předmětem ochrany staly travinná společenstva jako stanoviště rostlin a živočichů. Tento revoluční přístup v ochraně přírody ukázal, že všechny tradičně obhospodařované krkonošské louky, se všemi svými rostlinami a živočichy, jsou přírodní hodnotou evropského významu. Tyto louky jsou domovem obrovského množství druhů rostlin i živočichů, nalezneme na nich téměř třetinu z celkového počtu druhů původní krkonošské flóry. Zároveň jsou také místem setkávání, na jediné smilkové louce potkáme společně alpínské druhy jako např. zvonek český a violku sudetskou, rostliny horských luk zastoupené škardou měkkou či kakostem lesním, obyvatelé živinově chudých půd (rozrazil lékařský) i obecně rozšířené luční kvítí jako zvonek okrouhlostý nebo řebříček obecný. Tyto louky se nikde jinde na světě nevyskytují a vegetační ekologové je nazývají smilkové trávníky horského stupně Krkonoš. Natura 2000 se svým ekosystémově zaměřeným přístupem dodává k ochraně těchto cenných stanovišť potřebné zákonné nástroje, k ochraně lučního porostu již není třeba jen přítomnost vzácného druhu, ale hledí se na celkovou druhovou rozmanitost porostu nebo jeho druhovou skladbu (Březina 2010).

Další revoluční myšlenkou Natury 2000 je umístění ochrany každého evropsky významného přírodního fenoménu do míst, kde to má smysl. Tedy tam, kde se nachází v uspokojivém počtu, rozloze, vitalitě či kvalitě. Počet lučních druhů

v lučním porostu stoupá přímo úměrně ke zvětšující se rozloze luční enklávy, proto je třeba chránit krkonošské louky, že jich tu máme dostatek (Březina 2010).

V poslední řadě je Natura 2000 výjimečná v přiblížení ochrany přírody k lidem. Alfou a omegou ochrany se značkou Natura 2000 je zachování pestré přírody v místech, kde se žije a hospodaří a kde také může zachovalá příroda na obyvatele i návštěvníky bezprostředně působit (Březina 2010).

### **3.1.5 Rekreační využití travinných společenstev**

Hory odedávna přitahovaly turisty a jiné návštěvníky, panoval a panuje tu čilý cestovní ruch. Travinná společenstva se v horském stupni vyskytují poměrně v hojném zastoupení, proto i tento typ vegetace je nějakým způsobem rekreačně využíván. Většina horských oblastí je určitým způsobem chráněna, proto je třeba zde najít kompromis mezi ochranou významných stanovišť rostlin a živočichů a mezi cestovním ruchem. Nejživější cestovní ruch na horách panuje v zimním období, kdy jsou bezlesé vegetace využívány jako sjezdovky k lyžování a jiným zimním sportům. Protože v tomto období je vegetace v útlumu, je možné využít i ty části vegetace, které jsou chráněné a přes léto (hlavní vegetační sezonu) nemohou být turisticky využity. Je proto běžné, že sjezdovky se vyskytují i v první ochranné zóně národních parků, kde je v létě přístup turistům zakázán. Panují zde však přísná bezpečnostní pravidla a probíhají časté kontroly stavu stanovišť, aby nedošlo k jejich poškození (např. nízká sněhová pokrývka je limitujícím faktorem).

První lyže se v Krkonoších objevily asi v roce 1880, kdy se přivezly první dva páry na Petrovu boudu. Prvním opravdovým krkonošským lyžařem byl však až v roce 1889 Oskar Vorweg. V roce 1893 uspořádal tento pán společně s jedním norským studentem v Rokytnici nad Jizerou první lyžařský kurz pro začátečníky. Rokytnice nad Jizerou byla také první obcí jež uspořádala lyžařské závody (Bartoš 2010).

V letním období je využití travinných společenstev mnohem menší. Vegetace je v bujném rozmachu, proto do významnějších oblastí je přístup zcela

zakázán, jinde jen omezen na vyznačené trasy. Pokud travinná společenstva nemají příliš významnou hodnotu, bývají tyto svahy využity např. na sjezdy terenních koloběžek, bobových drah a jiných turistických atrakcí (především v blízkosti rekreačních center).

Formování horské turistiky začíná přibližně koncem 18. století. Původní boudy sloužící k budnímu hospodářství jsou přestavovány na turistické chaty, budují se nové komunikace. Jsou také postaveny první lanovky, které spojují turistická centra vrcholových partií ([www.krnap.cz](http://www.krnap.cz)).

## **3.2 Umělé zasněžování**

Sjezdové lyžování je v dnešní době velice oblíbené sportovní odvětví. Má však veliký vliv na životní prostředí. S obrovskou popularitou tohoto sportu vzrůstá také tlak na stavbu nových lyžařských areálů či alespoň rozšíření těch stávajících. Za poslední čtyři roky stoupla přepravní kapacita 15 největších lyžařských center v České republice téměř o třetinu (Flousek 2009). Výstavba lanovek a vleků, terénní úpravy sjezdovek, rozvody technického zasněžování a další stavební činnosti související s provozem sjezdovek vedou k plošnému poškozování a změnám vegetačního krytu (Harčarik 2009). K těmto stavebním problémům se přidává také problém s nedostatkem přirozeného sněhu. Nadmořská výška, ve které je přes zimní období dostatek sněhu pro provozování zimních sportů, se v evropských Alpách má posunout až o 300 m nahoru během následujících 30 let (Abbeg 1996). Proto se dnes na téměř každé sjezdovce zavádí produkce umělého, tzv. technického sněhu.

### **3.2.1 Princip umělého zasněžování**

Jak již bylo řečeno, umělé zasněžování se stalo dnes již nezbytným předpokladem pro provoz lyžařských areálů a najdeme je tedy téměř na každé sjezdovce. K vytvoření umělého sněhu slouží sněžná děla (obr. 1). Na rozdíl od přírodního sněhu, který vzniká desublimací vodní páry ze vzduchu na sněhové

vločky, technický sníh je tvořen zmrzlými kapičkami vody. Sněhová děla se pouští při asi -3 °C. Voda je odčerpávána z malého rybníka či nádrže do vedle stojící chladicí věže (obr. 2). Odtud odtéká do jímky, kde je čerpána tlakovými čerpadly. Tato čerpadla ji vhánějí do tzv. budníků, což je elektrické připojení pomocí potrubí uloženým v zemi. Zpravidla se zakopává do zámrné hloubky, což je cca 1,5 m. Voda je poté tryskami ve sněžném děle roztržena na malinké kapičky, které mohutný ventilátor vhání ven. Kapičky během letu ve vzduchu zamrzají a přetváří se na sníh. Je proto vhodné kapičky vody udržet co nejdéle ve vzduchu, aby řádně promrzly (především při vyšších teplotách). Velmi důležitá je také velikost kapiček vody, řádově kolem 100 um, větší kapka vody nestačí promrznout. (Čech 2009)



*Obr. 1 Sněžné dělo (zdroj [www.demacsnow.cz](http://www.demacsnow.cz), cit. 20.3.2011)*



*Obr. 2 Chladicí věže (zdroj [www.demacsnow.cz](http://www.demacsnow.cz), cit. 20. 3 .2011)*

### **3.2.2 Vlastnosti sněhu a jejich srovnání se sněhem umělým**

Sníh je tvořen ledovými krystalkami seskupenými do sněhových vloček. Tyto krystalky jsou formovány v podmínkách nízké koncentrace molekul vody, proto nevzniká celistvá masa. Tvar krystalek je formován pomocí tepla, tlaku a koncentrace molekul vody (vlhkosti). Důležitým faktorem na velikost sněhové vločky má také čas, proto jsou vločky umělého sněhu menší a sníh je celkově hutnější. Sníh je velmi dobrým tepelným izolantem, u čerstvě napadaného sněhu je součinitel tepelné vodivosti asi  $0,03 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  (Chytrý 1993). Tato vlastnost sněhu je pro vegetaci velice důležitá, bez sněhové pokrývky trpí půda promrzáním. Sníh také umožňuje poměrně dobrou plynovou výměnu a má velmi malou tepelnou vodivost (této vlastnosti se využívá např. při stavbě iglů).

Umělý sníh má jiné fyzikální i chemické vlastnosti než sníh přírodní a taje o 2 – 6 týdnů později. Liší se především svou krystalickou strukturou, tvoří krystaly sférické a ne dendritické jako přírodní sníh. (Rixen et al. 2004) Z tohoto důvodu upravované sjezdovky mají vyšší hustotu, tvrdost i obsah vody než plochy s neupraveným sněhem. Rixen (2003) uvádí, že v jednotce objemu oproti přírodnímu sněhu může být až dvojnásobné množství vody. Komprese sněhu zvyšuje jeho tepelnou vodivost a v důsledku této nižší tepelné izolace teplota povrchu půdy klesá

až hluboko pod bod mrazu. Toto může být velice negativní prvek na vegetaci, která nesnese dlouhé mrazy či úplně promrznutí půdy. Na uměle zasněžovaných svazích se také zhoršuje výměna plynů, protože technický sníh má menší prodyšnost než sníh přírodní.

### 3.2.3 Historie umělého zasněžování

První pokusy vyrobit umělý sníh se konaly v Kanadě ve 40. letech 20. století. Zjistili, že když se pod tlakem rozstříkuje vodní mlha do proudu podchlazeného vzduchu, zmrzne na krystalky ledu podobné přírodnímu sněhu. První sněžné dělo jako takové ale vzniklo až roku 1954 v Americe. Do České republiky se první sněžné dělo dostalo roku 1965 a poprvé bylo vyzkoušeno v Telnici nedaleko Ústí nad Labem. Na tom všem měl zásluhu především profesor ČVUT Vladimír Chlumský. (Vorlíček 2011) Odtud se sněžná děla pomalu rozšířila po celé České republice a dnes jen málokterá sjezdovka nepoužívá umělé zasněžování. Existuje spousta typů sněžných děl, hlavní rozdělení je však na klasická sněžná děla (obr. 1) a zasněžovací tyče (obr. 3).



Obr. 3 Zasněžovací tyč (zdroj [www.demacsnow.cz](http://www.demacsnow.cz), cit. 20. 3. 2011)



### 3.2.4 Problematika umělého zasněžování

Umělé zasněžování sjezdovek výrazným způsobem ovlivňuje travní porosty (louky, pastviny), které se vyskytují pod nimi. Řada studií prokazuje významný negativní vliv technického sněhu na vodní poměry a přírodní prostředí jako takové. Již bylo řečeno, že umělý sníh má jiné vlastnosti než sníh přírodní. Umělé zasněžování ale ovlivňuje více oblastí přilehlého ekosystému.

#### 3.2.4.1 Akumulace a odběr vody, spotřeba energie

Výroba umělého sněhu je náročná na spotřebu elektrické energie a vody. Voda bývá čerpána z místních zdrojů a tím může způsobit změny vodního režimu v krajině. K vytvoření 1 m<sup>3</sup> umělého sněhu je potřeba 250 – 500 l vody. Při vrstvě 20 – 35 cm sněhu to je neskutečné množství 700 000 – 1 200 000 litrů na 1 hektar sjezdovky. Bohužel zatím nebyla vypracována studie, jak se tento obrovský odběr vody v době minimálních zimních průtoků projevuje na celoroční dostupnosti vody pro obyvatele a návštěvníky lyžařských center. Ve francouzských Alpách se udává pokles průtoku vody až o 70 %. (Harčarik 2009) Pokles vodní hladiny je znatelný i na velkých vodních plochách. Podle Čermáka (2004) hladina Štrbského plesa v Tatrách klesne během lyžařské sezony až o 1 metr. Problému s nedostatkem vody se předchází výstavbou umělých vodních nádrží (obr. 4). Tím dojde k dalšímu zabránění půdy, k dalším změnám reliéfu a k čerpání vody z údolí do vyšších poloh. Rixen (2002) zmiňuje, že povrchová voda používaná na přípravu technického sněhu mívá více minerálních látek (např. dusičnanů, iontů, vápníku, chloridů a síranů) a může být až čtyřikrát vodivější než dešťová voda. Proto může sloužit jako hnojivo. Častěji se však projevuje vliv nadměrného dodání vody (akumulace) a následný splach živin při tání technického sněhu.



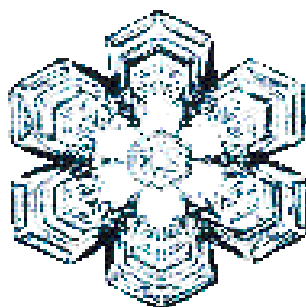
Obr. 4 Umělé zasněžovací nádrže na vodu (zdroj [www.demacsnow.cz](http://www.demacsnow.cz), cit.20.3.2011)

Dalším problémem výroby umělého sněhu je spotřeba energie. Zasněžovací zařízení jsou velmi energeticky náročná a tím nepřímo ovlivňují životní prostředí i v jiných lokalitách. Ovlivňují mnohem rozsáhlejší území než jsou samotné lyžařské areály např. výstavbou nových zdrojů energie, produkcí emisí CO<sub>2</sub> apod. V Alpách se odhaduje spotřeba energie při umělém zasněžování na 600 GWh ročně (Flousek 2009).

#### **3.2.4.2 Problematika kondenzačních jader pro tvorbu umělého sněhu**

V souvislosti s globálním oteplováním je relativně málo dní, kdy je teplota vhodná pro výrobu umělého sněhu. Proto se používají chemická nebo biologická aditiva, která fungují jako krystalizační jádra a tím urychlují mrznutí kapek vody. Tyto přípravky přispívají k eutrofizaci půdy i vodních toků a ke změně půdních poměrů (Flousek 2009). Nejčastějším přípravkem používaným na celém světě je přípravek zvaný Snomax což je zdroj bílkovin nukleujících vodu. Tato bílkovina usnadňuje proces tuhnutí tak, že slouží jako nukleací jádro krystalů. Zvýší tím teplotu přeměny skupenství vody o 4 – 5 °C (zasněžování s tímto přípravkem je možné již od – 3 °C, bez něj až na – 7 °C). Sněhové vločky mají tvar hexagonálního ledového krystalu (obr. 2). Tmavá skvrna uprostřed sněhové vločky na obr. 5 je protein vytvořený vymraženou odrůdou bakterie *Pseudomonas syringae*. Tato

bakterie působí právě jako kondenzační jádro, přitahuje molekuly vody a pomáhá jim nukleovat do podoby krystalů (Calábek 2006). Patogenita lyžátu této bakterie zatím nebyla žádnou odbornou studií prokázána.



*Obr. 5 Krystal sněhové vločky (zdroj Calábek 2006)*

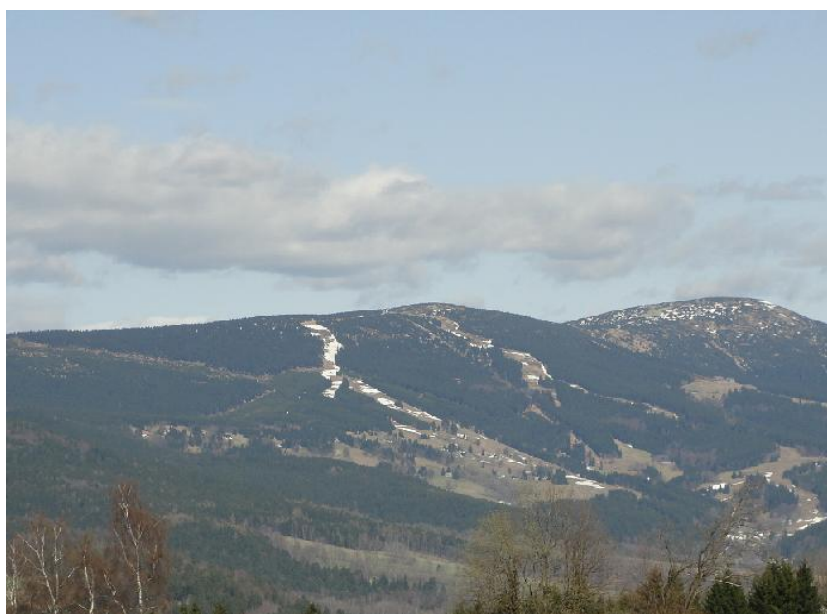
Na sjezdových tratích využívaných k lyžařským závodům se také někdy používají chemická činidla zpevňující sníh jako je dusičnan amonný. Ten může působit jako hnojivo (Rixen et al. 2000). Při používání aditiv na bázi amonných iontů se dočasně zvyšuje biomasa vegetace, ale v dlouhodobějším měřítku se snižuje její diverzita (Harčarik 2009).

### **3.2.4.3 Zkrácená vegetační doba a její vliv na vegetaci**

Výška sněhové pokrývky na uměle zasněžovaných svazích se oproti svahům s přirozenou sněhovou pokrývkou výrazně liší. Sníh tu leží déle, a proto se zkracuje vegetační doba rostlin (obr. 6). Výsledkem je nižší diverzita organismů, nižší produktivita stanoviště a složení vegetace se posouvá k později kvetoucím druhům. Nelesní společenstva na místě sjezdovek a lanovek jsou nahrazována druhově velmi chudými společenstvy travin, tvořenými často geneticky nepůvodními druhy ze směsí používaných k zatravňování sjezdovek. Na přirozené louky dopadá více semen než na sjezdovky, proto je zde semenná banka bohatší a sjezdovky je třeba uměle ozeleňovat. Používané osivo však často nepochází z vhodného biotopu a na louky jsou zavlékány nepůvodní druhy, které mohou být konkurenčně silnější a vytlačit odtud druhy původní nebo způsobit jejich genetickou korozi (Harčarik 2009).

Na uměle nezasněžovaných svazích dominují rostliny přizpůsobené nízké sněhové pokrývce a odolávající vysokým mrazům, naopak na uměle zasněžovaných svazích najdeme především rostliny s krátkou vegetační dobou. Je proto nutné omezovat produkci umělého sněhu na stanovištích s výskytem rostlin nesnášejících dlouhé ležení sněhu. Takovými stanovišti jsou např. alpské vřesoviště, kde prodloužení sněhové pokrývky umělým zasněžováním či sešlap a komprese sněhu má za následek rozšíření borůvky na úkor vřesu. Také alpské trávníky nesnáší dlouhou dobu sněhové pokrývky a komprese sněhu. (Chytrý et al 2007) Bylo zpozorováno, že čím déle byl používán technický sníh, tím byl větší úbytek v pokryvnosti u trav a časně kvetoucích rostlin (Wipf et al. 2005).

V důsledku zkrácení vegetační sezony a rolbování dochází také ke zmenšení produkce biomasy (Wipf et al. 2005). Naopak zvýšení sněhové pokrývky umělým zasněžováním zmírňuje mechanické poškození vegetace hranami lyží a snowboardů i rolbami (Rixen et al., 2003).



*Obr. 6 Delší doba sněhové pokrývky na sjezdovkách s umělým zasněžováním*

## 4. Diskuse

Z předchozí literární rešerše je zřejmé, že umělé zasněžování má negativní vliv na travinné ekosystémy pod sjezdovkami a přilehlé okolí. Tento negativní vliv není zanedbatelný, ba právě naopak v některých společenstvech je přímo destruktivní (např. vřesoviště). S obrovskou spotřebou vody i energie je umělé zasněžování velmi ekologicky náročné. Pro přirozený vývoj travinných a keříčkových společenstev by bylo žádoucí výrazné omezení tohoto umělého zasněžování. V úvahu je ale nutno také brát ekonomickou situaci horských a podhorských vesnic a měst, která mnohdy bývají zcela závislá na příjmu z cestovního ruchu. Např. Flousek (2009) uvádí, že pro oblast Krkonoš je to téměř 80 % obyvatel. Je proto třeba hledat kompromisy, které budou vyhovovat oběma stranám a tento nelehký úkol dnes a denně řeší správy národních parků a jiných chráněných území, kde se vyskytují sjezdovky a lyžařské areály. Je také třeba se zamyslet nad dnešním trendem rozrůstajících se lyžařských areálů a stavěním nových a nových center. Přírodní a klimatické podmínky jsou takové, že není možno bez umělého zasněžování již provozovat lyžařské vleky a lanovky v nižších polohách, přesto i tam stále přibývají. Vliv umělého zasněžování na mizení chráněných druhů rostlin zatím nebyl prokázán, ale jak uvádí Harčarik (2009), vliv umělého sněhu na přírodu je kumulativní. Vzhledem k tomu, že intenzivní zasněžování technickým sněhem probíhá cca 30 let, je možné že neblahé důsledky tohoto počínání teprve zjistíme. Kammera (2002) však uvádí, že rozdíly na vegetaci, kde se používal umělý sníh se projevily po 10 letech. Velkým problémem, týkající se přímo vegetace, bývá na sjezdovkách mechanické porušení pokryvu rolbami či přímo lyžaři. Tomuto naopak umělé zasněžování zabraňuje vyšší vrstvou sněhové pokrývky. Můj názor je na danou problematiku po prostudování všech dostupných materiálů takový, že umělé zasněžování musíme brát jako věc danou a nutnou pro provoz sjezdovek. Bylo by ale třeba při praktikování výroby umělého sněhu více dbát na okolní prostředí a stanoviště s významnými druhy nejlépe zasněžování vůbec nepodrobovat.

## 5. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo shromáždit informace od domácích i zahraničních autorů a vytvořit tak náhled na problematiku umělého zasněžování.

Umělé zasněžování je antropogenní vliv, který má obvykle negativní důsledky pro travinné a přilehlé ekosystémy sjezdovek. Jedná se zejména tyto vlivy:

- výrazné zvýšení spotřeby vody a následné ovlivnění vodních toků v okolí a tím celý vodní cyklus. S touto spotřebou přímo souvisí přečerpávání vody z údolí na svahy, kde při tání sněhu dochází k hromadnému splachu živin
- významná spotřeba energie (doprava a přečerpávání vody, vodní děla, použití rolby při rozhrnutí sněhu) a s tím související výstavba dalších zdrojů energie apod.
- technický sníh má menší izolační schopnosti než sníh přírodní, je zde také horší prodyšnost technického sněhu
- kondenzační jádra, která se používají při tvorbě technického sněhu mají vliv i na pH půdy
- prodloužením doby sněhové pokrývky mizejí z vegetace druhy brzy kvetoucí a druhy nesnášející vysokou vrstvu sněhu
- umělé zasněžování s sebou nese velký díl zemních prací a jiných terénních úprav, kdy je třeba připravit potřebné rozvody, jímky a vodní nádrže
- jedinou „výhodou“ umělého zasněžování, je vysoká vrstva sněhové pokrývky, která chrání rostliny před mechanickým poškozením formou hran lyží a snowboardů nebo rolbami

## 6. Seznam použité literatury

**ABEGG B., 1996:** Klimaänderung und Tourismus – Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. Schlussbericht NFP 312.

**BARTOŠ M., 2007:** Pan lyžař Oskar Vorwerg. Krkonoše - Jizerské hory 2/07: 44-46.

**BLAŽKOVÁ D., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000 - Hnojení travinných porostů. Planeta 8/04: 20.

**BŘEZINA S., 2010:** Krkonošské louky. Krkonoše – Jizerské hory 6/10: 4-8.

**CALÁBEK A., 2006:** Camping Baldovec s.r.o. – Lyžařský vlek Baldovec II. Nerepublikováno, Dep.: Geo- hydro- konsult Olomouc.

**ČECH J., 2009:** Výroba umělého sněhu. Maskot 1/09: 9-10.

**DÍTĚ D., ELIÁŠ P., HRČKA D., 2010:** Horské rostliny. Mladá fronta a.s., Praha.

**FLOUSEK J., HARČARIK J., 2009:** Sjezdové lyžování a ochrana přírody. Ochrana přírody 6/09: 8-10.

**HEJCMAN M., KRAHULEC F., PAVLŮ V., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000 - Pastva hospodářských zvířat. Planeta 8/04: 9-12.

**CHYTRÝ J., 1993:** Technický průvodce – Větrání a klimatizace. Mladá fronta a.s., Praha.

**CHYTRÝ M., 2007:** Vegetace České republiky - 1. Travinná a keříčková vegetace. Academia, Praha.

**KAMMER P. M., 2002:** Floristic ganges in subalpine grasslands after 22 years of artificial snowing. Journal for Nature Conservation 10/02: 109-123.

**KLAUDISOVÁ A., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000 - Seč. Planeta 8/04: 13-15.

**KLIMEŠ F., BLAŽKOVÁ D., KOLÁŘ L., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000 - Vápnění travinných porostů. Planeta 8/04: 19.

**KŘIVÁNEK M., BÍMOVÁ K., SÁDLO J., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000 - Odstraňování invazních druhů rostlin. Planeta 8/04: 23-27.

**PRAUSOVÁ R., SÁDLO J., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustava Natura 2000 - Vypalování. Planeta 8/04: 18.

**RIXEN CH., 2000:** Snow additives in man made snow – reaction of alpine plants. Poster presented at the „Umweltforschungstag“ of the Institute of Environmental Science at the University of Zurich 2000, 20<sup>th</sup> June 2000.

**RIXEN CH., 2002:** Kunstschnee und Schneezusätze: Eigenschaften und Wirkungen auf Vegetation und Boden in alpinen Skigebieten. Schlussbericht eines Forschungsprojektes am Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF Davos.

**RIXEN CH., 2003:** Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 5/03: 219-230.

**RIXEN CH., 2004:** Ground temperatures under ski pistes with artificial and natural snow. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 36/04: 403-411.

**RYCHNOVSKÁ M., 1993:** Temperate semi-natural grasslands of Eurasia. In: R.T.Coupland (ed.): *Natural Grasslands*. Elsevier, Amsterdam: 125-166.

**SÁDLO J., BENEŠ J., KONVIČKA M., ZDRAŽIL V., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000 – Narušení půdního povrchu travinných a suchomilných porostů. *Planeta* 8/04: 16.

**VORLÍČEK J., 2011:** Umělý sníh? První na Telnici. *Ústecký deník* 4.4.2011: 6.

**WIPF S., RIXEN CH., FISCHER M., SCHMID B., STOECKLI V., 2005:** Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of Applied Ecology* 42/05: 306-316.

**SMĚRNICE RADY 92/43/EHS** z 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin v platném znění.

#### **Internetové zdroje:**

**ČERMÁK M., 2004:** Sjezdovky v národním parku. Online: <http://www.tatry.cz> cit 14. 3.2011.

**KRNAP, 2011:** Historie vlivu člověka na území Krkonoš. Online: <http://www.krnep.cz> cit 26. 4. 2011.

<http://www.demacsnow.cz> cit 15. 4. 2011.



