

Jak se chovat při bouřce, a hlavně proč tak a ne jinak

Poněvadž se bohužel stále objevují nesprávné, matoucí, někdy i docela nebezpečné rady, jak se chovat v přírodě při bouřce, rozhodl jsem se pro sepsání tohoto přehledného článku. Dozvíte se v něm, proč má pravdu rčení „Blesku neutečeš – stejně si tě najde“, proč může udeřit do stromu, ačkoliv vedle něj stojí vysoký stožár, proč se za bouřky nemáme zdržovat v blízkosti vodopádů a nemáme vstupovat do jeskyň, proč se nemáme shlukovat do houfu, lehat si nebo sedat si na zem, proč nejsme před bouřkou dokonale chráněni ani v autě ap. Pro pochopení správného chování turisty či horolezce za bouřky uvedu nejprve některé základní poznatky a pojmy.

Ionizace ovzduší

Vzduch v nižších vrstvách atmosféry je směsí plynů, v nichž převládají dusík (78,09 objemových %), kyslík (20,95 %), argon (0,93 %) a oxid uhličitý (0,035 %), dále obsahuje proměnlivé množství různých jiných plynů (ostatní inertní plyny, metan, vodní páru, vodík, CO, SO₂, N₂O, NO, N₂O₅, NH₃, O₃) a tekutých a tuhých aerosolů (zkondenzované kapky vody, krystalky ledu, prach, pyl, mikroorganismy aj.).

Ovzduší, které nás obklopuje, je neustále více či méně ionizováno. Ovzduší elektricky neutrální neobsahující ionty se v přírodě nevyskytuje. Ionty jsou elektricky nabitě atomy, molekuly, části molekul či molekulární shluky, vzniklé ionizací plyných složek atmosféry. Ionizace je proces, při kterém se z elektricky neutrální částice, atomu nebo molekuly, stává ion. Vznik kladných iontů, kationtů, je způsoben odtržením jednoho či více elektronů z elektronového obalu atomu. Vznik záporných iontů, aniontů, je naopak způsoben dodáním záporného elektrického náboje přijetím jednoho nebo více elektronů do elektronového obalu. Při přirozené ionizaci tedy vždy vzniká dvojice elektricky nabitých částic, každá s opačným nábojem. Minimální energie, potřebná k odstranění jednoho elektronu z elektronového obalu atomu, se označuje jako ionizační potenciál (ionizační energie). Ta je nezbytná pro překonání elektrostatické přitažlivosti mezi záporně nabitým elektronem a kladně nabitým jádrem atomu.

Nejvýznamnějším zdrojem energie, vyvolávajícím ionizaci ovzduší, je elektromagnetické záření, zejména kosmické záření, krátkovlnná (ultrafialová) složka slunečního záření a gama záření radioaktivních látek. Na druhém místě je to přirozené záření alfa a beta radioaktivních látek, zejména radonu a thoronu (radioaktivní izotop radonu ²²⁰Rn vznikající rozpadem thoria), obsažených v zemské kůře. K ionizaci vzduchu dochází také při prudkém rozstříkávání vody (Lenardův baloelektrický efekt) a víření vzduchu, prachu, písku a krystalů ledu (Rudgeův efekt). Ionizující účinek mají rovněž různé fyzikálně-chemické procesy, jako např. hoření, elektrostatická a elektromagnetická pole různých přístrojů, výboje a blesky.

Navázáním elektricky nabitě částice na shluk 10 až 30 plyných molekul vznikne pohyblivý lehký vzdušný ion nesoucí náboj navázané částice. Setkají-li se nabitě částice s těžkými kondenzačními jádry (v kouři, prachu, mlze), vzniknou těžké ionty, které působením gravitace sedimentují a zanikají rychleji než lehké ionty.

Způsobů, jakými mohou ionty v ovzduší zaniknout, je několik. Nejčastější je rekombinace iontů. K té dochází, setkají-li se dva ionty opačného znaménka a vymění si elektron, čímž se stanou elektricky neutrální. Častá je i neutralizace iontů na opačně nabitých površích, např. stěnách jeskyň.

Ionty obou polarit vznikají a zanikají neustále. Koncentrace iontů přítomných v ovzduší je výsledkem dynamické rovnováhy mezi silami, které plynule tvoří nové ionty, a současně probíhajícími ději způsobujícími zánik iontů. Značně se mění podle aktuálních podmínek v atmosféře. Je velmi vysoká při bouřce a bezprostředně po ní, v okolí vodopádů, v jeskyních, v horních vrstvách ovzduší na horách, nebo při některých pracovních procesech (sváření

elektrickým obloukem, při práci s RTG paprsky, v okolí zdrojů ultrafialového záření ap.). Vyšší koncentrace iontů nacházíme také v lese, na březích moří a jezer [1]. Počet lehkých negativních iontů v různých prostředích je uveden v tab. 1 [2].

Prostředí	Počet lehkých negativních iontů v cm ³
místnosti městských bytů	50 – 100
městské ulice	100 -500
klimatizované místnosti	0-80
moře a les	1000-5000
hory	5000-10000
jeskynní prostory	5000-30000
vodopády	10000-50000
ovzduší po bouřce	50000 a více

Tab. 1 Ionizace v různých prostředích

Koncentrace iontů ve venkovním ovzduší závisí též na atmosférickém tlaku, teplotě, vlhkosti a proudění vzduchu. Např. při poklesu atmosférického tlaku (před bouřkou) počet lehkých iontů stoupá, což se vysvětluje tím, že se zvyšuje proudění plynů z nitra Země a tím se zvyšuje emance ionizujících radioaktivních látek [1].

Proč je tak vysoká koncentrace iontů v jeskyních

V jeskyni bývá vysoká relativní vlhkost vzduchu, často 90 % i vyšší, teplota i prašnost nízká. Tyto faktory se mění v závislosti na tvaru a velikosti jeskyně a délce přístupové chodby do ní. Významnou měrou ovlivňuje jeskynní mikroklima také geologické složení horniny, tvar, rozloha a výška podzemního prostoru, velikost částic v jeskynním aerosolu, obsah iontů Mg²⁺ a Ca²⁺ ve vzduchu a pH jeskyně. Vápencové jeskyně navíc obvykle obsahují určitou hladinu radonu ²²²Rn, který představuje jeden z největších ionizačních zdrojů, je zde tedy vhodné prostředí pro vznik a udržení iontů, zvláště volných záporných iontů. Radon zde často vyvěrá ze stěn a dna jeskyně a vytváří v ní jakési radonové plynné jezero do výšky asi 50 cm. V jeskyni je obvykle též určitá koncentrace ozonu O₃ a oxidu uhličitého CO₂. Všechny kladné ionty rekombinují (zanikají) na záporně nabitých stěnách jeskyně a na molekulách vody, které kondenzují na stěnách a jsou silně zastoupeny i ve vzduchu. Záporně nabitě stěny jeskyně přitahují kladné ionty a odpuzují záporně nabitě ionty, které jsou vytlačovány do středu, kde vytvoří oblak v prostoru jeskyně. K formování negativního iontového mraku přispívá tvar jeskyně. Ionty mezi sebou nerekombinují, poněvadž volné lehké záporné ionty mají oproti ostatním částicím velmi vysokou pohyblivost. Ionty nezanikají ani na kondenzačních jádrech a prachových částicích, neboť v jeskyních je prachu velice málo. K ionizaci v jeskyni přispívá rovněž mechanické tříštění skapových vod [3].

Čím přispívá k ionizaci ovzduší člověk

Při dýchání se vdechovaný vzduch v plicích čistí, zvlhčuje, otepluje, ochuzuje o kyslík a obohacuje o oxid uhličitý. Přehledový článek [4] pojednává o ionizaci dechu za účelem analýzy jeho složení hmotnostní spektrometrií. Vydechovaný vzduch obsahuje dusík, kyslík, oxid uhličitý, argon, vodní páru, v malé míře rovněž amoniak, aceton, metanol, etanol, isopren, oxidy dusnatý a uhelnatý a řadu dalších látek. V kondenzátu vydechovaného vzduchu bylo identifikováno několik stovek chemických sloučenin [5]. Molekuly většiny z nich podléhají v ovzduší větší či menší ionizaci v závislosti na prostředí a dalších okolnostech, v nichž se člověk nachází. Nad každým člověkem se proto v ovzduší nachází sloupec vodní páry a iontů, který se s ním pohybuje. Tento sloupec je elektricky vodivější než okolní

ovzduší. Podobně je tomu u všech živočichů. Intenzita dýchání závisí na tělesné námaze. Spotřeba vzduchu u člověka při různém zatížení je uvedena v tab. 2 [6].

Zátěž	Spotřeba vzduchu v l/min
Klid	13
Lehká	25
Střední	35
Těžká	50
Maximální	70

Tab. 2 Spotřeba vzduchu při různém zatížení

Při větším zatížení vyprodukuje člověk i více vodní páry, chemických látek, a tím i více iontů. Skupina shromážděných lidí nebo stádo zvířat vyprodukuje nad sebou více těchto látek a elektricky nabitých částic, než osamělý jednatel. Rovněž rostliny dýchají, proto je např. nad lesem tak vysoká koncentrace iontů – viz tab. 1.

Elektrické vlastnosti vzduchu

Vzduch sice obsahuje mnoho elektricky nabitých částic, avšak za normálních okolností se chová jako izolant (tak se využívá např. pro venkovní elektrická vedení, ve vzduchových kondenzátorech a transformátorech). Jako každý izolant je tzv. dielektrikem. V elektrostatickém poli se dielektrikum polarizuje, to znamená, že částice dielektrika se v tomto poli orientují podle siločar elektrostatického pole. Dochází k tomu posuvem elektronů vůči jádru atomu (atomová polarizace), posuvem iontů vůči sobě (iontová polarizace), nebo posuvem dipólů molekul nebo jejich shluků ve směru siločar elektrického pole (orientační polarizace). Působením silného elektrického pole může dojít k průrazu dielektrika, tzn., že uvnitř dielektrika se vytvoří vodivý kanál, kterým projde elektrický proud.

Jak vzniká a zaniká bouřka

Bouřka se obvykle vyvíjí ve 3 stádiích [7], která jsou rozeznatelná podle tvaru oblaků. Ve **stádiu cumulu** vystupuje masa vlhkého a teplého vzduchu vzhůru. Vodní páry se prudce ochlazují za vzniku drobných kapek, které pozorovatel ze země vnímá jako oblak tvaru cumulus. Pod oblakem se vytváří oblast nízkého tlaku vzduchu, kde vzrůstá ionizace.

Ve **stádiu zralosti** se nahromaděná vodní pára rozpíná v horních vrstvách troposféry, horní část oblaku se zplošťuje a horizontálně rozprostírá obvykle do tvaru kovádliny. Výsledný oblak se nazývá cumulonimbus. Vodní pára kondenzuje a vznikají těžké kapky a ledové částice, které padají dolů pod oblak. Pozorovatel na zemi je vnímá jako déšť nebo kroupy. V tomto stádiu stále existují výstupné proudy, padající déšť vytváří také sestupné proudy. Existence obou těchto proudů vyvolává turbulence, silný vítr, a silná elektrostatická pole.

Nabíjení oblaku elektrickým nábojem se děje hlavně při stoupání teplé vodní páry atmosférou. Další nabíjení se děje v oblaku, kdy kondenzované a zmrzlé kapičky vody v oblaku klesají vlivem gravitace do jeho spodní části. Elektrostatická pole způsobují polarizaci ovzduší jako dielektrika a silnou separaci kladných a záporných nábojů. V oblaku se tak vytvářejí dvě oblasti – v horní části kladně nabitá, v dolní části záporně nabitá. Při zvětšování intenzity elektrostatického pole stoupá ionizace, zvětšuje se koncentrace iontů a jejich pohyblivost. Situace je zralá pro vznik elektrického výboje, blesku.

V posledním stádiu, **stádiu rozpadu**, ustávají výstupné proudy a pokračují převážně slabé sestupné proudy. Protože většina vzdušné vlhkosti vypadla z oblaku v podobě srážek, není již dostatek vlhkosti v nižších vrstvách vzduchu k udržování tohoto cyklu. Bouřka zaniká [7].

Podrobnější popis vzniku bouřky a obrázky jednotlivých druhů oblaků je možno nalézt např. v [8].

Jak se oblak pohybuje nad krajinou, vytváří na zemi pod sebou elektrostatickou indukci oblast s nábojem opačné polarity. Pod záporně nabitou základnou oblaku vzniká na zemi oblast s kladným nábojem, zatímco pod kovádkou, přesahující základnu ve vyšších vrstvách, je tomu naopak [7]. I na povrchu země se tedy nacházejí místa a oblasti s rozdílnými elektrickými potenciály. Při určité intenzitě elektrostatického pole mezi oblaky, nebo mezi oblakem a zemí či ionosférou dojde pak k průrazu vzduchu jako dielektrika. Vzduch přestane oddělovat místa s různým potenciálem a vytvoří se v něm vodivý kanál, kterým projdou značné proudy. Vybitím náboje dojde ke zmenšení rozdílu elektrických potenciálů. Mechanismus tohoto procesu je stále objektem výzkumu.

Blesk

Blesk je silný přírodní elektrostatický výboj produkovaný během bouřky. Tento výboj je provázen emisí světla. Elektrina procházející kanály výboje rychle zahřeje okolní vzduch, který díky náhlé expanzi vyvolá šířící se tlakovou vlnu doprovázenou charakteristickým zvukem hromu.

Nejčastěji probíhají blesky mezi oblaky, mezi oblaky a zemí, nebo mezi oblaky a ionosférou. Blesk se může vyskytnout též v oblacích z popela při sopečných erupcích (s délkou výboje až 100 m), písečných bouřích (délka výboje až 1 m), nebo může být způsoben silnými lesními požáry, které produkují množství prachu a ionizovaných částic. Dále může dojít ke vzniku blesku při zemětřesení (z elektrických polí vytvářených seizmickým napětím), při explozích termonukleárních zbraní – např. vodíkové bomby (jaderné bleskové výboje o délce až 1 km) [9].

Bleskem typu **CC** (cloud to cloud = z oblaku do oblaku) se nemusíme zabývat, neboť člověku odtud nebezpečí nehrozí.

Nejčastějším typem blesku je **CG-** (Cloud to Ground = z oblaku na zem), kde minus označuje záporný náboj oblaku. Udeří do země v místě kladně nabitým, přibližně v oblasti srážek, tj. pod základnou oblaku.

Dalším, méně častým, zato však daleko nebezpečnějším typem blesku je **CG+**. Ten vzniká vysoko v kovádkě bouřkového oblaku a je charakterizován kladným nábojem horní části oblaku. K takovému výboji, který musí překonat přibližně 10, někdy i 20 km vysokou vrstvu vzduchu, je třeba mnohem více nashromážděné energie, než u **CG-** (ze základny nacházející se obvykle od stovek metrů do 1 km nad zemí). Blesk **CG+** proto trvá déle a teplota uvnitř kanálu je podstatně vyšší než u **CG-**. Nebezpečí blesku **CG+** spočívá především v jeho nepředvídatelnosti. Kovádkina, ve které vzniká, přesahuje základnu bouřkového oblaku a rozprostírá se daleko do širokého okolí, proto může **CG+** udeřit až 20 km daleko, do místa se záporným nábojem, kdy oběť ani netuší, že se nějaké nebezpečí v podobě bouřky blíží (tzv. blesk z čistého nebe).

Podle tvaru rozlišujeme blesky čárové, plošné, stuhové, růžencové a kulové. Kulový blesk je zcela specifickým fenoménem a rozsah článku nám neumožní zabývat se podrobněji jednotlivými tvary blesků. Nejčastější čárový blesk začíná vůdčím výbojem, který postupuje z oblaku cestou nejmenšího odporu, tj. největší elektrické vodivosti vzduchu. Vůdčí výboj nemusí být viditelný. V určité výšce nad zemí se setkává se vstřícným výbojem, vznikajícím a postupujícím proti němu od země, nejčastěji od nějakého vysokého objektu (hory, skály, vysílače, domu, stromu, člověka, ...). Vznikne vodivý kanál, jímž projde hlavní výboj, který tvoří nejjasnější dobře viditelnou část blesku. Většina bleskových výbojů trvá obvykle pouze zlomky sekundy. Někdy projde několik výbojů nahoru a dolů stejným kanálem a způsobí tak efekt blikání. Vybití pokračuje, dokud rozdíl elektrických potenciálů neklesne pod určitou mez. Čárový blesk má obvykle tvar klikaté a rozvětvené čáry. Při blesku dochází k lavinové

ionizaci ovzduší. Tento efekt řádově zesiluje ionizace již existující, extrémně zvyšuje koncentraci iontů, a tím i vodivost ovzduší podél dráhy blesku.

Výboj se pohybuje rychlostí přibližně 60 tisíc $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (216 tisíc $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), má energii až 500 MJ a náboj až 15 coulombů. Proud se pohybuje kolem 40 000 A, může ale dosáhnout hodnot násobně vyšších (až 300 000 A u blesku CG+). Napětí se odvíjí od délky blesku a dosahuje až sto milionů V u typu CG- a až miliardy V u typu CG+. Teplota v bezprostředním okolí bleskového kanálu dosahuje 10 000 °C (pro srovnání na povrchu Slunce je asi 5500 °C), někdy se dokonce udává teplota okolního vzduchu až 30 000 °C [7].

Jak se máme při bouřce chovat

Z uvedených informací vyplývá, že během bouřky působí přírodní síly takové mohutnosti, že člověk má před nimi pouze omezené možnosti ochrany. Ve volné přírodě neexistuje žádné naprosto bezpečné místo, které by zajistilo stoprocentní ochranu před případným zásahem elektrickým výbojem. Nejúčinnější ochranou je proto včasné rozpoznání blížící se bouřky podle charakteru počasí a vývoje oblaků a preventivní odchod do bezpečného úkrytu. Rovněž krátkodobé předpovědi počasí jsou v současné době již velmi spolehlivé a snadno dostupné, proto se vyplatí věnovat jim před túrou patřičnou pozornost. Relativně bezpečný úkryt před bleskem poskytují budovy, zejména velké objekty s ocelovou nebo železobetonovou konstrukcí, obecně pak veškeré stavby chráněné funkčním bleskosvodem. Zcela nezbytné je uzavření všech vstupních otvorů (oken, dveří).

Řada lidí je přesvědčena, že automobil či jiný dopravní prostředek spolehlivě chrání před úderem blesku, neboť funguje jako Faradayova klec. Skutečnost je mnohem složitější. Jednak se při výrobě karosérií používají ve stále větší míře kompozitní materiály s podstatně menší vodivostí než plech, jednak má automobil řadu otvorů degradujících účinnost stínění. Elektrické a elektronické díly, antény, vodiče a konektory mohou být výbojem velmi silně poškozeny, nebo dokonce zničeny, a mohou také sloužit jako body vstupu do vnitřku dopravního prostředku pro externí proudy a napětí [10]. Pokud se přesto rozhodnete před bouřkou ukryt v dopravním prostředku, pak bezpodmínečně uzavřete okna a dveře a vypněte elektrická zařízení (rozhlasový přijímač, mobilní telefon). Bezprostředně po blízkém úderu blesku nesmíte vystoupit, poněvadž rozdíl elektrických potenciálů mezi karosérií a zemí může člověka ohrozit. Každý řidič dobře zná slabé výboje při vystupování z vozidla, dotkne-li se karosérie. Za bouřky nebo bezprostředně po ní může být tento výboj mnohonásobně silnější. Rozdíl potenciálů mezi kovovou karosérií a zemí však relativně rychle klesá, zvláště za deště. Není-li už možné odejít do bezpečného úkrytu a bouřka nás zastihne v krajině, je třeba se chovat v souladu s poznatky, s nimiž jsme se seznámili v předcházejících kapitolách a hrozící nebezpečí tak alespoň částečně snížit.

Člověk je při bouřce ohrožen mnoha způsoby. Buď přímým zásahem blesku, nebo některou z jeho bočních větví, kdy se ocitne přímo v dráze blesku, či nepřímým zásahem způsobeným zemními proudy a parazitními výboji, které mohou člověka zasáhnout i velice daleko od místa úderu blesku. Přímý zásah představuje největší objektivní nebezpečí a lze se před ním částečně chránit způsobem chování a výběrem vhodného přírodního úkrytu. Před nepřímým zásahem se lze ochránit zaujetím vhodné polohy těla v tomto úkrytu.

Indikátorem přicházejícího nebezpečí je také tzv. Eliášův oheň – modravé světélkování na vyčnívajících předmětech, v horách i na lidech, někdy doprovázené slabým praskotem, syčením či svědčením, vstáváním vlasů ap. Tento stav může trvat dlouho, i několik hodin. Jedná se o klidné neexplozivní vybíjení vysokých elektrických potenciálů. Tento jev signalizuje, že se nacházíte ve velmi silném elektrickém poli, a musíte proto učinit veškerá opatření k ochraně před možným úderem blesku, i když bouřkový mrak nikde nevidíte [11].

Pokud bouře přichází a interval mezi bleskem a zazněním hromu je menší než 30 s, (rychlost šíření zvuku ve vzduchu je asi 330 m/s) měli byste opustit nebezpečná místa. Čím je doba

mezi bleskem a zahřměním kratší, nebo čím je hrom hlasitější, tím je riziko větší. Jakmile je prodleva mezi bleskem a hromem menší než 6 s, riziko zásahu je již velmi značné a měli byste se ukrýt. V úkrytu setrvejte nejlépe ještě dalších 20 až 30 minut poté, co jste slyšeli poslední hrom, a to i v případě, že se bouřka zcela rozpadla a svítí slunce. V zemi a oblacích totiž stále mohou přetrvávat zbytky náboje a nebezpečí zásahu výbojem stále hrozí. Toto doporučení se nejlépe dodržuje, sedíme-li s přáteli v útulné hospůdce.

Rady turistům, jak se chovat při bouřce, jsou ve stručné podobě obsaženy např. v učebním textu [12], používaném každoročně již řadu let Oblastním výborem KČT Pardubického kraje při školení vedoucích a cvičitelů PT, CT a LT.

Bouřka je obvykle provázena deštěm, příp. též krupobitím. Ve srovnání s nebezpečím hrozícím od bouřky jsou však tyto průvodní jevy pouze zanedbatelnou nepříjemností, která neohrožuje život. Je proto důležité věnovat pozornost především ochraně před bouřkou, zejména:

◆ **ukončit činnosti, které zvyšují ionizaci, a tím i vodivost vzduchu:**

- uhasit oheň, vařič (*hoření má ionizující účinek*)
- vypnout mobil, vysílačku, rádio, přehrávač mp3 (*elektromagnetická pole přístrojů zvyšují ionizaci*)
- neutíkat, omezit pohyb, zklidnit dýchání (*větší námaha vyžaduje intenzivnější dýchání, viz tab. 2, čímž se zvyšuje ionizace vzduchu; týká se i cyklistů, pro ně platí: přerušit jízdu a sesednout z kol*)
- více lidí rozptýlit na velké ploše (*více lidí pohromadě zvyšuje ionizaci vzduchu – jsou známy případy zásahu většího množství lidí bleskem na sportovních stadionech, hudebních festivalech, v kostele s otevřenými dveřmi, stád dobytka na pastvě aj.);
pro cyklisty je nebezpečné shromáždění skupiny např. v otevřené čekárně autobusové zastávky či pod podobným přístřeškem bez bleskosvodu;
dalším důvodem pro rozptýlení skupiny je možnost případné rychlé resuscitace zasaženého jedince ostatními členy skupiny;
zásadně se nedržet za ruce (na tuto akci je třeba zvláště dobře předem vycvičit děti, které mají tendenci se při bouřce ze strachu shlukovat a držet se dospělých, což je velmi nebezpečné)*)

◆ **nedotýkat se kovových předmětů vodivě spojených s terénem:**

- nepřidržovat se kovových jisticích a kotevních prvků, jako žebříků, řetězů, lan, kramlí, skob

◆ **odložit kovové předměty**

- odložit lyžařské hole, cepín, deštník;
- odložit jízdní kolo a odstoupit od něj;
- drobné kovové předměty nespojené s terénem nepředstavují přímé ohrožení, při zásahu bleskem však mohou zhoršit popáleniny tím, že se prudce zahřejí, resp. roztaví; jedná se např. o klíče v kapse, oka a přezky na batohu, karabiny, náramky, prsteny, hodinky; proto je lépe odložit i je;

◆ **opustit nebezpečná a mokrá místa**

- vyvýšená místa terénu (*vrcholy a hřebeny hor – na těchto místech působí postava člověka jako bleskosvod – proto je třeba z nich sestoupit aspoň do úbočí*); nezdržovat se ani v blízkosti vyvýšených objektů, jako jsou různé stožáry, stromy ap.
- místa s vysokou koncentrací iontů (*kromě vodních ploch, lesů a vysokých hor jsou zvláště nebezpečné jeskyně, vodopády a pobřeží moře při intenzivním příboji – viz tab. 1 a místa s větším počtem shromážděných lidí a zvířat*); nebezpečné je plavání za bouřky (*jednak tělo člověka ponořené do vody je*

*vodičem, jednak je to činnost vyžadující intenzivní dýchání);
nebezpečný je též windsurfing a plavba v loďce (postava zde vyčnívá nad
hladinu a může působit jako bleskosvod)*

- *mokrá a podmáčená místa a sněhová pole (v těchto místech je podstatně vyšší
vodivost terénu)*
- *stany s kovovými tyčkami (hlavně staré stany typu A, jejichž kovové tyčky
působí při bouřce jako bleskosvod; bezpečnější jsou samonosné kupolovité a
tunelové stany bez vyčnívajících hrotů s výztužemi z plastických prutů)*

◆ **vyhledat úkryt a v klidu v něm setrvat:**

- *v suché terénní prohlubni (nejlépe s možností odtoku, jinak se přivalovým
deštěm za bouřky může rychle naplnit vodou)*
- *v nízkém rozsáhlejší porostu (v mladém lese, v křovinách, v kosodřevině)*
- *ve skalní suti z velkých balvanů (kde nevyčníváme)*
- **ne** *pod stromy (byly popsány případy, kdy blesk uhořel do stromu, ačkoliv
vedle se nacházel daleko vyšší stožár – to lze vysvětlit ionizací ovzduší nad
stromem a vlhkým kořenovým systémem plným mízy pod ním, čímž se strom
stal lepším bleskosvodem než stožár; od zasažených stromů hrozí též boční
vzdušný nebo zemní výboj)*
- **ne** *v jeskyni (přítomnost lidí nebo zvířat v jeskyni zvýší již tak vysokou
ionizaci; byl popsán případ zásahu skupiny kamzíků bleskem a jejich úhyn
v Kamzičí jeskyni pod hřebenem Belianských Tater;
uvádění tzv. bezpečných vzdáleností od stropu či stěn jeskyně, např. v [13],
[14] je zavádějící a ničím nepodložený, avšak často opisovaný názor – jeskyně
jsou při bouřce, jak jsme si podrobně vysvětlili, vždy extrémně nebezpečné
v celém svém objemu!)*
- **ne** *pod převisy (postava může jako zkratový můstek svést výboj z horní hrany
převisu do země)*
- **ne** *pod skalními stěnami (ani zde neexistuje žádná bezpečná vzdálenost, jak se
mylně udává např. v [13], výboje či zemní proudy se řídí fyzikálními zákony
a žádnou bezpečnou vzdálenost nerespektují!)*
- **po úderu blesku v okolí se nepřemísťovat jinam** *(mylné je často opakované
doporučení, že po úderu blesku máte bezpečnou dobu 3 sekundy na nutnou
změnu místa – vysvětlili jsme si, že vybíjení pokračuje, dokud rozdíl
elektrických potenciálů neklesne pod určitou mez, což se neřídí časem)*

◆ **zaujmout polohu v podřepu**

*s nohama těsně u sebe, pokud to vydržíme i na špičkách, rukama si kryjeme uši i oči
(palce do uší, prsty přes zavřené oči) a hlavu skloníme co nejnižší mezi kolena
(v této poloze žádná část těla nevyčnívá příliš nad terén ani nespojuje místa s různým
elektrickým potenciálem – země se dotýkáme téměř v jediném bodě, styk se zemí je
nejmenší možný a chráníme si nejdůležitější smyslové orgány před poškozením: oči
před oslňujícím zábleskem, ušní bubínek před protržením tlakovou vlnou)
zásadně si na zem neleháme (můžeme tak spojit místa s různým elektrickým
potenciálem, a tím umožnit průchod elektrického výboje tělem),
ani neseďme (v sedu se země dotýkáme více místy těla a na větší ploše;
rada sednout si na suchý batoh nebo suchá horolezecká lana [13], [14] je naivní
vzhledem k velikosti proudů a potenciálů při bouřce – při tak vysokých hodnotách
elektrických veličin žádná izolační podložka, žádná pláštěnka, žádná sebekvalitnější
podrážka obuvi ani gumové holínky nikoho neochrání)*

- ◆ **co dělat ve stěně?** *Zde je každá rada drahá: skupina horolezců umístěných nad sebou
na svislém laně je ohrožena nejvíce, proto je nezbytné jejich rozptýlení do stran;*

nezdržovat se ve skalních výklencích a pod převisy;
zajistit se krátkou smyčkou k jisticímu bodu v úrovni nohou, ale počítat s tím, že někdy vyvolá zásah blesku i sesuv kamenů shora, proto mít prostor k uhnutí;
vždy opustit místa zajištěná kovovým lanem nebo žebříky a nejistit se k nim [11]

- ◆ **při sestupu strmým žlabem** je třeba zapomenout na pravidlo, že členové skupiny postupují blízko sebe kvůli chytání padajících kamenů, neboť bouřka představuje smrtelné nebezpečí vždy, zatím co padající kameny jen občas – proto je třeba se i zde od sebe vzdálit horizontálně i vertikálně a opustit žlab co nejdříve; navíc při přívalových deštích, které bouřku obvykle provázejí, zde může hrozit smetení proudem vody, příp. utonutí
- ◆ **věřit ve statistiku:** většina horolezců a vysokohorských turistů neumírá v horách při bouřce, ale ze zcela jiných příčin.

Jak postupovat při zásahu člověka bleskem nebo elektrickým výbojem

Neprodleně telefonujte Horské službě (+4201210), složkám integrovaného záchranného systému (+420112), nebo zdravotnické záchranné službě (+420155). Nevolejte všem. Předčísli je důležité v příhraničních oblastech, kde se překrývají oblasti operátorů a záchranářů různých států. Stručně a jasně popište situaci. Spolupracujte se záchranáři a postupujte podle jejich pokynů. Nikdy neukončujte telefonické spojení s nimi jako první. Pokud to situace dovoluje, poraněného položte, uvolněte dýchací cesty a pokud nenahmatáte puls, okamžitě začněte s masáží srdce, příp. i s umělým dýcháním. Masáž srdce je důležitější než umělé dýchání. Životně důležité systémy poraněného by pravděpodobně bez pomoci záchránce úplně selhaly. S oživováním pokračujte až do chvíle, než dorazí lékaři. Případné popáleniny a další lehčí zranění ošetřujte až potom.

Závěr

Doporučení, jak se chovat za bouřky, nelze potvrdit ani vyvrátit praxí, neboť s lidmi se za bouřky experimentovat nedá. V exaktních vědách důležitý pojem reprodukovatelnosti experimentu (tzn., že pokud je pokus proveden stejným postupem za stejných podmínek, je výsledek vždy stejný) v podmínkách bouřky ztrácí význam, neboť každá bouřka i každý výboj probíhá jinak a za jiných podmínek. Neexistují ani statisticky významná data, jejichž vyhodnocením bychom získali silnější důvod pro doporučení jistého typu úkrytu či preferované polohy za bouřky, kdy je člověk nejlépe chráněn. Zaznamenány jsou převážně jednotlivé odstrašující a tragické případy. Proto mi nezbylo, než argumentovat nepřímou a podložit uvedená doporučení trochou dostupné teorie. Všem turistům i horolezcům přeji, aby i se svými přáteli vždy bezpečně dorazili do cíle. Budu rád, když mi o svých názorech a zkušenostech s bouřkou napíšete.

Použitá literatura

- [1] Lajčíková, A.: Syndrom nemocných budov, SZÚ Praha, 2007. Dostupné na <http://zeleneuradovani.cz/content/File/sbs.pdf>.
- [2] Bartušek, K. – Smutný, T. – Kafka, V.: Pole vzdušných iontů, ÚTEE Brno, 2007. Dostupné na http://www.utee.feec.vutbr.cz/files/secure/Dokumenty_ke_stazeni/ostatni/Ionty.pdf.
- [3] Peter, R.: Vliv iontového pole na zdraví člověka, JIC Brno, 2007. Dostupné na <http://www.inovace.cz/novinky/753-vliv-iontoveho-pole-na-zdravi-cloveka>.
- [4] Španěl, P. – Smith, D.: Progress in SIFT-MS: Breath Analysis and Other Applications, MassSpectrometryReviews, Published online 20 July 2010 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI 10.1002/mas.20303
- [5] Čáp, P. – Pehal, F. – Petřů, V. – Musil, J., Alergie (2001), s. 3, 275.

- [6] Kurz nositelů dýchací techniky. Dostupné na <http://sdh-kladruby.webnode.cz/kurz-dychaci-techniky/>
- [7] Prouza, T.: Výboje typu CG a jejich interakce s povrchem Země, Amateur stormchasing society. Dostupné na <http://www.bourky.com/projekt-cg-blesky>
- [8] Stránky Thunderstorm Observe Project, záložka Bouřky. Dostupné na <http://bourky.wz.cz/bourky.html>
- [9] Wikipedia, heslo Blesk. Dostupné na <http://cs.wikipedia.org/wiki/Blesk>
- [10] Schejbal, V. – Čermák, D. – Dvořák, K. – Šroll, J.: Vliv stínění na elektromagnetickou kompatibilitu, Sdělovací technika, 2011, No. 12, s. 5 – 9.
- [11] Krupka, P.: Nebezpečí v bouřkách. svetoutdooru.cz, 2003. Dostupné na <http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107141-nebezpeci-v-bourkach>
- [12] Chládek, L.: Příprava a vedení pěších, lyžařských a cyklistických výletů a vysokohorských túr. Pardubice, nákladem vlastním, 2008. Dostupné též na <http://www.kct.cz/cms/metodicka-sekce>
- [13] Hejl, I. - Holubjak, R.: Nebezpečí v horách, KČT, sekce VHT, 2. vyd. 2012, zejména obr. 7 a 8.
- [14] Brandos, O.: Bouřky na horách. Dostupné na <http://www.treking.cz/testy/bourky.htm>

Autor:

doc. Ing. Josef Kotyk, CSc.,

vysokoškolský učitel (FCHT, FEI Univerzity Pardubice), nyní v důchodu

člen Programové rady ÚV KČT

lektor a cvičitel pěší turistiky KČT

e-mail: Josef.Kotyk@seznam.cz