

TAĀANA MIKOVÁ

ALENA ZÁRYBNICKÁ

L 990
PAVEL KARAS

MICHAL ŽÁK



KDYŽ SE BLÝSKÁ NA ČASY

POČASÍ A KLIMA U NÁS I VE SVĚTĚ

© PRESS



Když se blýská na časy

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.cpress.cz
www.albatrosmedia.cz



Tatána Míková, Alena Zárybnická, Pavel Karas, Michal Žák

Když se blýská na časy – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2019

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA** a.s.

ALENA ZÁRYBNICKÁ

MICHAL ŽÁK

PAVEL KARAS

TAŽÁNA MÍKOVÁ



KDYŽ SE BLÝSKÁ NA ČASY

POČASÍ A KLIMA U NÁS I VE SVĚTĚ

CPress
Brno
2018

Když se blýská na časy

Tatána Míková, Alena Zárybnická, Pavel Karas, Michal Žák

Obálka: Michael Hajdaj

Odpovědný redaktor: Roman Bureš

Technický redaktor: Jiří Matoušek

© ČTK (Kandelar Ladislav), 2018

Objednávky knih:

www.albatrosmedia.cz

eshop@albatrosmedia.cz

bezplatná linka 800 555 513

ISBN tištěné verze 978-80-264-2304-1

ISBN e-knihy 978-80-264-2389-8 (1. zveřejnění, 2019)

Cena uvedená výrobcem představuje nezávaznou doporučenou spotřebitelskou cenu.

Vydalo nakladatelství CPress v Brně roku 2018 ve společnosti Albatros Media a. s. se sídlem Na Pankráci 30, Praha 4.

Číslo publikace 34 783.

© Albatros Media a. s., 2018. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována a rozmnožována za účelem rozšiřování v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem bez písemného souhlasu vydavatele.

1. vydání

OBSAH

JAK JE TEPLÝ VZDUCH	4	ATMOSFÉRICKÉ FRONTY	138
Teplota je jednou z nejdůležitějších veličin	6	Jak vypadají fronty a jaké počasí přinášejí	140
Pocitová teplota versus teplota na teploměru	8	Fronty na povětrnostních mapách	144
Teplný ostrov města a ostrovy chladu	10	Za studenou frontou se může oteplit a za teplou ochladit	145
Naměření nejnižší teploty v Česku	13	Přenosové pásy aneb jiný pohled na fronty	146
PROČ FOUKÁ VÍTR	16	Návštěva Centrálního předpovědního pracoviště	147
Tlak vzduchu	18	Typické projevy počasí při přechodu front	148
Vítr	23	Nebeská galerie	150
Nebeská galerie	32	NUMERICKÉ MODELY A APLIKACE ČHMÚ 152	
KOLIK JE KDE DEŠŤOVÉ VODY	34	Jak pracují numerické modely pro předpověď počasí	154
Nejhorší povodně česka	36	Proč někdy předpověď počasí nevyjde	157
Koloběh vody v přírodě – rozdělení a měření srážek	38	Televizní předpověď počasí	159
Střih větru, srážkový stín, a kdy prší nejvíc a kde nejméně	43	Minulost a budoucnost numerické předpovědi u nás	160
PROMĚNY OBLOHY	46	Obrazová galerie – co vše umí model spočítat	162
Oblačnost	48	POČASÍ, OVZDUŠÍ A MY	164
Meteorologické družice	52	Znečištění ovzduší	166
Nebeská galerie	58	Biometeorologická předpověď	171
SLUNCE SVÍTÍ A HŘEJE	62	Nebeská galerie	176
Slunce	64	KLIMA KOLEM NÁS	178
Sluneční záření	66	Klima v různých částech světa	180
Nebeská galerie	70	Něžné jméno ničivého počasí	185
BOUŘKY A TORNÁDA	78	Dálkové vazby	187
Konvektivní bouře	80	Kontinentalita podnebí	188
Nebeská galerie	92	Povětrnostní a klimatické podmínky	189
POVODNĚ A SUCHA	94	Není monzun jako monzun	189
Jak vznikají a jak se projevují sucha a povodně	97	PROMĚNY KLIMATU	192
Jak se předpovídají povodně?	101	Globální oteplování vs. změna klimatu	194
Proč může 100letá voda přijít za rok znovu	102	Co je to změna klimatu a jaké jsou její dopady	194
Chytré systémy varují před povodněmi	103	Jak se počítá budoucí klima?	198
Historické značky velkých povodní na Vltavě a Labi	104	Změna klimatu jako příležitost pro lidskou společnost	199
Seznam nejvýznamnějších povodní v Česku	106	Na návštěvě v CzechGlobe	201
Nebeská galerie	108	Co nás čeká (a nejspíš nemine?)	203
TROPICKÉ CYKLÓNY	110	Nebeská galerie	204
Kde se tropické cyklóny říká hurikán, tajfun a kde cyklón?	112	POČASÍ VE STALETÍCH	206
Kryštof Kolumbus a hurikán	113	Před tisíci let... ..	208
Jak vypadají tropické cyklóny	114	Aristotelovy objevy vládly od starého řecka do středověku	210
Medicane aneb medikán	119	Které pránostiky jsou moudré?	211
Filipíny – země, kam vyrazit za tajfunem	120	Objevy meteorologických přístrojů	212
Nebeská galerie	122	Když se měření na světě propojila	214
VRSTVY ATMOSFÉRY	124	Moderní meteorologie	216
Vrstvy atmosféry a jejich rozdělení	126	POČASÍ NA VAŠÍ ZAHRADĚ I NA DRUHÉM KONCI SVĚTA	218
Proč je ve vesmíru zima	130	Celosvětový systém sledování atmosféry	220
Zkoumání země a její atmosféry z družic	131	Chcete mít doma vlastní meteorologickou stanici?	223
Aerologický výstup	135	Kdy začali lidé měřit a srovnávat parametry počasí?	228

JAK JE TEPLÝ VZDUCH

TEPLOTA VZDUCHU
AIR TEMPERATURE

MINIMÁLNÍ TEPLOTA VZDUCHU
MINIMUM AIR TEMPERATURE

MAXIMÁLNÍ TEPLOTA VZDUCHU
MAXIMUM AIR TEMPERATURE

PRŮMĚRNÁ TEPLOTA VZDUCHU
AVERAGE AIR TEMPERATURE

TEPLOTNÍ INVERZE
TEMPERATURE INVERSION

TEPELNÝ OSTROV MĚSTA
URBAN HEAT ISLAND

POCITOVÁ TEPLOTA
WIND CHILL

NEJVYŠŠÍ TEPLOTA V ČESKU

Absolutně nejvyšší teplota v Česku byla zatím naměřena v roce 2012. Po sérii tropických dnů vyvrcholil příliv velmi teplého vzduchu 20. srpna. Na stanici v Dobřichovicích teplota odpoledne dosáhla 40,4 °C. Byl tak překonán dosavadní rekord 40,2 °C, který si od 27. července roku 1983 držela stanice v areálu Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze-Uhřetěvesi.

S probíhající změnou klimatu je velmi pravděpodobné, že nárůst teplot bude pomalu pokračovat. Horké epizody se tak stanou nedílnou součástí středoevropského léta. Jejich výskyt bude stále častější a jejich trvání delší. Šance, že se dočkáme v nadcházejících letech překonání celé řady teplotních rekordů, se tak zvyšuje a vyloučit nemůžeme ani překonání absolutně nejvyšší teploty z Dobřichovic.



TROPICKÝ DEN
TROPICAL DAY

TEPLOTA JE JEDNOU Z NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH VELIČIN

Naše Země je obalena do vzduchové hmoty. Říká se jí atmosféra. Každodenní pozorování stavu atmosféry a určení jejího nejpravděpodobnějšího vývoje na několik hodin až dnů, to je velmi složitá práce pro tým meteorologů, kteří tvoří předpověď počasí.

Jednou z nejdůležitějších veličin, se kterou meteorologie pracuje, je teplota.

Ta zajímala už naše předky. Výrazy jako teplo, zima, chlad nebo horko se objevovaly často v celé řadě pořekadel nebo pranostik. Mezi nejznámější pranostiky, které se věnují teplotám, patří ta o ledových mužích. Pankrác, Servác a Bonifác slaví svůj svátek 12. až 14. května a každý zahrádkář ví, že sázet sazenice do půdy před tímto datem se nemusí vždy vyplatit. První zmínka o ledových mužích pochází už ze 17. století. V případě ledových mužů se jedná o takzvanou singularitu, tedy o výrazný výkyv v jinak plynulém chodu počasí, v tomto případě teploty. V květnu už často převládá teplé počasí, ale občas se stává, že do středu Evropy pronikne od severu studený vzduch. Ten se do Česka dostává mezi dvěma tlakovými útvary – tlakovou výší nad Skandinávií a tlakovou níží nad východní Evropou. Když při této



situaci navíc dojde v noci k vyjasnění, klesne ranní teplota i v polovině května pod nulu a mráz spálí sazenice i kvetoucí stromy. Dochází k tomu v průměru jednou za 2 až 4 roky.

Dalším příkladem může být oteplení během vánočních svátků. Pranostika „Na Adama a Evu, čekejte oblevu“ se naplňuje, dalo by se říci, s železnou pravidelností. Výrazné oteplení v druhé půlce prosince je citelné hlavně na horách. Moře je v zimě teplejší než pevnina. Océánský vzduch proudící do středu Evropy od západu tak s sebou přináší kromě vlhkosti také oteplení. Jenom v zimě se tak může stát, že je za studenou frontou vzduch při zemi teplejší.

Naše meteorologická historie je úzce spojena s observatoří **v pražském Klementinu**, kde se sleduje počasí nepřetržitě už **od roku 1775**. Pražské Klementinum tak patří k místům s nej-



delší souvislou řadou pozorování minimálních a maximálních teplot v Evropě.

Základní jednotkou měření teploty v soustavě SI je jeden kelvin. Kromě Kelvinovy stupnice existují i jiné, které se liší výchozím bodem i dělením na jednotlivé stupně. Mezi nejznámější patří kromě stupnice Celsiovy stupnice Fahrenheitova, která se dodnes používá ve Spojených státech amerických. Za dolní základní teplotu Fahrenheitovy stupnice, označenou jako nula, byla stanovena rovnovážná teplota chladící směsi ledu, vody a chloridu amonného. Jako horní základní teplota byla stanovena teplota lidského těla – ta je označena číslem 96.

Pro převod teploty mezi Celsiovou a Fahrenheitovou stupnicí slouží jednoduché vzorce.

$$\text{Převod } ^\circ\text{F na } ^\circ\text{C} \\ ^\circ\text{C} = (^\circ\text{F} - 32) / 1,8$$

$$\text{Převod } ^\circ\text{C na } ^\circ\text{F} \\ ^\circ\text{F} = 1,8 \cdot ^\circ\text{C} + 32$$

Teplota se jako základní meteorologický prvek měří přesnými teploměry. Ty jsou dokonale chráněny před přímým slunečním zářením v meteorologické budce, a to ve výšce 2 metry nad zemí. V Česku se teplota měří ve stupních Celsia. Tato stupnice rozdělila interval mezi bodem mraznutí (0 °C) a bodem varu (100 °C) čisté vody při normálním tlaku vzduchu 1013 hPa na 100 dílků.

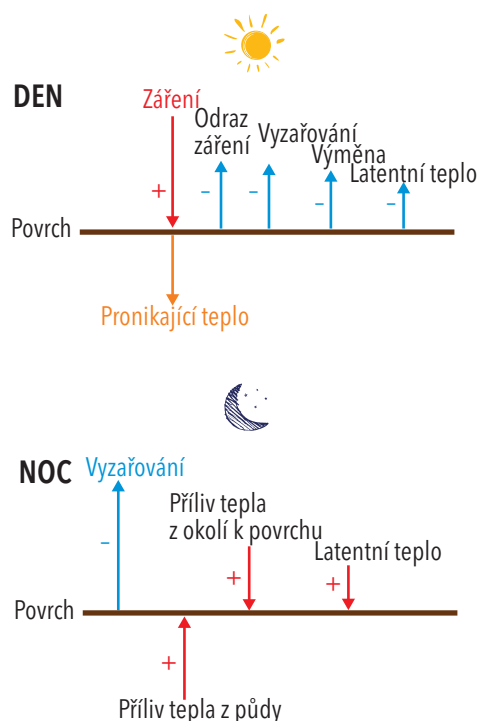
OHŘÍVÁNÍ A OCHLAZOVÁNÍ ZEMĚ

K tomu, aby se vzduch ohřál, potřebuje slunce. Sluneční paprsky ale neohřívají vzduch velmi málo. Dopadají na zemský povrch. Část z nich se odráží do atmosféry a část proniká do zemského povrchu, který se tak začne prohřívat. Od země se následně ohřívá také vzduch.

V noci se teplo ze zemského povrchu uvolní do atmosféry. Země se ochladí a od země se následně ochladí i vzduch. Když není na obloze žádná oblačnost, která by zadržela unikající teplo, bývají noci nejstudenější.

V létě, kdy je severní polokoule přikloněna ke Slunci a sluneční paprsky dopadají pod příznivým úhlem, je na prohřátí země a vzduchu dostatek času. Noc není tak dlouhá, aby se výrazně ochladilo.

Ve větších výškách nemá zemský povrch na teplotu vzduchu žádný vliv a často se stane, že se tam teplota během 24 hodin prakticky nezmění.



POCITOVÁ TEPLOTA VERSUS TEPLOTA NA TEPLOMĚRU

Teplota ovlivňuje náš život, ale ne vždy se můžeme na teplotu naměřenou na našem teploměru spolehnout. Ta totiž není jediným kritériem pro to, jak se budeme venku cítit. Při stejné teplotě se budeme jinak cítit v městské zástavbě, na horách nebo u moře. Existuje hned několik faktorů, které náš pocit tepla nebo chladu ovlivňují. Mezi nejdůležitější patří sluneční záření, vlhkost vzduchu a vítr.

Už v roce 1933 se francouzský fyziolog André Misenard snažil najít souvislosti mezi teplotou, vlhkostí a našim vnímáním. Přišel na to, že mrazivé teploty při nízkých vlhkostech vzduchu snášíme daleko lépe, než když je vlhkost vzduchu vysoká. Na začátku 20. století ale ještě nepočítal s vlivem větru. Až daleko později se přišlo na to, že při silném

větru se reálně naměřená teplota vzduchu od pocitové teploty liší i o víc než 10 stupňů.

Hlavně v zimních měsících je **pocit chladu** při silnějším větru výrazný. Naše tělo, které má stálou teplotu přibližně 37 stupňů, si ohříváním slabé okolní vrstvy vzduchu vytváří tepelnou izolaci před chladnějším vzduchem v okolí. Když ale fouká, vítr slabou izolační vrstvu teplejšího vzduchu odfoukne. Čím je vítr silnější, tím je pocit chladu větší.

Ve chvíli, kdy fouká jenom slabý vítr kolem 10 km/h a na teploměru je 10 stupňů C, pocitová teplota se sníží jenom o jeden stupeň. Pokud ale vítr zesílí a překročí rychlost 50 km/h, pocitová teplota se oproti reálně naměřené sníží o polovinu. Mráz pocitovou

Teplota (°C)

Vítr (km/h)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

Pocitová teplota - vítr

teplotu ovlivní ještě víc. Při -20 stupních je už při slabém větru pocit mrazu výraznější. Když navíc fouká silný vítr, vnímáme dvacetistupňový mráz jako mráz ještě o 15 stupňů silnější.

V létě nastává opačný problém. Lidský organismus se složitě vyrovnává s vysokými teplotami a hlavní roli v určení pocitové teploty hraje vlhkost vzduchu.

Když vlhkost vzduchu stoupne tak vysoko, že brání odpařování potu z povrchu těla, snižuje jeho ochlazování. Naše tělo vnímá nárůst tepla a hrozí přehřátí organismu, dehydratace a úpal.

Ve dnech, kdy teplota vzduchu nepřekročí tropických 30 °C, je změna pocitové teploty při relativní vlhkosti vzduchu nižší než 40 % minimální. Jakmile ale začne vlhkost a teplota stoupat, stoupá i index horka a pocitová teplota roste. Při 35 stupních a 75 % vlhkosti

se zvýší o 20 stupňů a dostaví se nepříjemný **pocit dusna**.

Právě kombinace vysokých teplot a vysoké vzdušné vlhkosti vede ke zvyšování tohoto pocitu. Meteorologové považují za dusný den takový, kdy parciální tlak vodní páry přesáhne hodnotu 18,8 hPa. Taková situace nastala u nás na začátku prázdnin v roce 2012. Teploty se tehdy dostaly vysoko nad 30 stupňů a pocit dusna vnímala intenzivně velká část obyvatel Česka.



Vlhkost (%)	Teplota (°C)															
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	40	41	42	43
40	27	27	28	29	31	33	34	36	38	41	43	46	48	51	54	58
50	27	28	29	31	33	35	37	39	42	45	48	51	54	58		
60	28	29	31	33	35	38	41	43	47	51	54	58				
70	28	30	32	35	38	41	44	48	52	57						
80	29	32	34	38	41	45	49	54								
90	30	33	37	41	45	50	55									
100	31	35	39	44	49	56										

Jak s vlhkem roste pocitová teplota

TEPELNÝ OSTROV MĚSTA A OSTROVY CHLADU

Ve městech ubývá zeleně, vegetace je nahrazována umělými povrchy, jako je asfalt a beton, a převaha městské zástavby se projevuje nárůstem teploty. Asfalt a beton vstřebávají teplo daleko víc, než přírodní povrchy. To se pak po západu slunce uvolňuje. Teplotní rozdíly pozorujeme více v noci než ve dne a častěji v zimě než v létě. Nejvýraznější jsou ve chvílích, kdy fouká jenom slabý vítr nebo je bezvětří.

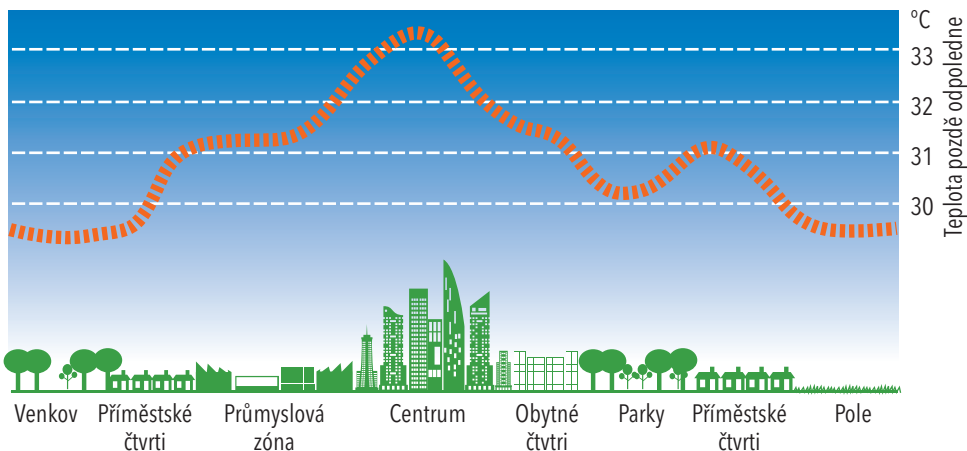
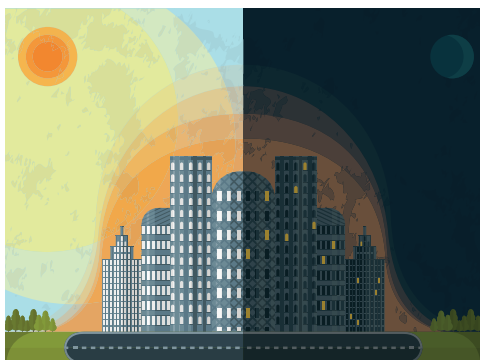
Důvodem rozdílu teploty v zimních měsících je i sněhová pokrývka, která má schopnost odrážet až 90 % dopadajícího slunečního záření.

Když ve městech napadne sníh, je zpravidla během několika hodin odklizen. Asfalt a beton se tak vlivem slunečního záření rychleji a více prohřívají. Ke vzniku tepelného ostrova města přispívá taky odpadní teplo, vznikající při vytápění objektů, provozu klimatizací a při dopravě.

Tepelné ostrovy mají na globální změnu klimatu minimální a navíc jen lokální vliv. Ve větší míře ale ovlivňují tepelné poměry a změny v nejnižších vrstvách atmosféry a následný nepoměr v množství spadlých srážek.

Tepelný ostrov byl ověřen u celé řady velkých měst v České republice. Největší rozdíly teplot byly pozorovány v Praze, ale také v Brně nebo Olomouci.

Analýzy městského klimatu potvrdily, že výrazný tepelný ostrov vzniká už u středně velkých měst. Velký vliv má proudění vzduchu v dané lokalitě. Rozhodující složkou je pak to,



Řez typickým tepelným ostrovem města



jestli se jedná o čistý vzduch z lesa, nebo o vzduch znečištěný prachem a kouřem.

Opakem tepelného ostrova je ostrov chladu, kterému se odborná literatura věnuje podstatně méně. Ostrov chladu se vyskytuje nejčastěji podél vodních toků nebo v terénních nerovnostech. Zde dochází k hromadění studeného vzduchu a k následnému výskytu nebezpečných atmosférických jevů, jako je ledovka nebo námraza. Teplota tady v zimních měsí-

cích klesá hluboko pod nulu a slabý mraz se na těchto místech může objevit i během léta.

Mezi nejznámější mrazové lokality Česka patří Jezerní a Rokytská srať na Šumavě, Rolava v Krušných horách nebo Jizerka v Jizerských horách. Právě v těchto oblastech dochází po přechodech studených front a po nasunutí masy studeného vzduchu k výraznému poklesu teplot. Když se uklidní vítr, stéká těžký studený vzduch do údolí. Leží-li na zemi navíc sníh, je efekt ochlazování



ještě silnější. Ve vzniklém jezeře ledového vzduchu klesá s výškou výrazně i teplota. Na dvou místech vzdálených od sebe několik desítek metrů a s několikametrovým výškovým rozdílem se pak můžete teplota lišit až o 10 stupňů.

Pro přehlednější statistiku dělíme dny v zimních měsících podle naměřených teplot na **mrazové, ledové a arktické**. O mrazovém dnu mluvíme ve chvíli, kdy teplota v noci klesne pod nulu a během dne vystoupí nad bod mrazu. Počet dnů s ranním minimem pod nulou kolísá v Česku mezi 60 a 230. Tento počet roste s nadmořskou výškou a velkou roli hraje i vliv terénu.

Nejméně mrazových dnů je v Praze, a to právě v důsledku tepelného ostrova města.

Ledové dny jsou dny s celodenním mrazem. Teplota v meteorologické budce ve výšce 2 metry nad zemí se vůbec nedostane nad nulu. Takových dnů bývá během zimy v nížinách v průměru 10 a na horách i víc než 100.

Při situacích, kdy do střední Evropy proudí velmi studený, původem arktický vzduch od severu až severovýchodu, zůstává nejvyšší denní teplota pod minus 10 stupni. V takovém případě už mluvíme o arktických dnech a průměrný počet těchto dnů se pohybuje kolem 5 za rok.



Šumavské planě a mrazová lokalita Kvilda-Perla

SUPERTROPICKÝ DEN A NÁRŮST PRŮMĚRNÝCH TEPLŮT

V letech 1961 až 2000 bylo v průměru v Česku zaznamenáno za celý rok kolem 10 a v nejteplejších oblastech jižní Moravy až 15 tropických dnů. Počet dnů s teplotou 30 °C a vyšší se v 21. století zvyšuje. Například v nadprůměrně teplém létě roku 2015 bylo tropických dnů už na konci července téměř dvakrát víc, než udává dlouhodobý průměr. Po roce 2010 se objevuje prozatím jenom pracovní název pro den, kdy teplota dosáhne nebo překročí hodnotu 35 °C. Název „supertropický den“ začíná pro lepší kategorizaci dnů s mimořádně vysokou teplotou vzduchu používat jak slovenský, tak i Český hydrometeorologický ústav.

Mírné zimy a častější výskyt dnů s letní, tropickou nebo supertropickou teplotou jsou hlavním důvodem nárůstu průměrných teplot. K výpočtu průměrné denní teploty potřebujeme údaje z měření v 7, 14 a 21 hodin. Při porovnání grafického záznamu z termografu bylo zjištěno, že následující vzorec v našich klimatických

podmínkách nejlépe odpovídá naměřeným hodnotám.

Průměrná denní teplota se počítá jako průměr teplot z termínů 7, 14 a dvakrát 21 hodin.

Součtem průměrných teplot a následným dělením příslušným počtem dnů získáme průměrnou měsíční nebo roční teplotu. Ve světě se častěji setkáváme s průměrnou teplotou, spočítanou z hodinových termínů měření.

Průměrná roční teplota v Česku se v letech 1961 až 2000 pohybovala mezi 5 a 9 stupni. Po roce 2010 se už ale dostává i poměrně vysoko nad 10 stupňů a roky 2015, 2016 a 2017 se staly vůbec nejteplejšími roky v historii pozorování. Zvyšující se teploty se samozřejmě netýkají jenom Česka, ale jsou problémem řady míst na naší planetě. Při zachování současného trendu zvyšování se teploty se některé oblasti zřejmě stanou neobyvatelné.

NAMĚŘENÍ NEJNIŽŠÍ TEPLŮTY V ČESKU

Únor je zimní měsíc. Jeho název, odvozený od „noření“, tedy lámaní ledu na řekách, považovali naši předci za předzvěst jara. Přesto však téměř v polovině případů bývá únor nejchladnějším měsícem a někdy je po právu označován jako vrchol zimy.

Dokládá to i dosud nepřekonaný teplotní rekord -42,2 °C, který byl naměřen 11. února roku 1929 v Litvínovicích u Českých Budějovic, kousek od Stecherova mlýna. Rekord naměřil amatérský meteorolog Jaroslav Maňák, který tehdy učil na českobudějovickém gymnáziu.



Legendární arktická zima 1928/29 je dodnes považována za zimu století. Po teplém prosinci přišly v lednu tuhé mrazy a celé Československo zasypala vysoká vrstva sněhu. Tato zima trvala až do března. Vrcholem zimy byl právě 11. únor, kdy teploty kolísaly mezi -27 a -42 °C. Ledových dnů, kdy se teplota ani přes den nedostala nad nulu, bylo v této zimě více než 60.



Také jiná místa Česka zaznamenávala rekordní mrazy. V Třeboni spadla v noci z 10. na 11. února teplota na $-41,5$ stupně. V Opavě byla na rovných 41 stupních pod nulou. Pan Antonín Voj-

vodík, který měří teploty na šumavských pláních od roku 1978, při jednom z rozhovorů řekl, že v únoru roku 1929, kdy byla nejnižší teplota v historii měření zaznamenána, musely být mrazy na šumavských pláních ještě silnější. Teplota tam zřejmě klesala minimálně k -50 stupňům. Bohužel ji tenkrát nikdo nezměřil.



V lednu roku 1987 klesla teplota na Jezerní slati na $-41,6$ °C. K vyrovnání rekordu z roku 1929 chybělo pouhých 6 desetin stupně. S probíhající změnou klimatu a oteplováním je šance, že bude tento rekord překonán, minimální.



SVĚTOVÉ TEPLOTNÍ EXTRÉMY

Mezi nejznámější nejchladnější trvale obydlená místa na zemi patří vesnice Oymyakon, která se nachází na Dálném východě v ruské republice Sacha. 26. ledna 1926 tam byla naměřena teplota $-71,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Největší mráz na naší planetě ale naměřili v Antarktidě na základně Vostok. V roce 1983 tam teplota klesla na $-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Naopak nejvyšší teplota změřená na zemi je ze západního pobřeží Spojených států amerických. 10. července roku 1913 naměřili v Údolí smrti v Kalifornii teplotu $56,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tomuto místu patří i nejvyšší průměrná měsíční teplota na zemi, která má hodnotu $48,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V roce 1922 byla v Lybii naměřena teplota ještě vyšší. Teplotu $57,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ale Světová meteorologická organizace jako rekord neuznala. Důvodem byla celá řada nesrovnalostí. Při zkoumání bylo zjištěno, že teplota v okolí byla až o 7 stupňů nižší, přístroje zastaralé a práce pozorovatele na stanici nekvalitní.



Družice, které jsou schopny odečítat teplotu zemského povrchu, označily jako nejteplejší místo na Zemi poušť na východě Íránu, kde teplota podle odhadů dosahuje až k $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. V této oblasti se ale nenachází žádná měřicí stanice, která by takto rekordně vysokou teplotu potvrdila.

PROČ FOUKÁ VÍTR

VÍTR
WIND

TLAK VZDUCHU
ATMOSPHERIC PRESSURE

TLAKOVÁ NÍŽE (CYKLONA)
LOW (CYCLONE)

TRYSKOVÉ PROUDĚNÍ
JET STREAM

BÓRA
BORA

TLAKOVÁ VÝŠE (ANTICYKLONA)
HIGH (ANTICYCLONE)

BEUFORTOVA STUPNICE
BEUAFORT WIND SCALE

Meteorologická stanice na vrcholu Milešovky zaznamenává počasí od roku 1904

Foto: Vojtěch Šebek

ANEMOMETR ANEMOMETER

FÉN
FOEHN

BRÍZA
BREEZE

KDE VÍTR LÁME REKORDY?

Údaje o extrémních rychlostech větru je nutné brát s jistou rezervou, zvláště dřív docházelo k poškození anemometru nebo přístroj neměřil přesně. **Nejsilnější náraz větru na Zemi** byl zaznamenán 10. dubna 1996 při přechodu cyklonu Olivia přes Barrow Island v Austrálii, a to **113,2 m/s**. **Mimo tropické cyklony** zůstává nejsilnějším nárazem hodnota **103,3 m/s** z 12. dubna 1934, naměřená ve výšce 1916 m n. m. na meteorologické stanici Mount Washington v USA. Ještě větší je rychlost větru **v tornádech**. Nedá se změřit přímo, je odhadována z údajů dopplerovských meteorologických radarů. V této kategorii je za rekordní považována hodnota **135 m/s**, zjištěná 3. května 1999 v Moore (Bridge Creek) v Oklahomě.

U nás patří k největrnějším místům královna Českého středohoří Milešovka. Její 837 m vysoký vrchol převyšuje okolní krajinu zcela výrazně, je šestou nejprominentnější horou v Česku. Meteorologickou stanici tady vybudovali už v roce 1904, protože potřebovali měření z vyšších vrstev atmosféry. **Průměrná roční rychlost větru** dosahuje **8,6 m/s**. Absolutně nejvyšší náraz registrovali 14. ledna 1967. Kolik přesně nemůžeme říct, rychlost přesáhla rozsah měření přístroje. S jistotou víme jen to, že to bylo **víc než 50 m/s**, tedy přes 180 km/h.

Odolnějšími přístroji můžeme zaznamenat v poslední době i vyšší rychlosti větru. **Na Sněžce** změřila polská meteorologická stanice, ležící sotva 20 m od státní hranice, při Kyrillovi náraz **60 m/s**. **Za oficiální český rekord je ale považována hodnota 57,8 m/s**, naměřená rovněž při Kyrillovi, tedy 19. ledna 2007 kolem 15. hodiny, na Labské boudě v Krkonoších. (podrobnosti o něm na straně 31).

TLAK VZDUCHU

O existenci tlaku vzduchu měl představu už Aristoteles. Působení tlaku vzduchu na uzavřený rtuťový sloupec prokázal ale až v 17. století **Evangelista Torricelli**. S přítelem Vivianim realizoval v roce 1643 pokus, který se dnes objevuje v každé učebnici fyziky. Dlouhou skleněnou trubici naplnil rtuťí, otočil ji dnem vzhůru a zasunul do nádoby, ve které také byla rtuť. Jeho asistent pak každý den zapisoval, jak se mění hladina rtuti v trubici. Torricelli usoudil, že ke změnám hladiny dochází v závislosti na tom, jak se mění tlak vzduchu působící na hladinu rtuti v misce. Když je tlak vysoký (vzduch je těžký), rtuť v trubici vystoupí vysoko a naopak. Že vám to přijde banální? Budiž, ale až po tomto objevu mohlo objevování a pozorování atmosféry začít. **Tlak vzduchu je totiž hybnou silou mnoha procesů, které dohromady utváří počasí.**

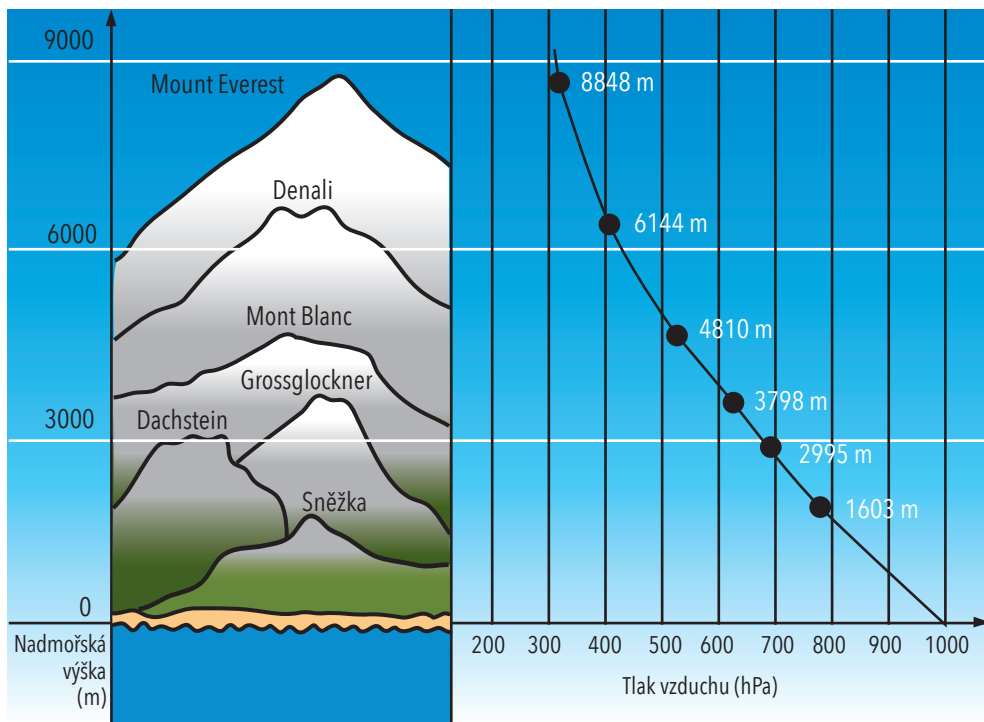


Italský fyzik a matematik Evangelista Torricelli se proslavil díky vynálezu barometru

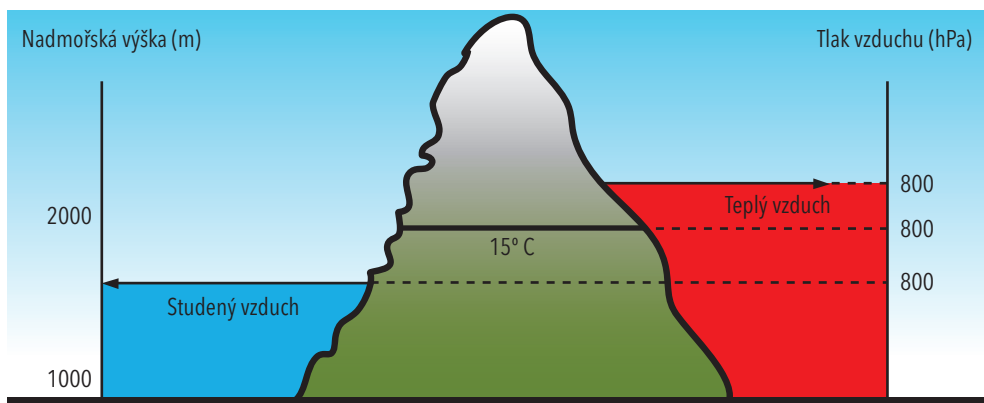
Tlak vzduchu je definován jako síla vyvolaná tíhou vzduchového sloupce, který sahá od výšky měření až k horní hranici atmosféry. Proto **tlak vzduchu s rostoucí nadmořskou výškou klesá**. Jeho změny s výškou popisuje složitá rovnice, tzv. **barometrická formule**. Zjednodušeně se ale dá říct, že na každých 5,5 km klesá tlak na polovinu své původní hodnoty. Pokles tedy není rovnoměrný. V přízemní vrstvě musíme vystoupit asi o 8 m, aby tlak vzduchu klesl o 1 hPa, ve výšce 3000 metrů už je pro stejnou změnu tlaku nutné vystoupit o 12 metrů, v 5000 metrech o 16 metrů a v 8000 metrech o celých 23 metrů.

Rychlost poklesu tlaku s výškou ovlivňuje i teplota: čím je vzduch chladnější, tím rychleji ubývá tlak s výškou (o 1 hPa na 7,41 m). Naopak v teplejším vzduchu je pokles tlaku s výškou pomalejší (o 1 hPa na 8,58 m). Studený vzduch je hustější, a tedy těžší, a proto stéká do údolí. A otevřeme-li si okno, táhne nám na nohy. Naopak teplejší vzduch je řidší, tedy lehčí, proto stoupá. Například spíme-li v místnosti, kde se topí, je vždycky větší teplo nahoře na palandě než dole na zemi. Aby byly naměřené hodnoty tlaku vzduchu srovnatelné, je třeba je přepočítat na jednotnou hladinu – na hladinu moře.

Fakt, že se **teplota varu vody mění podle tlaku vzduchu**, ověřil na vrcholu Mont Blancu Honorac-Bénédict de Saussure v roce 1787. Ve výšce 3000 metrů se voda vaří asi při 90 °C, v 5000 metrech při 82 °C a na vrcholu Everestu těsně nad 70 °C. Proto odpověď na otázku, zda si tam můžou, ovšemže čistě teoreticky, horolezci uvařit vajíčka natvrdo, zní ne. A stejného principu využil už v roce 1679 francouzský matematik a fyzik Denis Papin. Sestrojil tlakový



Tlak vzduchu s výškou neklesá lineárně. Pod vrcholem Mont Blancu leží necelá polovina hmoty vzduchu v atmosféře, pod vrcholem Mount Everestu je to něco přes dvě třetiny.



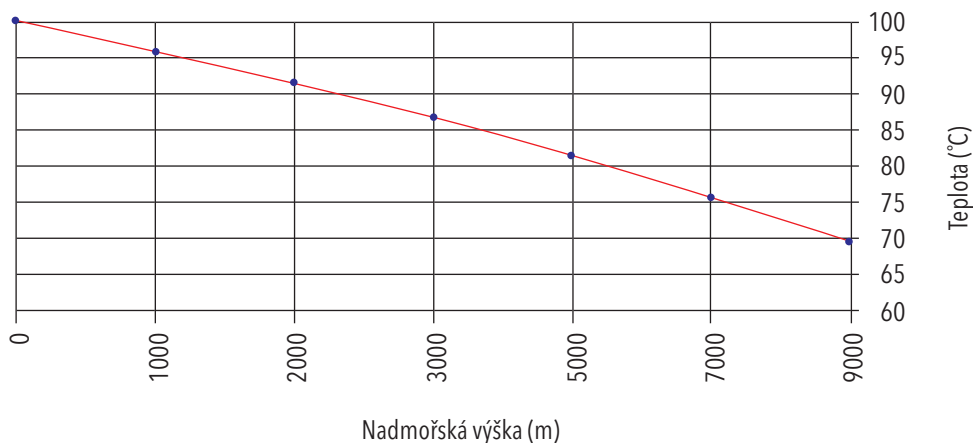
Při výstupu ve studeném vzduchu ukazuje výškoměr vyšší hodnoty než při výstupu v teplém vzduchu

hrnec, ve kterém je při tlaku asi 3000 hPa teplota vaření asi 130 °C.

Mimochodem, ani v dnešní době není jednoduché **na horách uvařit dobrou kávu** či

nechat vykynout těsto. Na nejvyšší položeném místě v Rakousku, kam se dá vyjet lanovkou – na vrcholu Hinterer Brunnenkogel – stojí ve výšce 3440 m n. m. kavárna, kde si bedlivě hlídají počasí. Je-li tlak hodně nízký, ještě nižší,

Bod varu vody



Ve vyšší nadmořské výšce se voda vaří při nižší teplotě

než odpovídá nadmořské výšce, kyne jim těsto pomalu a přístroje na vaření kávy se musí podle tlaku „vyladit“.

Čáry, které spojují místa se stejným tlakem vzduchu přepočteným na hladinu moře, se nazývají **izobary**. Bez nich si nedokážeme představit základní synoptické mapy. Přehled o poloze hlavních tlakových útvarů je pro první orientaci v povětrnostní situaci zásadní. Právě izobary totiž vymezují **tlakové výše (anti-cyklóny)**, tedy oblasti, v jejichž středu je vyšší tlak než v okolí, a **tlakové níže (cyklóny)**, ve kterých je uvnitř tlak nejnižší a směrem od středu k okraji roste. Zatímco vlivem i nepatrných vzestupných pohybů uvnitř tlakových níží se v nich tvoří oblačnost a srážky a bývají s nimi spojeny frontální systémy, jsou tlakové výše obvykle oblastmi, kde se vlivem sestupných pohybů oblačnost rozpouští. Obvykle. Že to není vždycky tak? Podívejte se na stranu 22 (čidlo tlaku v hodinkách).

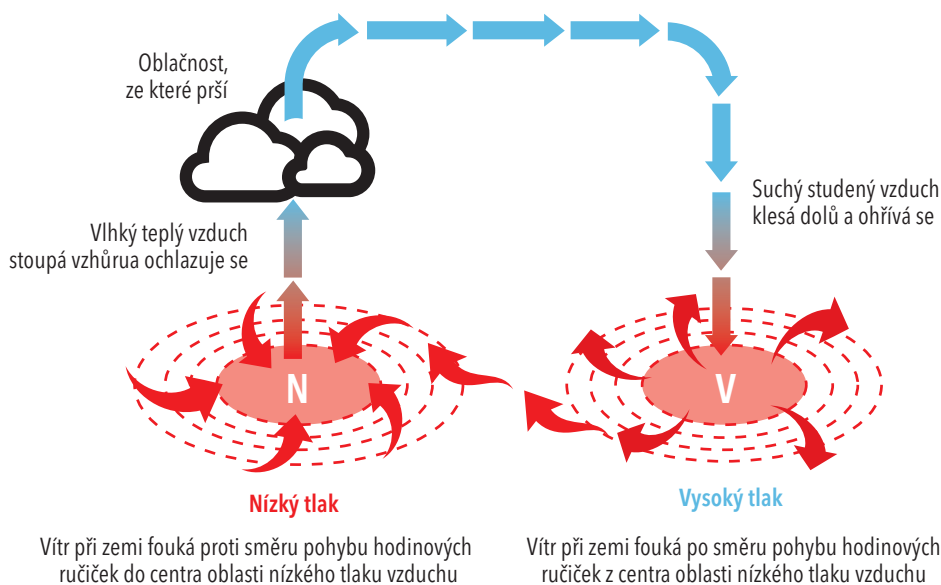
Základní jednotkou pro velikost tlaku vzduchu je 1 hPa. Platí následující převodní vztahy:

1 hPa = 1 mbar = 0,75 mmHg = 0,7 torrů
1 atm = 760 mmHg = 1013,25 hPa

Měření tlaku vzduchu **rtuťovým tlakoměrem** zůstává jedním ze základních principů, jak změřit hodnotu tohoto velmi důležitého meteorologického prvku. Kromě klasických barometrů, které vyhodnocují pohyb rtuťového sloupce, se používají i **aneroidy**, ve kterých je měření založeno na deformaci pružných stěn kovové krabičky. Dřív se tlak měřil i **hypsometry** zjišťujícími teplotu varu destilované vody,



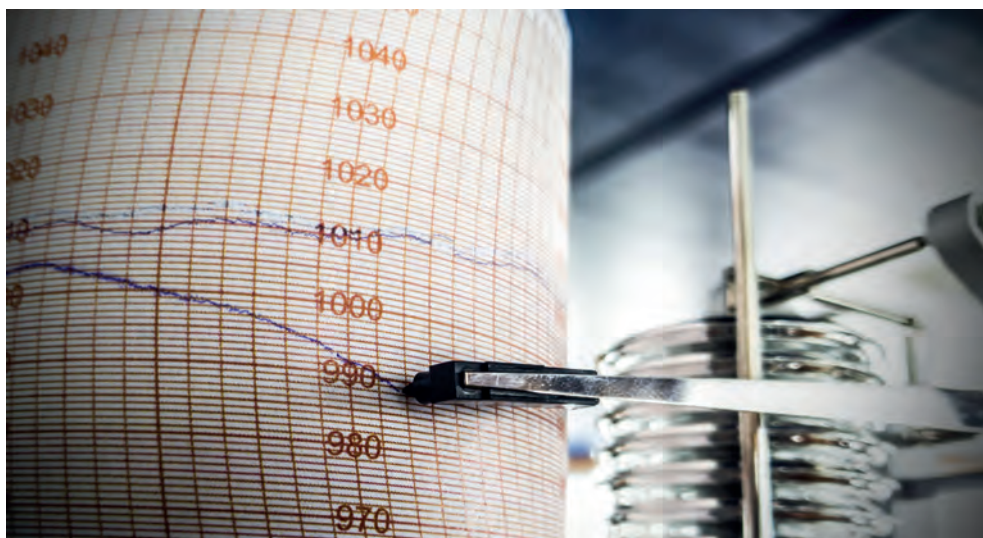
Staré aneroidy naznačovaly na základě tlaku vzduchu možný charakter počasí. Ale pozor, přímá rovnice mezi například vysokým tlakem vzduchu a pěkným počasím neplatí. Více na str. 28.



Na severní polokouli proudí vzduch ve směru hodinových ručiček z oblastí vysokého tlaku vzduchu od oblastí nízkého tlaku vzduchu, ve kterých se stáčí proti směru hodinových ručiček

kteřá se mění právě v závislosti na atmosférickém tlaku. Nové **digitální přístroje** měří zase pro změnu elektrické pole mezi stěnami

vzduchotěsné krabičky s vyčerpaným vzduchem a z toho pak hodnotu atmosférického tlaku počítají.



Barograf zaznamenává průběh tlaku vzduchu v čase

ČIDLO TLAKU V HODINKÁCH

Dřív nosívali horolezci kvůli počasí na výpravy do hor například Thommenův výškoměr, dnes můžou být **tlakoměrná čidla** zabudovaná přímo v outdoorových hodinkách. Mají-li hodinky v sobě zabudovanou taky GPSku, známe docela přesně svoji polohu i nadmořskou výšku, a navíc můžeme podle údajů barometrického čidla sledovat i kolísání tlaku a usuzovat na **možné změny počasí**. Pokles tlaku znamená blížící se tlakovou níž či přicházející frontu, a tedy zhoršení počasí. Naopak roste-li tlak, máme šanci, že se počasí bude zlepšovat – po přechodu fronty či v nasouvajícím se hřebeni vysokého tlaku vzduchu. Hlídat bychom si měli hlavně situace, kdy například během noci, kterou travíme ve stejné nadmořské výšce někde na chatě, dojde k nárůstu výšky i o 100 m. Ve skutečnosti to znamená, že tlak výrazně poklesl, a to by mohlo být předzvěstí výrazného zhoršení počasí. Ale nezapomínejme, že **přímá rovnice mezi vysokým tlakem a pěkným počasím neplatí**. Například v zimě se při dlouhých nocích vyzářuje teplo od země do volné atmosféry a v údolích se může tvořit nízká oblačnost. A pozor také na situace, kdy se ve výšce nad přízemní tlakovou výší nasouvá tlaková níže (tzv. výšková tlaková níže). V takovém případě dochází k tvorbě oblačnosti a srážek. A co je pak platné, že nejen hodinky, ale třeba i domácí barometr ukazují shodně 1030 hPa a „pěkně“?

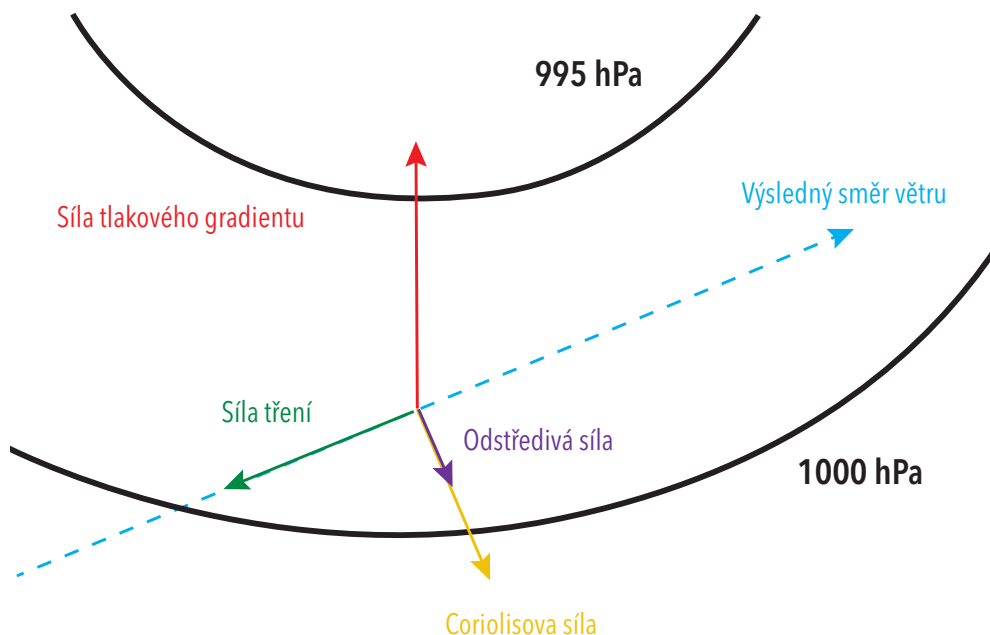


Hodinky s barometrickým čidlem umožňují sledovat tlakovou tendenci

Otázku „**proč fouká vítr**“ řešili naši předci od pradávna. Už od začátku našeho letopočtu stojí v Athénách tzv. **věž větrů**. Na jejím vrcholu bývala větrná korouhev a věž sloužila i jako vodní a sluneční hodiny. Právě větrná korouhev patří k nejstarším meteorologickým přístrojům. U nás ji na svém zámku v Bechyni nechal pro pobavení své i svých hostů postavit **Petr Vok z Rožmberka** už v roce 1585.

Vítr vzniká jako důsledek nerovnoměrného rozložení tlaku vzduchu na zemi – proudí z oblasti vyššího tlaku do míst s nižším tlakem. Základní představa je jednoduchá. Vložíme-li například kuličku do tlakového pole, rozeběhne se do míst s nižším tlakem. A protože se Země otáčí, začne na ni působit (kromě síly tlakového gradientu, která ji

vedla do pohybu) ještě také tzv. **Coriolisova síla**. Ta ji bude na severní polokouli odklánět od původního směru pohybu vpravo, na jižní polokouli vlevo. Coriolisova síla je tím větší, čím rychleji se kulička pohybuje. Pokud nebudeme počítat se třením, bude se kulička pohybovat podél přímkových izobar. V blízkosti zemského povrchu ale právě **tření** pohyb kuličky zpomalí a tím se zmenší i Coriolisova síla. K tomu je třeba ještě vzít v úvahu, že izobary nejsou přímkami, ale jsou různě zakřivené, a proto se uplatňuje i **síla odstředivá**. Výsledkem skládání všech těchto sil, které mají na kuličku v tlakovém poli vliv, je proudění vzduchu v reálné atmosféře. Jeho horizontální složka, tedy **vítr, fouká u zemského povrchu podél izobar a mírně se stáčí ke středu tlakové níže a od středu tlakové výše**.



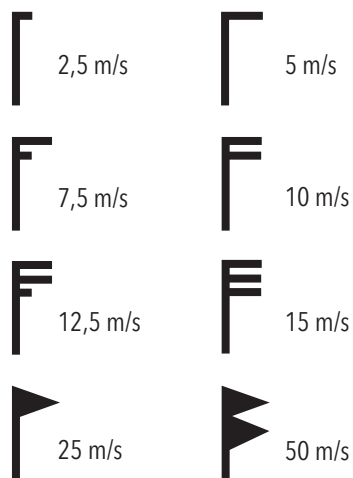
Síly působící na kuličku umístěnou do tlakového pole u zemského povrchu

Základní jednotkou pro rychlost větru jsou m/s. Platí následující převodní vztahy:

1 m/s = 1,94254 kt (uzlů) = 3,60 km/h = 2,24 mph (mil za hodinu)

Vítr je vektor, proto je třeba určovat jak jeho **rychlost, tak i směr**. Rychlost se měří v metrech za sekundu (m/s) nebo uzlech (kt), v USA se potkáte s mílemi. Někdy se uvádí i slovní pojmenování, které vychází z **Beaufortovy stupnice**. Podle ní má například čerstvý vítr rychlost 6 až 10 m/s. Občas se můžou objevit i nárazy, při kterých dochází ke krátkodobému zvýšení rychlosti o víc než 5 m/s. Směr větru se měří v úhlových stupních udávajících směr, odkud vítr vane. Tedy jednoduše: západní fouká od západu, tedy z 270°, severní od severu, tedy z 360°. Mnemotechnickou pomůckou budiž nám onen slavný verš Jaroslava Uhlíře „Severní vítr je krutý...“.

Moderní **anemoindikátory** na meteorologických stanicích už neměří rychlost větru pomocí Robinsonova kříže a směr větrnou korouhví.



Dlouhá čárka ukazuje směr, odkud vítr fouká, krátké čárky nebo případně trojúhelníčky označují rychlost větru

Daleko přesnější je například **ultrasonický (ultrazvukový) anemometr**, který vysílá a přijímá ultrazvukový signál mezi třemi nebo čtyřmi tzv. převodníky. Princip je jednoduchý: rychlost větru je úměrná zpoždění nebo zrychlení signálu v závislosti na jeho směru. Čidla anemometrů se umísťují na rozdíl od jiných meteorologických přístrojů **do výšky 10 m nad zemí**. To proto, aby měření větru nebylo ovlivněno blízkostí zemského povrchu.

Vítr je výrazně ovlivněn terénem. Čím je terén členitější, tím komplikovanější je proudění vzduchu. V horách můžeme rozlišit několik druhů tzv. **místních větrů**. Základní je tzv. **padavý vítr**. Objevuje se v závětrí hor a je ovlivněn jak terénem, tak povětrnostní situací. Řadí se k němu dva nejznámější – bóra a fén.

Jako **bóra** se původně označoval studený a nárazovitý vítr na pobřeží Chorvatska. Vzniká klesavým pohybem těžkého a velmi studeného vzduchu, který se převalí přes hory a v jejich závětrí dosahuje velkých rychlostí. Ty jsou podmíněné jak vahou vzduchu samotného, tak i jeho předchozím nahromaděním na návětrné straně, popřípadě nízkým tlakem v závětrí, díky kterému se proudění jakýmsi „nasáváním“ ještě urychlí. Dnes se tohle označení používá i v jiných zemích a mimo pobřežní oblasti. Mimořádně, vítr tohoto typu řádil 19. listopadu 2004 ve Vysokých Tatrách, na Skalnatém plese dosahovala jeho rychlost až 190 km/h. Charakter bóry má i umělci opěvovaný **mistral** – silný vítr vanoucí v údolí Rhôny ve Francii. Silné proudění je tu ještě umocňováno úzkým údolím, kterým se studený vzduch musí protlačit.

Fén se vyskytuje v závětrí hor. Moderní teorie vysvětlují několik typů fénového proudění. Základní ale pořád zůstává termodynamický model popisující proudění vzduchu přes horskou překážku. Na návětrí hor stoupající vlhký



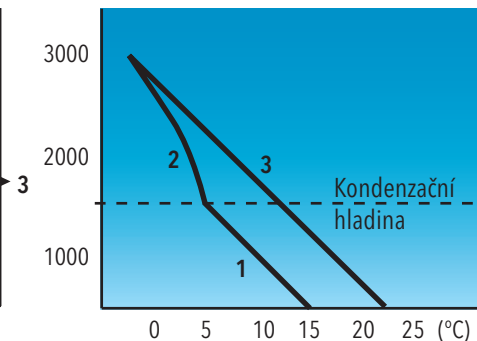
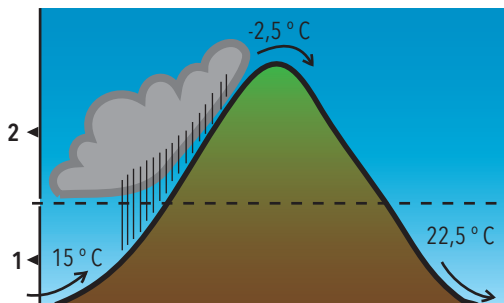
Oblačnost tzv. fénové zdi přetéká přes horský hřeben

vzduch se ochlazuje, vodní pára v něm obsažená kondenzuje – dochází k tvorbě oblačnosti a srážek. V oblačnosti se vzduch ochlazuje o $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ na každých 100 m výšky. Vycházíme-li z původní teploty v 500 m n. m. například $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a faktu, že od 1500 m n. m. jsou až po vrchol mraky, jsou na 3000 m vysokém hřebeni $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. V okamžiku, kdy začne vzduch klesat do údolí, rozpustí se oblačnost a vzduch se ohřívá o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ na 100 m a přitom se vysouší. V závětrí je pak $22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a sucho.

Moderní zkoumání ale ukazují, že asi polovina případů fénu není doprovázena srážkami. V tomto případě vzduch, který proudí přes hře-

ben, následně na závětrné straně vlivem hor musí klesat a při tom dochází k závětrnému adiabatickému vzestupu teploty. Pojmenování fén (föhn) sice vzniklo v alpské oblasti, ale fénem je například chinook ve Skalisticích horách nebo vítr halný v jižním Polsku.

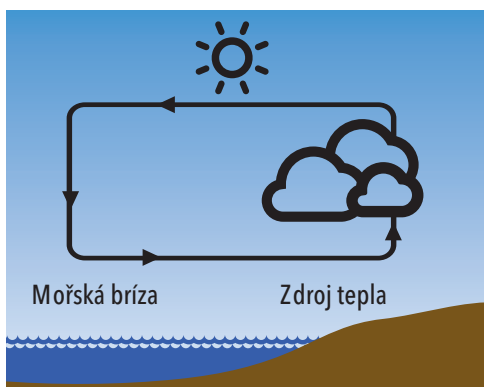
Vítr u moře má, pokud je počasí stabilní, jasná pravidla. Příčinou vzniku speciální pobřežní cirkulace je nerovnoměrné zahřívání povrchu pevniny a vody. Ve dne se vzduch nad pevninou prohřívá rychleji, vzduch nad ní stoupá a nahrazuje ho chladnější vzduch od moře. Vzniká tak **mořská bríza**. V noci je to naopak. Nad chladnější pevninou vzduch



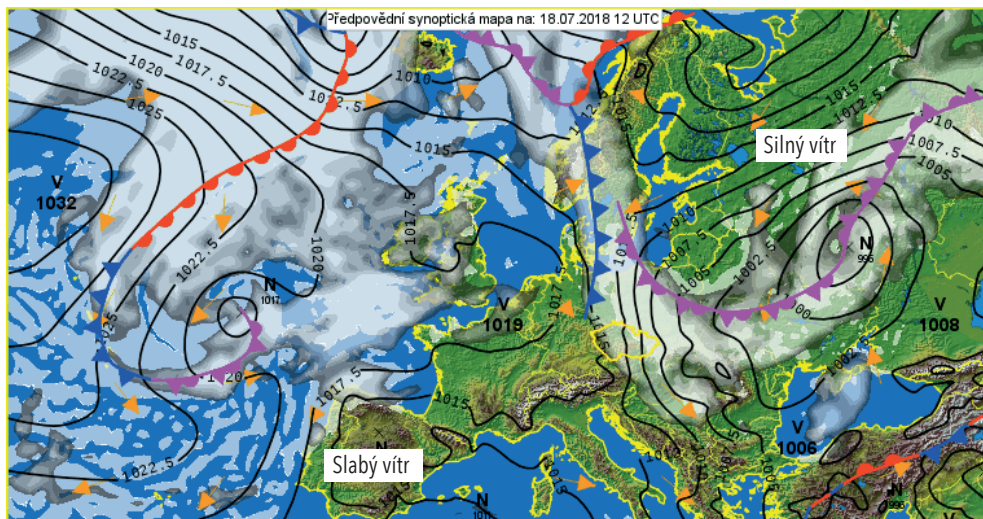
Klasická teorie vzniku fénu počítající s tím, že na návětrí prší

sestupuje dolů a proudí z pevniny nad moře. Vzniká tzv. **pevninská bríza**. Nad popsáním přízemním prouděním se vyskytuje ve výšce 2 až 4 km ještě protisměrné kompenzující proudění, které tak uzavírá celý systém brízové cirkulace. Nej příznivější podmínky pro vznik brízy jsou v létě v oblastech subtropických anti-cyklón tam, kde moře omývají studené mořské proudy, tedy tam, kde jsou největší teplotní rozdíly mezi pevninou a vodou. Právě v tropických a subtropických oblastech je bríza velmi osvěžující, a proto se jí říká třeba v západní tropické

Africe a Indii „doktor“. Podle slov amerického oceánografa Matthewa Fontaina Maryho Ize v tropických oblastech očekávat střídání mořského a pevninského vánku se stejnou jistotou jako východ a západ Slunce. Mimochodem, slovo bríza pochází z francouzského brise – tedy váněk či slabý váněk. Původně se tak označoval rovnoměrně vanoucí mírný mořský vítr dosahující rychlostí do asi 50 km/h vhodný pro plavbu plachetnic. Brízová cirkulace se může vytvořit i u velkých jezer či jiných rozsáhlých vodních ploch.



Brízová cirkulace se může vytvářet nejen u moře, ale patrná je i u velkých jezer či jiných rozsáhlých vodních ploch



Čím hustější jsou na synoptické mapě izobary, tím silnější vítr fouká

Zdroj: ČHMÚ

TRYSKOVÉ PROUDĚNÍ

Silné proudění ve vyšších vrstvách atmosféry zaznamenali meteorologové už například po roce 1920, a to nad japonskou observatoří Tateno. Ve výšce 9 až 10 km tehdy naměřili rychlost větru až 250 km/h. Považovali to ale za chybu. Konkrétní důkaz přišel až později, když se kvůli „záhadnému proudění“ dostalo do problémů letadlo německé armády Junkers letící ve výšce kolem 17 km nad východním Středomořím. Při protivětru 300 km/h se posádka nebyla schopná vrátit na základnu a zahynuli při pokusu o přistání na moři. Americké letectvo mělo ze stejných důvodů problém při bombardování tokijského průmyslového komplexu z výšky asi 10 km. Proto od března roku 1945 probíhaly noční hloubkové nálety ve výškách 1,5 až 2 km, tedy mimo zónu onoho „záhadného větru“.

Výzkumem silného proudění byl pověřen konzultant amerického generálního štábu v problematice předpovědi počasí

Carl-Gustaf Rossby, duchovní otec chicagské školy dynamické meteorologie a zakladatel první americké univerzitní katedry meteorologie. Na základě jeho poznatků a dalších studií jeho následovníků je dnes **tryskové proudění (jet stream)** definováno jako proudění rychlejší než 30 m/s. Má tvar zploštělé trubice s přibližně horizontální osou a nachází se nejčastěji asi 1 nebo 2 km pod tropopauzou – tedy v mírných zeměpisných šířkách asi 9 až 10 kilometrů vysoko.

V literatuře se uvádí, že byly registrovány rychlosti tryskového proudění i **přes 500 km/h**, nad územím Česka to bylo okolo 300 km/h, to například 29. října 2017. Správná předpověď polohy tryskového proudění je důležitá **pro leteckou dopravu**. Při cestách ze Severní Ameriky do Evropy se dá vhodnou letovou cestou a hladinou let výrazně zkrátit, naopak při cestě na západ je nutné se tryskovému proudění vyhnout a volit let mimo něj.



Tryskové proudění si můžeme představit jako zploštělou trubici s přibližně horizontální osou

STOJÍCÍ OBLAKY A VELMI SILNÝ VÍTR?

Při pohledu na oblaky můžeme z rychlosti jejich pohybu usuzovat, jak silný vítr fouká. Obvykle... Má to ale jeden háček. Existuje totiž jeden oblačný druh, jehož jistý tvar zůstává i při velmi silném větru stát na jednom místě. Máme na mysli **Alto cumulus lenticularis**, v českém překladu je to vysoká kupa čočkovitého tvaru. Jak vzniká? A čím to, že ho vítr neunáší? Všechno to vyplývá z principu jeho vzniku. Představme si, že vítr proudí přes horský masiv a jeho rychlost ještě roste i nad úrovní hřebene. V závětrí vznikají **stojaté vlny**, které si můžeme představit, jako vodu rozvlněnou za kamenem v potoce. A na vrcholech

stojatých vln se tvoří Alto cumulus lenticularis, tedy onen čočkovitý mrak. Na místě zůstává stát proto, že se **na jedné straně tvoří a na druhé rozpouští**. V místech, kde vzduch vystupuje nahoru, neustále vznikají oblačné částice (vodní pára se mění na vodní kapičky nebo ledové krystalky) – oblak se obnovuje. A naopak v místech, kde vzduch sestupuje dolů, se oblačné částice rozpouští (vodní kapičky se vypařují, ledové krystalky sublimují) – oblak zaniká. Při pohledu na něj se tedy zdá, jako by se nepohyboval. Připomíná čočku nebo UFO a při vhodných podmínkách se může objevovat i v několika vrstvách nad sebou.



Alto cumulus lenticularis se na návětrné straně tvoří, na závětrné rozpouští. Proto vypadá, že stojí i v silném větru na stejném místě.

KYRILL? TO NEBYLA JEN VICHŘICE!

Tlaková níže Kyrill přinesla v roce 2007 do Česka nejsilnější vítr v historii měření. To je obecně známý fakt. Ovšem nejen to! Kvůli Kyrillovi jsme zaznamenali i **rekordně vysoké teploty** a docela **silné zimní bouřky**.

Tlaková níže Kyrill vznikla 15. ledna nad Spojenými státy jižně od Velkých jezer. V silném tryskovém proudění (jet stream – viz strana 27) urazila za pouhých 36 hodin asi 6000 km až nad severní části Britských ostrovů. V té době dosahoval tlak v jejím středu 973 hPa. Tady se její postup na východ přes Balt k Severnímu moři ještě zrychlil. To proto, že kousek severně tudy před pár dny procházela jiná tlaková níže a ta Kyrillovi prorazila cestu – jeho postup nebyl brzděn žádným výběžkem či oblastí vysokého tlaku vzduchu.

Ve čtvrtek 18. ledna se Česko dostalo do teplého sektoru tlakové níže, tedy do obvykle nejvítrnější části cyklóny. S blížící se studenou frontou rychlost větru ještě zesilovala

a nejsilnější byl vítr těsně před a při přechodu studené fronty – tedy kolem půlnoci **z 18. na 19. ledna**. V té době se střed Kyrilla nacházel u pobřeží Baltu a tlak tu byl 965 hPa. Ve stejné době byla nad Pyrenejským poloostrovem mohutná tlaková výše se středem 1040 hPa. Neobvykle velký byl proto tlakový gradient – z Alp až k Baltu 5,6 hPa na 100 km, a proto foukal tak silný jihozápadní až západní vítr.

Na většině území Česka dosahovala rychlost větru v průměru 10–20 m/s, nárazy byly 23–35 m/s, ve vyšších a exponovaných polohách 35–45 m/s. Největřnější byla polská meteorologická stanice na Sněžce, kde registrovali 60 m/s (216 km/h), Labská bouda měla 58 m/s, Milešovka měla 47 m/s, Ústí nad Labem 44 m/s. Vítr tehdy způsobil značné škody na lesních porostech, popadalo nebo bylo poškozeno téměř 10 milionů m³ dřevní hmoty, tedy asi 2/3 roční těžby.

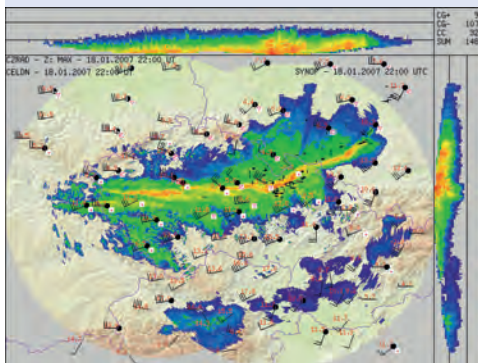
Kyrill byl doprovázen nejen silným větrem, ale i **vydatnými srážkami**. K povodním



Trasa postupu tlakové níže Kyrill je v mapě vyznačena modrou barvou. Červená je níže, která Kyrillovi prorazila cestu přes oceán do Evropy.

Zdroj: ČHMÚ

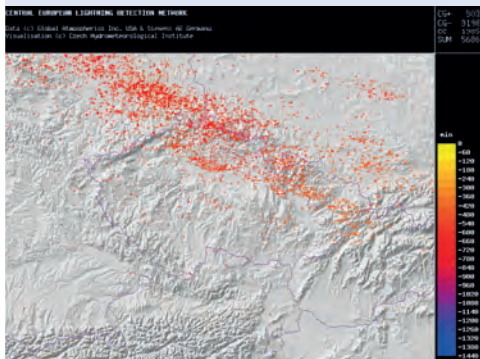
ale nedošlo, protože sice bylo teplo, foukalo a hodně pršelo, ale na horách chyběl sníh a nemělo co tát. Hladiny se zvedly jen na několika menších tocích.



Radarový snímek studené fronty tlakové níže Kyrill doplněný praporkky, které ukazují směr a rychlost větru

Zdroj: ČHMÚ

Výrazné byly ale bouřky doprovázející Kyrillovu studenou frontu. Za 24 hodin od 7 hodin 18. ledna bylo podle detekce blesků registrováno v Česku a přilehlé části Německa a Polska skoro **5700 blesků**.



Detektory blesků zachytily i údery daleko před frontou. Jednalo se ale o výboje způsobené zkraty na elektrickém vedení v důsledku silného větru.

Zdroj: ČHMÚ

A protože se k nám před studenou frontou dostával velmi teplý vzduch od jihozápadu, padaly **teplotní rekordy**. Na některých stanicích bylo překonáno dosavadní lednové maximum. V Brodě nad Dyjí bylo krátce po půlnoci, těsně před přicházející studenou frontou, naměřeno **17,9 °C**. Za takhle vysokou teplotu by se nemusel stydět ani červenec.

Když se řekne Kyrill, každému se automaticky vybaví slovo orkán. Správně bychom měli ale říkat **„tlaková níže Kyrill“**. Meteorologickým ústavem, spadajícím pod Svobodnou univerzitu v Berlíně, jsou totiž pojmenovávány právě tlakové útvary, nikoli to, co ve svých důsledcích přinesou, nikoli tedy ono tzv. význačné počasí. Mimochodem Kyrill dostal své jméno 17. ledna. Navrženo bylo jistou rodinou z Neuenhagenu, která ho vybrala na počest oslav 65. narozenin svého otce.

Bilance škod, které způsobila tlaková níže Kyrill, byla děsivá – vyžádala si 45 lidských životů, 4 lidé zemřeli v Česku. Jen v okrese Klatovy orkán zničil skoro 3 miliony m³ dřeva, což je třetina celkových škod v Evropě. Holé šumavské vrcholy – to je dodnes patrný důsledek řádění Kyrilla.

A ještě poznámka: První výstrahu, varující před **vůbec nejsilnějším větrem v Česku**, vydal Český hydrometeorologický ústav ve středu 17. ledna, tedy v době, kdy byl Kyrill dva dny po svém vzniku daleko nad Atlantikem, někde na úrovni Grónska.

Kyrill zanikl pak jen dva dny poté, co pustošil v Česku – 20. ledna někde v oblasti Pečorského moře.

Beaufortova stupnice větru

stupeň	označení	průměrná rychlost v m/s	průměrná rychlost v km/h
0	bezvětří	0,0-0,2	méně než 1
1	vánek	0,3-1,5	1-5
2	slabý vítr	1,6-3,3	6-11
3	mírný vítr	3,4-5,4	12-19
4	dosti čerstvý vítr	5,5-7,9	20-28
5	čerstvý vítr	8,0-10,7	29-38
6	silný vítr	10,8-13,8	39-49
7	prudký vítr	13,9-17,1	50-61
8	bouřlivý vítr	17,2-20,7	62-74
9	vichřice	20,8-24,4	75-88
10	silná vichřice	24,5-28,4	89-102
11	mohutná vichřice	28,5-32,6	103-117
12	orkán	32,7 a více	118 a více

Označení dosti čerstvý vítr se v předpovědích obvykle nepoužívá a stupeň 4 se slučuje se stupněm 5



V lesích Národního parku Šumava dosahoval vítr v nárazech rychlosti až 170 km/h. Způsobil rozsáhlé škody na lesních porostech a padlo mu za oběť kolem jednoho milionu kubíků dřeva. To byl jen začátek. Pak začal řádit kůrovec.

NEBESKÁ GALERIE



Foto: Robert Dlouhý

Nejsilnější náraz větru zaznamenala při Kyrillovi polská meteorologická stanice na Sněžce, ležící sotva 20 m za hranicí s Českem. Oficiálním českých rekordem zůstává hodnota 57,8 m/s naměřená kousek odtud – na Labské boudě.

Ve výškách kolem 3000 m n. m. je tlak vzduchu asi o 350 hPa nižší, než jsme normálně zvyklí. Dýchání je obtížnější proto, že při jednom nádechu se do plic dostane méně molekul kyslíku. Proto nás pohyb snadněji vyčerpá.



Foto: Stanislav Hezko



Foto: Jitka Rösslerová

Silný vítr tvoří na sněhové pokrývce větrné čeriny, zvané zastrugi. Jejich přítomnost je neklamným důkazem dlouhotrvajícího silného větru. Přefoukaný sníh i tvrdá deska, která na povrchu sněhu vzniká, mohou zvyšovat lavinové nebezpečí.

Vítr se měří ve výšce 10 m nad zemí. Na tomto stožáru je vlevo Robinsonův kříž, uprostřed a vpravo vzadu ultrasonické čidlo a vpravo nahoře větrná korouhev. Převodníky ultrasonického anemometru jsou vyhřívány, aby se zabránilo vzniku námrazy.



Foto: Vladimír Ondruch



Tvar stromů se přizpůsobuje převládajícímu větru. Typické je to například v údolí řeky Rhôny, kde fouká mistral. Vyskytuje se po celý rok, nejčastěji v prosinci, lednu a červnu při severozápadním až severním proudění. To je v úzkém severojižně orientovaném údolí zesilováno tryskovým efektem.



Foto: Anna Neugebauerová



Foto: Jarda Fous



Foto: Jiří Kolbaba



Různé podoby čočkovitých oblaků tvaru lenticularis



Foto: Libor Čihák



Foto: Jitka Rösslerová

Větrná smršť u Šindelové

Důsledky silného větru na Kozlově

KOLIK JE KDE DEŠŤOVÉ VODY

SRÁŽKY
PRECIPITATION

PRŮMĚRNÝ ÚHRN SRÁŽEK
AVERAGE PRECIPITATION TOTAL

INTENZITA SRÁŽEK
PRECIPITATION INTENSITY

KONDENZAČNÍ JÁDRA
CONDENSATION NUCLEI

SNĚHOVÁ VLOČKA
SNOWFLAKE

SRÁŽKOVÝ STÍN
RAIN SHADOW

KOLOBĚH VODY V PŘÍRODĚ
WATER CYCLE IN NATURE