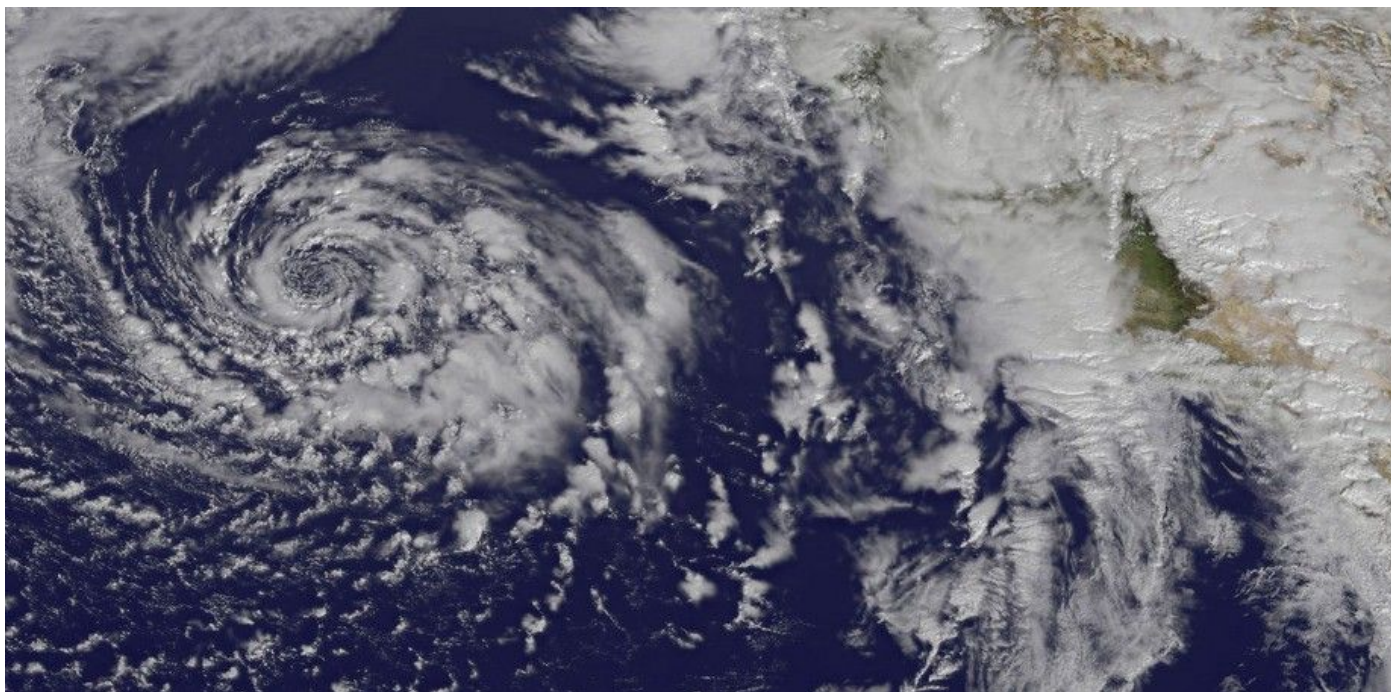




Digitální učebnice v oborové didaktice (agrometeorologie)

Jiří Husa



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Institut vzdělávání
a poradenství**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

Husa. J.: Digitální učebnice v oborové didaktice. Praha. IVP ČZU v Praze, 2018, 84 s.

Klíčová slova

Digitální učebnice, multimédia, digitální vzdělávací obsah, otevřené vzdělávací zdroje, dokumenty Google, animace, agrometeorologie, klimatologie, počasí a podnebí.

Anotace

Text předkládá didaktickou transformaci učiva s využitím možností současných digitálních učebních zdrojů v oblasti oborové didaktiky zemědělských odborných předmětů (agrometeorologie a klimatologie). Text se zamýšlí v úvodu nad možnostmi současných informačních technologií s důrazem na interaktivitu a animaci. Učební text zahrnuje přehled obecné meteorologie a klimatologie s jejich aplikací do podmínek zemědělské výroby (agrometeorologie).

Husa, J. : Digital textbooks in branch didactics. Praha, IEC CULS Prague, 2018, 84 p.

Keywords

Digital textbooks, multimedia, digital educational content, open educational resources, Google documents, animation, agrometeorology, climatology, weather and climate.

Summary

The text presents the didactic transformation using the possibilities of contemporary digital learning resources in the field of didactics of agricultural specialized subjects (agrometeorology and climatology). The text is intended to introduce the possibilities of contemporary information technologies with an emphasis on interactivity and animation. The textbook includes an overview of general meteorology and climatology with their application to the conditions of agricultural production (agrometeorology).

Katedra celoživotního vzdělávání a podpory studia
Institut vzdělávání a poradenství
Česká zemědělská univerzita v Praze

První vydání.
2018

PDF verze je [dostupná na tomto odkazu](#).

Licence k publikaci: [Creative Commons](#) (CC BY-SA 3.0 CZ)

Text neprošel jazykovou úpravou.

Recenzoval: Ing. Ivan Miller, Ph.D.

ISBN 978-80-213-2840-2 (PDF verze)

Obsah

0 Úvod	3
0.1 Digitální učební texty	3
0.2 Prostředí dokumentu Google	5
0.3 Struktura a nástroje digitálního učebního textu	6
1 Počasí a podnebí	10
1.1 Meteorologické a klimatické prvky	12
2 Atmosféra	15
2.1 Vertikální členění atmosféry	15
2.2 Složení a pohyb atmosféry	16
3 Sluneční záření	19
3.1 Skleníkový efekt	22
3.2 Měření slunečního záření	23
4 Teplota vzduchu a půdy	25
4.1 Teplota půdy	25
4.2 Teplota vzduchu	28
4.3 Teplotní inverze	30
5 Vlhkost vzduchu	33
5.1 Oblaka a oblačnost	35
5.2 Srážky	38
6 Tlak vzduchu	41
6.1 Proudění vzduchu	42
6.2 Tlakové útvary v atmosféře	45
7 Meteorologická měření	51
8 Předpověď počasí	54
9. Klima	57
9.1 Klimatická pásma Země	57
9.2 Klimatické oblasti ČR	59
9.3 Fenologická pozorování	62
Přehled cvičení	66
Řešení úloh a cvičení	73
Literatura	78
Seznam obrázků použitých v textu	79

0 Úvod

0.1 Digitální učební texty

Díky postupující digitalizaci mnoha oblastí lidské činnosti vzniká v elektronické podobě stále více zdrojů a materiálů, které lze využít v odborném vzdělávání a určitou část z nich lze považovat za využitelné vzdělávací zdroje. Lze dokonce říci, že **v některých oblastech odborného vzdělávání je možné najít aktuální kvalitní vzdělávací zdroje pouze v digitální podobě**. Na rychlý technický a technologický vývoj často není možné reagovat zavedenými postupy didaktické transformace, které jsou poměrně zdlouhavé, a proto mnoho práce při výběru učiva zůstává na učiteli. Přičteme-li k tomu ještě komplikovanou situaci v oblasti tištěných učebnic pro odborné vzdělávání, bývá vlastní tvorba vzdělávacích materiálů učitelem jedinou možností, jak zprostředkovat aktuální učivo.

Možnosti digitálních technologií pro tvorbu **digitálního vzdělávacího obsahu** jsou zatím prozkoumány nedostatečně. Průcha (2009) definuje **interaktivní učebnici** jako novou formu zpracování multimediálních obsahů pro výuku, která umožňuje na tabuli zobrazit jednotlivé stránky učebnice nebo jejich části. Má charakter hypertextu, oproti učebnici papírové obsahuje další obrazový materiál, audio a videoukázky, interaktivní simulace a cvičení, aktivní odkazy do slovníků, jiných učebnic, internetu apod.

Zjištění podobné výše uvedené definici uvádí Simbartl (2015), který zkoumal interaktivní učebnice pro základní školy. Autor uvádí, že **elektronické interaktivní učebnice jsou často zpracované dle původních papírových předloh** a jsou rozšířené o multimediální i interaktivní prvky. Některé učebnice disponují cvičeními a úkoly.

Učebnice jako zavedené médium pro předávání vzdělávacího obsahu také často definují, jaké činnosti by žáci měli být schopni s daným vzdělávacím obsahem vykonávat. **Způsob, jakým je prezentován obsah v učebnici, ovlivňuje jeho didaktické ztvárnění učitelem ve třídě**. Autoři učebnic tak mají možnost u žáků rozvíjet mnohem náročnější myšlenkové procesy, než je porozumění danému učivu (Knecht, Janík, 2008).

Učebnice by měla být pokud možno propojena s možnostmi didaktického působení učitele, který například prostřednictvím různých výukových metod učiní učivo atraktivnější, živější, aktuálnější a propojenější s každodenním životem i aktuální situací ve třídě (Knecht, Najvarová, 2008)

Neumajer (2014) zmiňuje, že **elektronická učebnice** by měla nad rámec tradičních didaktických parametrů splňovat ještě tyto požadavky:

- nachází se někde na pomezí současné učebnice a pracovního sešitu, tj. **elektronická učebnice má výkladovou, procvičovací a testovací část**,
- má **multimediální a interaktivní charakter** (strukturované texty, audia, 2D a 3D animace, videa, fotografie a ilustrace, odkazy on-line, simulace, kvízy, testy),
- **umožňuje fulltextové vyhledávání**,
- je **finančně dostupná** a lze jednoduše pořizovat školní multilicence,
- je provázána se školním on-line vzdělávacím prostředím (dnes nejčastěji Moodle),
- je **platformně nezávislá**, tedy dostupná ze všech rozšířených počítačových platforem (Windows, Apple iOS, Android),
- **podporuje aktivizaci žáka**, podněcuje jeho zájem objevovat,
- **umožňuje žákům spolupráci a sdílení**, např. prostřednictvím vzdělávací sociální sítě, **umožňuje vkládání poznámek** (místo do sešitu) a je propojena s dalšími on-line nástroji,
- **poskytuje zpětnou vazbu**, nabízí analýzu výukových výsledků žáka (tzv. learning analytics),
- umožňuje **přístup žákům k učebnici odkudkoli** (přenosná zařízení) a kdykoli.

Zároveň je ale také nutné splnit podmínku **uživatelsky přívětivého rozhraní**, které umožní poměrně jednoduchým způsobem učební texty editovat bez nutnosti znát technické a detailní zákonitosti tvorby webových stránek. Prostředí, které by splňovalo všechny výše uvedené parametry, zatím neexistuje jako jeden komplexní nástroj. Většinou je nutné k vytvoření digitálního učebního textu udělat několik mezikroků, které proces komplikují.

I když by se mohlo zdát, že nástrojů pro vytvoření digitálního učebního textu je mnoho, opak je pravdou. Existuje sice celá řada různých nástrojů, ale většinou jim chybí komplexnost pohledu na potřeby digitálních učebních textů. Nástroj pro vytváření digitálních učebních textů by měl splňovat tyto vlastnosti:

- vytvořen pokud možno **na platformě otevřeného zdroje** (open source) s možností komunitního vývoje,
- práce s digitálními daty **v otevřených formátech**,
- značná **flexibilita pracovního prostředí** pro všechny hlavní typy hardware (stolní počítač, notebook, tablet, mobil),
- možnost použití **nástrojů zpětné vazby**,
- vhodný **přístup k multimédiím**,
- snadné úpravy digitálního učebního textu a snadné **vytváření různých variant pro výstupy** v závislosti na didaktických potřebách.

Existují ještě další překážky, které používání elektronických materiálů pro vzdělávání brání. Jednou z nich je **nastavení současného pojetí autorského zákona**. Pokud není uvedeno jinak, spadají i digitální díla (např. digitální učební materiály) pod oblast klasického pojetí autorského práva. To umožňuje každému pro svoji osobní

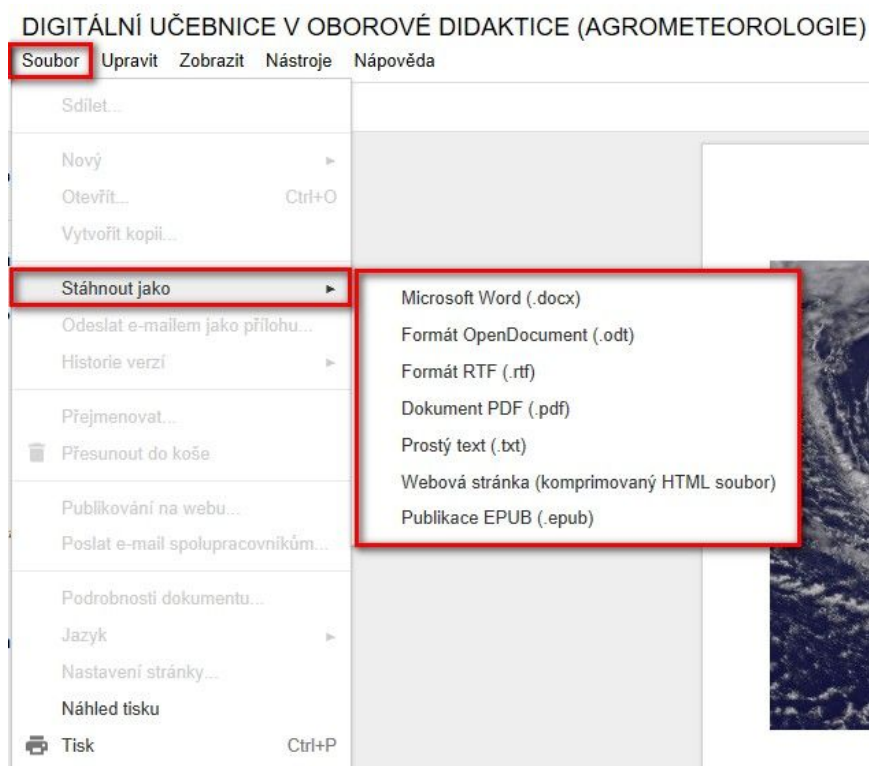
potřebu je používat, zhotovit si záznam, rozmnoženinu či napodobeninu takového díla. Takto vzniklé rozmnoženiny ale nesmějí být využity k jinému účelu, například je nelze dále šířit.

Objevují se však i příznivé tendence, mezi které patří např. **otevřené vzdělávací zdroje** (OER - open educational resources). Vzdělávací materiály jsou zpřístupněny zdarma a je možné je přizpůsobovat potřebám žáků. V českém prostředí se používá pro tyto zdroje označení např. otevřené výukové zdroje, otevřené výukové materiály, digitální učební materiály (DUM), otevřené výukové objekty, otevřené vzdělávací zdroje. Významným přínosem pro sdílení a šíření otevřených vzdělávacích materiálů bylo **vytvoření veřejných licencí Creative Commons** (Neumajer, 2015).

0.2 Prostředí dokumentu Google

Učební text je vytvořen v prostředí **Google dokumenty**, který umožňuje:

- snadnou **distribuci učebního textu pomocí nástrojů sdílení** (sdílení odkazem),
- možnost snadného **začlenění online vzdělávacích zdrojů** hypertextovými odkazy,
- **začlenění animací** ve formě animovaných obrázků (formát *.gif),
- **výstup učebního textu ve formátu e-knihy *.epub** (bez omezení funkčnosti, ale za cenu porušení formátování) s možností čtení textu na čtecích zařízeních,
- výstup učebního textu ve formátu textového souboru *.pdf (s omezením funkčnosti animací, bez porušení formátování).



Obrázek 1 Stažení digitálního učebního textu

Sdílený dokument umožňuje neregistrovanému a nepřihlášenému uživateli:

- tisk učebního textu,
- stažení učebního textu v různých formátech (obrázek 1),
- pohyb v textu prostřednictvím odkazů v hypertextové osnově vlevo.

Možnosti formátů digitálního učebního textu:

- formát gdoc (nativní Google Drive dokument) - zachová 100 % vlastností, lze sdílet volně mezi přihlášenými uživateli,
- webová stránka (komprimovaný HTML soubor) - zachová interaktivitu a animace, změni formátování,
- publikace EPUB (.epub) - zachová interaktivitu a animace, změni formátování, doporučené prohlížení v prohlížeči MS Edge,
- formát *.pdf - zachová hypertextové odkazy a formátování, nezachová animace.

Text je poskytován pod licencí [CC-BY-SA 3.0 CZ](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/cz/), což znamená:

- toto dílo můžete dále sdílet,
- toto dílo můžete upravovat,

a to vše za předpokladu, že vždy uvedete jméno autora a upravené dílo dále poskytnete pod stejnou licencí. Odkaz na online verzi textu poskytne autor na vyžádání.

0.3 Struktura a nástroje digitálního učebního textu

Učební text “Agrometeorologie” je pokusem o využití skupiny **dostupných digitálních technologií**. Autor si dal za cíl vytvořit digitální učební materiál, který disponuje těmito vlastnostmi:

- **dostupnost celého učebního textu pod licencí Creative Commons** (jednoznačné určení licence pro uživatele) a využití informačních zdrojů meteorologických informací, které jsou v tomto režimu šířeny,
- používání velkého množství **hypertextových odkazů** na místa internetu se vhodným vzdělávacím obsahem (umožní “rozšíření” vzdělávacího obsahu),
- používání velkého množství **grafických zobrazení** ve vhodné velikosti (rozsah stran není limitován ekonomicky jako v případě tištěných textů),
- zařazení velkého množství **příkladů, úloh a cvičení** (někdy s odkazy na internetové externí informační zdroje),
- vložení **animovaných obrázků** (animovaný gif) pro dokonalejší pochopení jevů a procesů, pro demonstraci jevů (animované obrázky vznikly úpravou - výběrem didakticky vhodných částí z videozáznamů),
- text je doprovázen skupinami **ikon s technickým nebo didaktickým významem**, které by měly usnadnit orientaci uživatele,
- pro správnou funkci je vhodné používat učební text v online verze v prostředí internetového prohlížeče, i když bude částečně funkční i ve verzi formátu *.pdf.

Učební text zahrnuje **přehled obecné meteorologie a klimatologie s jejich aplikací do podmínek zemědělské výroby (agrometeorologie)**. V textu je věnována velká pozornost praktickým příkladům a jejich řešení. **Příklady a úlohy** jsou zařazeny přímo v textu a označeny žlutým podbarvením a jejich celkový výčet je též uveden na konci textu ve formě jakési “**cvičebnice**”, která umožňuje rychlý a přehledný přístup k jednotlivým úlohám.

V některých částech je zvolena **forma hypertextového odkazu** na externí internetový zdroj (např. video, webová stránka). Úspěšné využití hypertextových odkazů předpokládá, že **uživatel bude v okamžiku práce s textem připojen k internetu**.

Digitální učební text obsahuje:

- **[Ikony s didaktickým významem](#)** (jsou umístěny na levé straně textu) vedou a orientují uživatele textem **z hlediska jeho didaktické struktury učiva** (např. základní a rozšiřující vzdělávací obsah, kontrolní otázky, úlohy, diskuze).
- **[Ikony s technickým významem](#)** (jsou umístěny na pravé straně textu) označují **technické řešení vztahující se ke vzdělávacímu obsahu** (videozáznam, zvukový záznam, potřeba použití kalkulátoru, vyhledávače apod.).

V textu jsou používány **hypertextové odkazy**, které mohou směřovat:

- **[na jinou část tohoto dokumentu](#)**,
- na další informační zdroje na internetu (např. **[stránky Českého hydrometeorologického ústavu](#)**).

Nefunkčnost internetových odkazů prosím oznamte na adresu autora (jhusa@seznam.cz)

Podbarvený text (zelená nebo žlutá barva) zdůrazňuje důležité části textu (zeleně) a části určené k procvičování (žlutě).

Zeleně podbarvený text obsahuje **důležité části učiva**, definice, popisy, výčty apod. Při studiu věnujte tomuto textu velkou pozornost.

Žlutě podbarvený text obsahuje **zadání úloh a cvičení** k přemýšlení a k nacházení souvislostí, ověřování faktů a výpočtů. Úlohy a cvičení jsou nástrojem pro upevnění a prohloubení vašich znalostí a dovedností a jejich vypracování má stejný význam jako studium textu. Cvičení a úlohy jsou číslovány průběžně v celém textu. Řešení úloh je uvedeno na konci textu.

Vysvětlivky k ikonám s technickým významem

Ikony s technickým významem jsou umístěny na **levém okraji učebního textu**.

	Vzdělávací obsah ve formě videozáznamu na internetu , který je možno shlédnout kliknutím na odkaz v textu.
	Vzdělávací obsah ve formě zvukového záznamu , který je dosažitelný prostřednictvím webového prohlížeče po kliknutí na odkaz v textu.
	Vzdělávací obsah dosažitelný webovým prohlížečem na internetu nejčastěji ve formě webové stránky nebo jiného dokumentu.
	Úkol nebo zadání je založen na výpočtu, je vhodné použít kalkulačtor .
	Pro získání výsledku použijte služby webového vyhledávače . Výsledek hledejte na internetu.
	Lupa umožní po kliknutí na ikonu zvětšení obrázku, schématu, grafu apod. Pro zobrazení zvětšení je nutné připojení k internetu.
	Skok hypertextovým odkazem na na výsledky cvičení.

Zdroj použitých ikon: Icons made by [Freepik](#) from www.flaticon.com is licensed by [CC 3.0 B](#)

Vysvětlivky k ikonám s didaktickým významem

Ikony s didaktickým významem najdete **na pravém okraji učebního textu**.

Vzdělávací obsah s velkým významem. Věnujte prosím této části zvýšenou pozornost. Takto označená část obsahuje podstatné a základní informace.	
Rozšiřující vzdělávací obsah vhodný k prostudování nad rámec studijního textu. Doporučeno pro pochopení širšího kontextu nebo pro hlubší poznání tématu.	
Zkuste odpovědět na kontrolní otázky ve cvičném testu s okamžitým vyhodnocením . Cvičné testy jsou dostupné jen v online režimu připojení k internetu.	
Shrnutí hlavních myšlenek. Pokud vám není něco jasné po přečtení takto označené části, vraťte se zpět na začátek kapitoly.	
Úkoly a úlohy k procvičení jsou důležitou součástí studijního textu. Vědomosti a dovednosti získané při jejich řešení jsou podstatné pro úspěšné zvládnutí učiva. Úlohy a úkoly jsou důležité pro to, abyste se naučili získané poznatky aplikovat.	
Řešení úloh a kontrolních otázek najdete jako poslední kapitolu studijního textu. Návod vám má usnadnit řešení, nikoliv vyřešit úlohu za vás. Pokud není řešení k úloze uvedeno, najdete ho v textu příslušné kapitoly.	
Přestavte si, že vám byla určena role, která je popsána v úloze. V roli odborníka na danou oblast splňte zadanou úlohu jak nejlépe dovedete. Zároveň si zapamatujte, jak se v dané roli cítíte a jaké myšlenky vás napadaly při práci na úloze.	
Diskuze k nastolenému problému nebo otázce. Zeptejte se na názor kolegy (kolegyně), pokud je nablízku nebo pokud to umožňuje situace. K diskuzi můžete také využít příslušné místo na internetu nebo v e-learningovém prostředí.	

Zdroj použitých ikon: Icons made by [Freepik](https://www.freepik.com) from www.flaticon.com is licensed by [CC 3.0 B](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)

1 Počasí a podnebí

Počasí významně ovlivňuje zemědělskou výrobu. I když jeho průběh a vývoj počasí zemědělec nemůže ovlivnit, je důležité znát základní principy, podle kterých se počasí utváří. Dovednost odhadu možného vývoje počasí je užitečná nejen v zemědělství ale i v každodenním životě.

Počasím se rozumí okamžitý stav ovzduší, který je možno popsat naměřenými hodnotami meteorologických prvků. **Meteorologie** sleduje a zkoumá atmosférické jevy především z fyzikálního a chemického hlediska. **Meteorologické prvky** charakterizují fyzikální stav atmosféry v daném čase a lze je změřit meteorologickými přístroji.



Meteorologie dává odpovědi na otázky jako např.:

- Co se děje v atmosféře?
- Proč dochází k cirkulaci v ovzduší?
- Jakými přístroji lze zaznamenat údaje o atmosféře?
- Kdy a za jakých podmínek bude pršet?
- Bude zítra ráno přízemní mráz?
- Jak nejlépe předpovídat počasí podle místních podmínek?

Agrometeorologie se zabývá vlivem počasí na zemědělství (zejména rostlinnou výrobu).

Klima (podnebí) vyjadřuje hodnoty dlouhodobého průběhu počasí (nejméně za 30 let) lze popsat klimatickými prvky. **Klimatické prvky** jsou statistické charakteristiky (nejčastěji průměrné hodnoty) vypočítané z naměřených nebo pozorovaných meteorologických prvků.

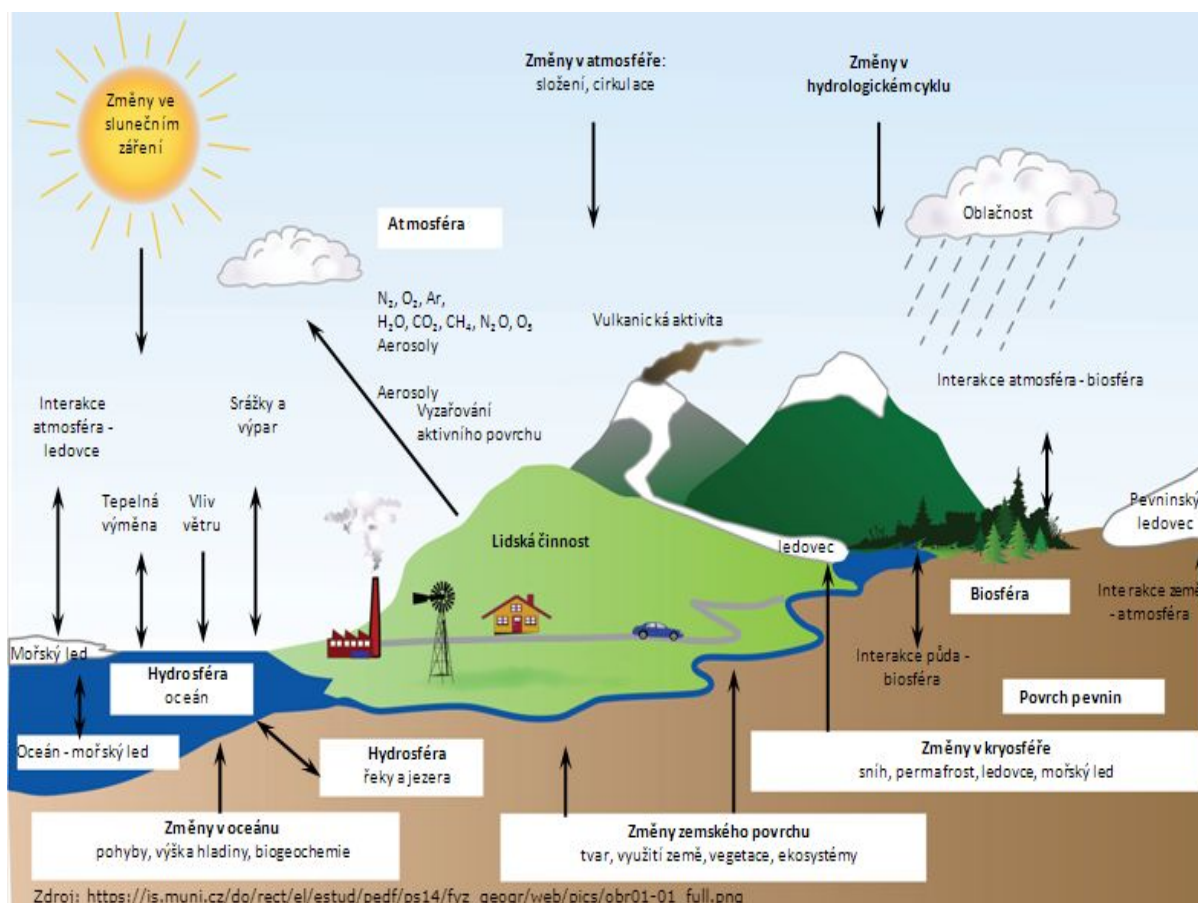


Klimatologie studuje utváření podnebí na Zemi a v jednotlivých regionech. **Klimatický systém** zahrnuje pět částí, které se navzájem ovlivňují a mezi kterými dochází k nepřetržité výměně hmot a energií:

- atmosféra (vzdušný obal Země),
- hydrosféra (vodní obal Země),
- kryosféra (ledem pokryté oblasti Země, hlavně Arktida a Antarktida),
- litosféra (povrch pevnin),
- biosféra (oblast života na Zemi).

Stále intenzivnější **činnost člověka**, rozvoj průmyslu a spalování fosilních paliv jsou faktory, které významně ovlivňují změny klimatu v globálním měřítku (**antropogenní vlivy**). **Globální klimatická změna** (global climate change) se projevuje trvalým postupným oteplováním atmosféry. Řešení je spatřováno ve snižování emisí CO₂ a skleníkových plynů a v přechodu na **obnovitelné zdroje energie**.

Z hlediska zemědělství potřebujeme znát, jaké je tzv. **mikroklima** různých systémů (skleníků, fóliovníků, stáj, půdní vzduch, přízemní vrstva porostu pšenice apod.). Ve všech těchto případech mohou být **mikroklimatické podmínky** a lokální složení atmosféry odlišné.



Obrázek 2 Klimatický systém a jeho součásti

Zdroj: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pics/obr01-01_full.png

Cvičení 1

Pojmenujte správným chemickým názvem prvky a sloučeniny uvedené vzorcem na obrázku 2 (N_2 , O_2 , Ar, H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O , O_3).

Jaký význam v atmosféře mají aerosoly a jak se do atmosféry dostávají?



1.1 Meteorologické a klimatické prvky

Meteorologické prvky charakterizují **fyzikální stav atmosféry** z různých hledisek a lze je změřit meteorologickými přístroji.

- **Meteorologické prvky spojené se slunečním zářením:**
 - **doba slunečního svitu** v hodinách a minutách,
 - **intenzita slunečního záření** (množství energie Slunce dopadající na plochu).
- **Meteorologické prvky spojené s teplotou:**
 - **teplota vzduchu** (ve stupních Celsia, Fahrenheita nebo Kelvina),
 - **teplota půdy** (ve stupních Celsia, Fahrenheita nebo Kelvina).
- **Meteorologické prvky spojené s tlakem vzduchu:**
 - **tlak vzduchu** (v hPa - hektopascal),
 - **vítr** (rychlost větru v m.s^{-1} a směr větru).
- **Meteorologické prvky spojené s obsahem vodní páry ve vzduchu** a procesy přeměn vodní páry v atmosféře:
 - **vlhkost vzduchu** (relativní vlhkost vzduchu v % nebo absolutní vlhkost vzduchu v jednotkách parciálního tlaku vodní páry)
 - **srážky** (v mm srážkových)
 - **výpar z půdy** (evaporace), **výpar z rostlin** (transpirace) v litrech vody
 - **oblačnost** (pokrytí oblohy oblaky - jasno, polojasno, zataženo)



Měření meteorologických prvků má jednotná pravidla (např. synchronizované měření ve stejných časových intervalech, měření ve stejné výšce nad zemí), aby výsledky měření byly porovnatelné. O zjišťování meteorologických prvků (informací) se stará oficiální [sít' pozorovacích stanic](#) Českého hydrometeorologického ústavu ([ČHMÚ](#)). Hodnoty meteorologických prvků jsou často měřeny také prostřednictvím automatických stanic na nejrůznějších místech ČR a jsou často dostupné na internetu (např.: [meteostanice ČZU v Praze](#), [sít' automatických meteostanic Wario](#)).

Cvičení 2

Se kterými meteorologickými prvky se téměř každodenně setkáváte? Jmenujte jich alespoň pět.



Prohlédněte si [mapu automatických meteostanic](#) a zjistěte aktuální naměřené hodnoty meteorologických prvků v blízkém okolí vašeho bydliště. Vysvětlete, co naměřené hodnoty znamenají z hlediska počasí.



Dlouhodobý průběh počasí (klíma) vyjadřují **klimatické prvky**, které se vypočítávají z hodnot meteorologických prvků za dlouhou časovou řadu (alespoň 30 let).

Většinou se vyjadřují jako **průměrné hodnoty vztažené k určitému časovému úseku** (den, měsíc, rok) a **místu** (celá ČR, kraj, okres, konkrétní místo).



Příklady klimatických prvků:

- **průměrná doba slunečního svitu v červenci v Praze,**
- **průměrná teplota vzduchu v lednu v ČR,**
- **obvyklý směr větru na Sněžce,**
- **průměrný úhrn srážek v listopadu v ČR.**

Znalost klimatických prvků má význam:

- pro zjištění odchylek průběhu počasí od dlouhodobých hodnot (porovnání aktuálního počasí s dlouhodobým průměrem),
- pro plánování v zemědělství (vhodnost plodin pro určité klimatické podmínky),
- pro plánování nových staveb (energetická náročnost staveb),
- pro sledování změny klimatu.



Co znamenají [pojmy klimatologie a meteorologie](#) - vysvětluje klimatolog Jan Pretel.

Český rozhlas (10.01.2007), zvukový záznam: 3:46 min.



Světová meteorologická organizace má nové [důkazy o globálním oteplování](#).

- Jaroslava Kalvová - katedra meteorologie a ochrany životního prostředí
Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy

Český rozhlas (26.02.2009), zvukový záznam: 8:51 min.



Cvičení 3

[Z historických údajů](#) Českého hydrometeorologického ústavu zjistěte, jaké byly konkrétní odchylky průměrné teploty v jednotlivých měsících minulého roku v kraji vašeho bydliště. kolik měsíců bylo s kladnou odchylkou a kolik měsíců bylo se zápornou odchylkou?



[Z údajů o historických extrémech](#) Českého hydrometeorologického ústavu zjistěte historické extrémní hodnoty počasí na území ČR v jednotlivých měsících (nejvyšší a nejnižší teploty, maximální denní úhrn srážek) a porovnejte je se standardními hodnotami ČR za uplynulý rok ([územní teploty](#), [územní srážky](#)).



Prohlédněte si [mapu průměrného ročního úhrnu srážek ČR](#) (1961 - 1990) a zjistěte, jaká je přibližná výše ročního úhrnu srážek v místě, kde bydlíte.

Prohlédněte si [mapu průměrné roční teploty vzduchu ČR](#) (1961 - 1990) a zjistěte, jaká je průměrná roční teplota v oblasti, kde bydlíte.

U každé jednotlivé naměřené hodnoty určete, ke kterému meteorologickému prvku patří (co bylo změřeno):

- 67 %,
- 12 °C,
- 5 hodin a 17 minut,
- 980 hPa,
- 270 °,
- 23 mm,
- zataženo,
- 15 m.s⁻¹



Meteorologie se zabývá počasím, které lze popsat **meteorologickými prvky** jako fyzikálními hodnotami okamžitého stavu ovzduší. Meteorologické prvky se týkají např. teploty vzduchu, tlaku vzduchu, vlhkosti vzduchu, rychlosti a směru větru, oblačnosti a srážek.

Klima se sleduje dlouhodobě a je vyjádřením **dlouhodobého průběhu počasí**. Klimatické charakteristiky se vypočítávají z delší časové řady naměřených meteorologických hodnot jako průměrné hodnoty (např. průměrná teplota, průměrný úhrn srážek).

Klimatický systém Země je tvořen atmosférou, hydrosférou, pedosférou, kryosférou a biosférou. Z dlouhodobých sledování a výzkumů lze usoudit, že aktivita člověka (zejména spalování fosilních paliv) přináší trvalé následky v podobě trvalého oteplování atmosféry.



[Cvičný test 1](#)

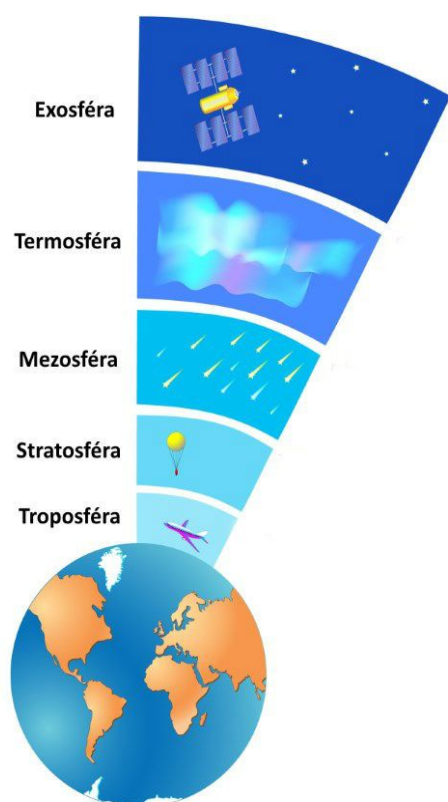
(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



2 Atmosféra

Plynný obal Země (atmosféra) je tvořen směsí různých plynů, vodní páry, pevných a kapalných částic. Současná atmosféra vznikala po dobu asi 3 - 4 miliardy let a zpočátku neobsahovala kyslík. Atmosféra rotuje společně se Zemí a okolo Země se udržuje díky gravitační síle. Většina atmosféry (99 %) je soustředěna ve vrstvě do 36 km od povrchu Země.

2.1 Vertikální členění atmosféry



Zdroj: <http://www.meteocentrum.cz/images/encyclopedia/athosphere-vertical-division.jpg>

Exosféra - zbytky atmosféry s jednotlivými ionty vodíku a helia, propojení s vesmírem.

Termosféra - oblast výskytu polární záře.

Mezosféra - přechodová vrstva.

Stratosféra - ovlivňuje počasí, pravidelně je sledována stratosférickými balóny s meteorologickou sondou.

Troposféra - nejspodnější a nejdůležitější vrstva atmosféry pro vytváření počasí, do výšky 9 - 11 km. S rostoucí výškou se pravidelně snižuje tlak vzduchu a teplota vzduchu.

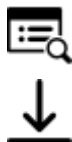
Ozonosféra - vrstva atmosféry, ve které je vyšší koncentrace ozónu. Pohlcuje část ultrafialového záření a odráží tvrdé kosmické záření a umožňuje tak život na Zemi.

Obrázek 3 Vertikální členění atmosféry

Zdroj: <http://www.meteocentrum.cz/images/encyclopedia/athosphere-vertical-division.jpg>

Cvičení 4

[V Praze Libuši na stanici hydrometeorologického ústavu](#) každý den vypouští celkem tři stratosférické balóny s meteorologickou sondou. Zjistíte z posledního měření, v jaké výšce se aktuálně nachází vrstva "tropopauza" (od této výšky již dále neklesá teplota) a jaká je (přibližně) v této výšce teplota ([další informace o troposférických balónech](#)).



2.2 Složení a pohyb atmosféry

Hlavní složkou atmosféry je **dusík** (78 %), **kyslík** (21 %) a **vzácné plyny** (Ar, Ne, He, Xe). Dalšími významnými součástmi atmosféry jsou oxid uhličitý (CO_2 - 0,03 %) a ozon (O_3). Ozon vytváří ve výšce cca 20 km tzv. **ozonovou vrstvu**, která má velký význam pro ochranu života na Zemi před působením tvrdého ultrafialového záření. Ve vzduchu najdeme dále malá množství **CH_4 , N_2O a SO_2** . V atmosféře je vždy obsažena **vodní pára** (voda v plynném skupenství) v různém množství.



Jak vzniká ozonová vrstva a jak vypadá z družice?

[Ozonová vrstva](#) je výrazně zeslabena v oblasti nad Antarktidou (v naší oblasti je zeslabení "jen" o 5 -7 %). [Aktuální stav ozonové díry](#) je zobrazen na stránkách NASA.



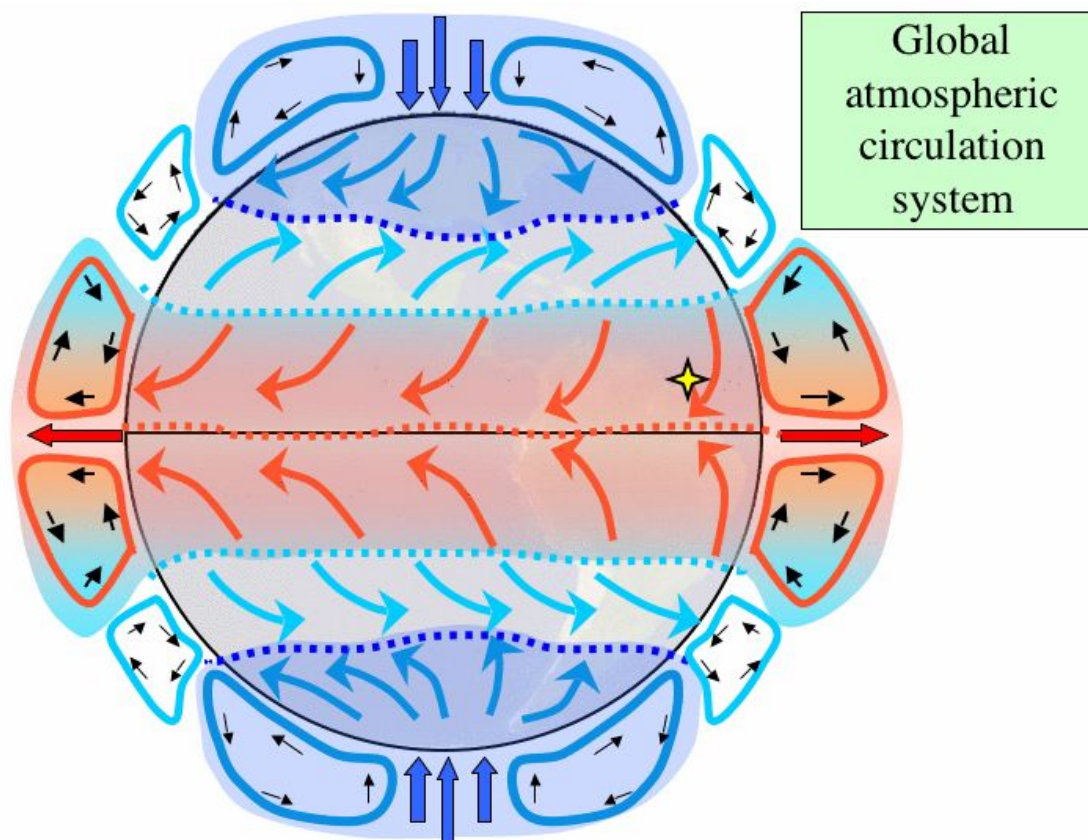
Cvičení 5

Přemýšlejte o tom, v čem se bude lišit **složení atmosféry** (složení vzduchu) a jaké budou **mikroklimatické podmínky**, pokud se budete nacházet v následujících situacích a místech:

- Stojíte na okraji rušné dálnice, kde je velmi silný automobilový provoz. Jaké složení bude mít vzduch, který budete dýchat?
- Vejdete ráno do stáje s dojnými, která byla přes noc uzavřena. Co ucítíte v mikroklimatu stáje?
- Mikrosondou proniknete 12 cm pod povrch půdy a budete zjišťovat, jaký je tam vzduch. Jaké budou asi výsledky? Jak se bude lišit složení půdního vzduchu od atmosféry?
- Na jaře po parném dnu večer zapršelo a po jasné noci teplota ráno klesla na 4 - 5 °C. Jaké podmínky z hlediska mikroklimatu nastanou cca 10 cm nad povrchem půdy uprostřed pole v porostu pšenice?



Atmosféra neustále rotuje spolu se Zemí. Při rotaci (horizontální pohyb) vznikají odstředivé síly (atmosféra je hmotné těleso) a také působí faktory tření atmosféry o zemský povrch. Zároveň cirkulují vzdušné masy vlivem rozdílného ohřívání zemského povrchu (vertikální pohyb). Výsledkem je složitý komplex fyzikálních sil, které ovlivňují specifické podmínky cirkulace atmosféry, které jsou odlišné na severní a jižní polokouli (viz obrázek 4).



Obrázek 4 Globální cirkulace atmosféry ([animovaný obrázek](#))

Zdroj: <http://montessorimuddle.org/wp-content/uploads/2011/04/Gen-atm-circ-winsun-anim-s.gif>

Cvičení 6

Jak ovlivňuje všeobecná cirkulace atmosféry počasí u nás? Prohlédněte obrázek 4 a pokud ho vidíte animovaný, určete:

- Která fáze obrázku ukazuje situaci, kdy je u nás zima a která fáze ukazuje situaci, kdy je u nás léto.
- Ze kterého geografického směru k nám většinou přichází studený vzduch v zimě?
- Ze kterého geografického směru k nám většinou přichází teplý vzduch v létě?

Pokud se chcete dozvědět, **proč se vzdušné masy stáčí vlivem zemské přitažlivosti** (Coriolisova síla), [podívejte se na video](#), kde je princip této síly demonstrován názorně pokusem.

Plynný obal Země (**atmosféra**) je hmotné těleso složené z několika vrstev a neustále rotuje společně se Zemí. V nejspodnější vrstvě atmosféry (troposféra) se utváří počasí.

Složení atmosféry je stabilní a její základní složky jsou dusík, kyslík, vzácné plyny, vodní pára a oxid uhličitý. Významnou roli hraje **ozonová vrstva** atmosféry, která nepropouští k povrchu Země tvrdé ultrafialové záření.

Atmosféra je v neustálém vertikálním i horizontálním pohybu.



[Cvičný test 2.](#)

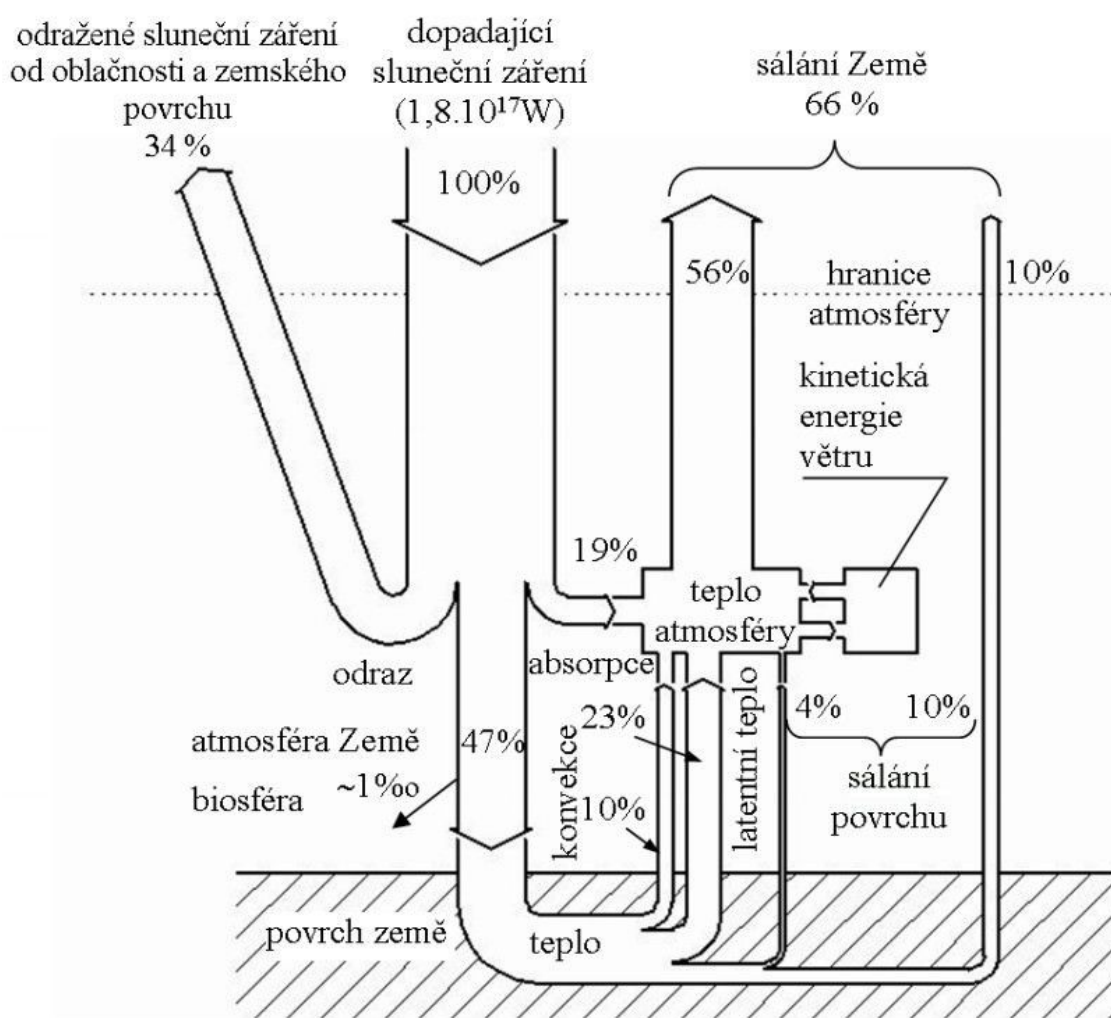
(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



3 Sluneční záření

Slunce trvale po miliony let zásobuje Zemi energií, která se označuje jako **solární konstanta** ($1\,360,8\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$). Velká část energie, která dopadá na oceány se spotřebuje k odpaření vody a vodní pára dále potom předává energii atmosféře ve vyšších vrstvách. Ohřátý vzduch cirkuluje a ovlivňuje průběh počasí (energie větru pochází ze Slunce).

Na biologické procesy (fotosyntéza) se spotřebuje jen zanedbatelné množství energie (pouze cca 1 ‰ - jedna milióntina dopadající energie). **Z dlouhodobého hlediska (miliony let) je bilance přijaté a vydané energie Země je vyrovnaná** (obrázek 5).



Zdroj: VRTEK, M.: Sluneční energie. Ostrava. 2012, s. 22, dostupné online: http://kke.zcu.cz/export/sites/kke/old_web/_files/projekty/enazp/21/IUT/140_Slunecni_energie_-_Vrtek_-_P3.pdf

Obrázek 5 Energetická bilance Země

Zdroj: VRTEK, M.: Sluneční energie. Ostrava 2012, s. 22, dostupné online:

http://kke.zcu.cz/export/sites/kke/old_web/_files/projekty/enazp/21/IUT/140_Slunecni_energie_-_Vrtek_-_P3.pdf

Cvičení 7

Vysvětlete na praktických příkladech z vašeho okolí, co znamenají termíny použité v obrázku 4: “konvekce tepla”, “absorpce tepla” a “kinetická energie větru”, “latentní teplo” (pokud nevíte, můžete je vyhledat na internetu).



Do vytečkované části ve větě doplňte chybějící čísla. Čísla hledejte na obrázku 4:

Z celkového množství energie dopadající na povrch země (100 %) se menší část sluneční energie odrazí (..... %) a zbytek se vrací do vesmíru sáláním atmosféry (..... %) a přímým sáláním zemského povrchu (..... %).

Sluneční záření obsahuje **tři hlavní složky**:

- **ultrafialové záření** (7 % slunečního záření),
 - krátkovlnné záření s vysokou energií a schopností pronikat,
 - odfiltrováno ozonovou vrstvou, je neviditelné,
 - žádný význam pro rostliny,
 - podporuje vznik vitamínu D u živočichů,
 - při nadměrném množství kancerogenní účinky,
- **viditelné záření** (47% slunečního záření),
 - středněvlnné, světelné, viditelné záření - spektrum barevných složek,
 - hlavní význam pro fotosyntézu,
 - určuje délku dne, ovlivňuje fotoperiodismus u rostlin,
 - přímé ze slunce a rozptýlené z oblohy nebo jiných zdrojů,
 - po odrazu a pohlcení se může změnit tepelné záření,
- **infračervené (tepelné) záření** (46 % slunečního záření),
 - dlouhovlnné záření s nejnižší energií, snadno je pohlcováno a odráženo,
 - zdroj tepla pro rostliny a živočichy.



Sluneční záření, které projde atmosférou až k zemskému povrchu, se označuje jako **přímé sluneční záření**. Sluneční záření, které je cestou odraženo (nejčastěji vlivem oblačnosti) se nazývá **rozptýlené sluneční záření** - záření oblohy. Množství dopadajícího slunečního záření na zemský povrch je velmi ovlivněno oblačností.

Některé rostliny reagují na různou délku dne tvorbou květů a semen (**fotoperiodismus**). **Dlouhodenní rostliny** potřebují pro vývoj květů a plodů dlouhý den (12 -14 hodin). **Krátkodenní rostliny** potřebují pro vývoj květů a plodů krátký den (méně než 12 hodin). **Neutrální rostliny** vykvétají bez ohledu na délku dne.

Cvičení 8

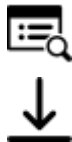
Jak se projevuje fotoperiodismus rostlin v praxi a kterými technologickými opatřeními lze ovlivnit?

Uveďte příklady rostlin, které jsou dlouhodobní.

Uveďte příklady rostlin, které jsou krátkodobní.

Najděte - zjistěte, jak se od sebe liší délka nejdelšího a nejkratšího dne ve městech Stockholm a Praha.

Na adrese <http://www.in-pocasi.cz/predpoved-pocasi/> najděte údaje o východu a západu Slunce ve Vámi zvoleném místě ČR na dny 1. leden a 1. červen a zjistěte délku dne.



Světelné a teplotní poměry přírodního stanoviště závisí na poměru mezi množstvím odraženého a pohlceného slunečního záření. **Poměr mezi odraženým a pohlceným zářením** se nazývá **albedo** (udává se v %). Čím více záření povrch odráží, tím méně se zahřívá a naopak. Celková teplota stanoviště je ovlivněna dále tím, kolik zachyceného tepla je odváděno (např. do dalších vrstev půdy vodou). Vzduch v přízemní vrstvě atmosféry se ohřívá především od povrchu půdy, proto jsou vlastnosti půdy (barva, vlhkost, pórovitost) důležité pro tepelné podmínky stanoviště.



Obrázek 6 Vysoké a nízké albedo

Upraveno podle : <http://climate.ncsu.edu/images/edu/albedo.bmp>

Atmosféra se ohřívá vlivem průchodu slunečního záření jen velmi málo a pomalu. **Hlavním zdrojem tepla atmosféry je vyzařování (radiace) dlouhovlnného (tepelného) záření různými druhy zemského povrchu.** Největší výkyvy teploty vzduchu jsou těsně nad zemským povrchem (do 5 cm) a souvisí s mírou odrazivosti slunečního záření (albedo), s mírou vodivosti materiálu (písek, suchá/vlhká půda, voda) a s odváděním tepla prouděním vzduchu (vítr).

Cvičení 9

Najděte ve svém okolí tři materiály, které mají vysoké albedo a tři materiály, které mají nízké albedo.

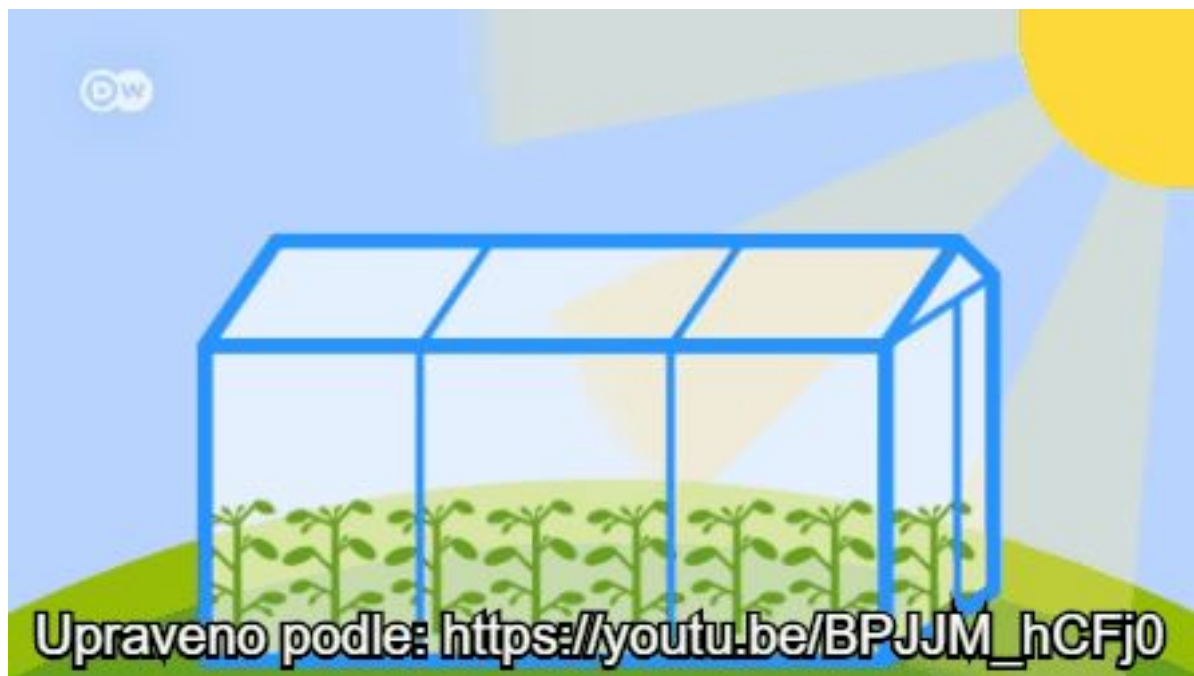
Odvoďte, který sníh roztaje dříve, budou-li ostatní podmínky stejné (vrstva sněhu, teplota, ozáření sluncem). Starý sníh, ležící na půdě tři týdny nebo čerstvý sníh ze včerejšího dne?

Určete, zda následující tvrzení jsou pravdivá či nepravdivá:

- čím výše je Slunce nad obzorem, tím více se sluneční paprsky odrážejí od vodního povrchu,
- čím výše je Slunce nad obzorem, tím více se ohřívá vodní plocha, na kterou Slunce svítí.

**3.1 Skleníkový efekt**

Skleníky a fóliovníky využívají tzv. **skleníkový efekt** ke svému ohřívání. Světelné záření Slunce prochází volně přes sklo do vnitřních prostor skleníku a tam je pohlcováno a odráženo - ztrácí energii a mění se na tepelné záření. Tepelné (dlouhovlnné) záření už nemůže v takové míře pronikat zpět přes sklo do vnějšího prostoru a proto se skleník se ohřívá.



Obrázek 7 Princip skleníkového efektu ([animovaný obrázek](https://youtu.be/BPJJM_hCFj0))

Upraveno podle: https://youtu.be/BPJJM_hCFj0

K podobnému jevu dochází v atmosféře. Funkci “skla” plní tzv. skleníkové plyny (zejména CO_2), aerosoly a další drobné znečišťující částice. Vysvětlení skleníkového efektu je možné shlédnout [na videu](#).



3.2 Měření slunečního záření



Zdroj: <https://www.fiedler.company/sites/default/files/imagecache/w500px/produkt/CMP3-V3.jpg>

Intenzita slunečního záření (přímé, rozptýlené) se měří různými druhy **pyranometrů**. Pyranometr, který obrátíme čidlem k povrchu Země, může měřit intenzitu odraženého záření (viz albedo). **Intenzita světelného záření** (např. osvětlení v místnostech) se měří **luxmetrem**.

Obrázek 8 Pyranometr

Zdroj: <https://www.fiedler.company/sites/default/files/imagecache/w500px/produkt/CMP3-V3.jpg>



Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Sonnenscheinautograph_001.jpg

Délku (dobu) slunečního svitu měří heliograf. Heliograf který je opatřen skleněnou kulovitou čočkou, prostřednictvím které je na papírový záznam vypalována slunečním zářením stopa v době, kdy slunce na obloze svítí.

Obrázek 9 Heliograf

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/79/Sonnenscheinautograph_001.jpg

Zdroj obr. 8:



Zdroj: https://www.slideshare.net/girish_raghunathan4488/sunshine-recorder-66404937

Obrázek 10 Registrační páska heliografu

Zdroj: https://www.slideshare.net/girish_raghunathan4488/sunshine-recorder-66404937



Registrační pásky pro měření heliografem v letním období jsou delší, pro měření délky slunečního svitu v zimě se používají kratší pásky. Demonstraci práce heliografu si prohlédněte na [videozáznamu](#).



Energie ze Slunce se dostává k povrchu Země jako **přímé nebo rozptýlené sluneční záření** a její hodnota je konstantní (**solární konstanta**).

Hlavní část slunečního záření tvoří **tepelné** (infračervené, dlouhovlnné) **záření**, které je snadno pohlcováno a odráženo a **světelné záření** (středněvlnné), které má hlavní význam pro fotosyntézu rostlin. **Ultrafialové** (krátkovlnné) **záření** má nejvíce energie, jeho množství dopadající na povrch Země je regulováno ozonovou vrstvou. Ve větším množství je pro živočichy i rostliny škodlivé.

Světelné a teplotní poměry přírodního stanoviště závisí na **poměru mezi množstvím odraženého a pohlceného slunečního záření** (albedo).

Některé rostliny se přizpůsobily délce dne a potřebují pro vytvoření květů dlouhý nebo krátký den (**krátkodenní, dlouhodenní rostliny**).

Atmosféra se ohřívá od vlivem dlouhovlnného (tepelného) záření zemského povrchu.

Skleníkový efekt se nazývá jev, kdy se sluneční záření po vstupu do uzavřeného prostoru (skleník, fóliovník) zvyšuje vnitřní teplotu prostoru. Podobný jev je pozorován i v atmosféře.



[Cvičný test 3.](#)

(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



4 Teplota vzduchu a půdy

Při průchodu atmosférou se vzduch od sluneční energie ohřívá jen minimálně. **Sluneční paprsky ohřívají primárně zemský povrch** (půdu, les, louku, vodní plochu apod.). **Od zemského povrchu se ohřívá přízemní vrstva vzduchu** a pohybem vzduchu (vítr) se atmosféra dále buď ochlazuje nebo ohřívá (přiliv teplejšího vzduchu).



Teplotní podmínky stanoviště ovlivňuje mnoho faktorů:

- druh povrchu a jeho uspořádání (pole, les, porost, rybník, město),
- sklon ke světovým stranám (úhel dopadu slunečních paprsků),
- barva povrchu a jeho albedo,
- nadmořská výška (s rostoucí nadmořskou výškou se teplota snižuje asi o 0,6 °C na každých 100 metrů nadmořské výšky),
- zeměpisná šířka (souvisí s úhlem dopadu slunečních paprsků),
- proudění vzduchu v daném místě (např. horský průsmyk).

4.1 Teplota půdy

Pro ohřívání zemského povrchu (půdy) platí tyto zákonitosti:

- **pevnina se ohřívá rychleji než moře** nebo vodní nádrž,
- vodní nádrž (moře) působí jako **akumulátor energie**,
- na severní polokouli se nejrychleji zahřívají **jihozápadní svahy**,
- **vlhké půdy** se zahřívají pomaleji než suché,
- **holá půda** se zahřívá rychleji než půda s porostem,
- **sněhová pokrývka v zimě** zpomaluje vyzařování tepla z půdy a proto je pod ní vyšší teplota oproti půdě bez sněhové pokrývky,
- **nejnižší teplota půdy** je těsně před východem Slunce,
- největší rozdíly v denním chodu teplot jsou na povrchu půdy,
- s hloubkou půdy se rozdíly teplot během dne a během roku snižují,
- **za jasné noci** se půda ochladí více než za oblačné noci.

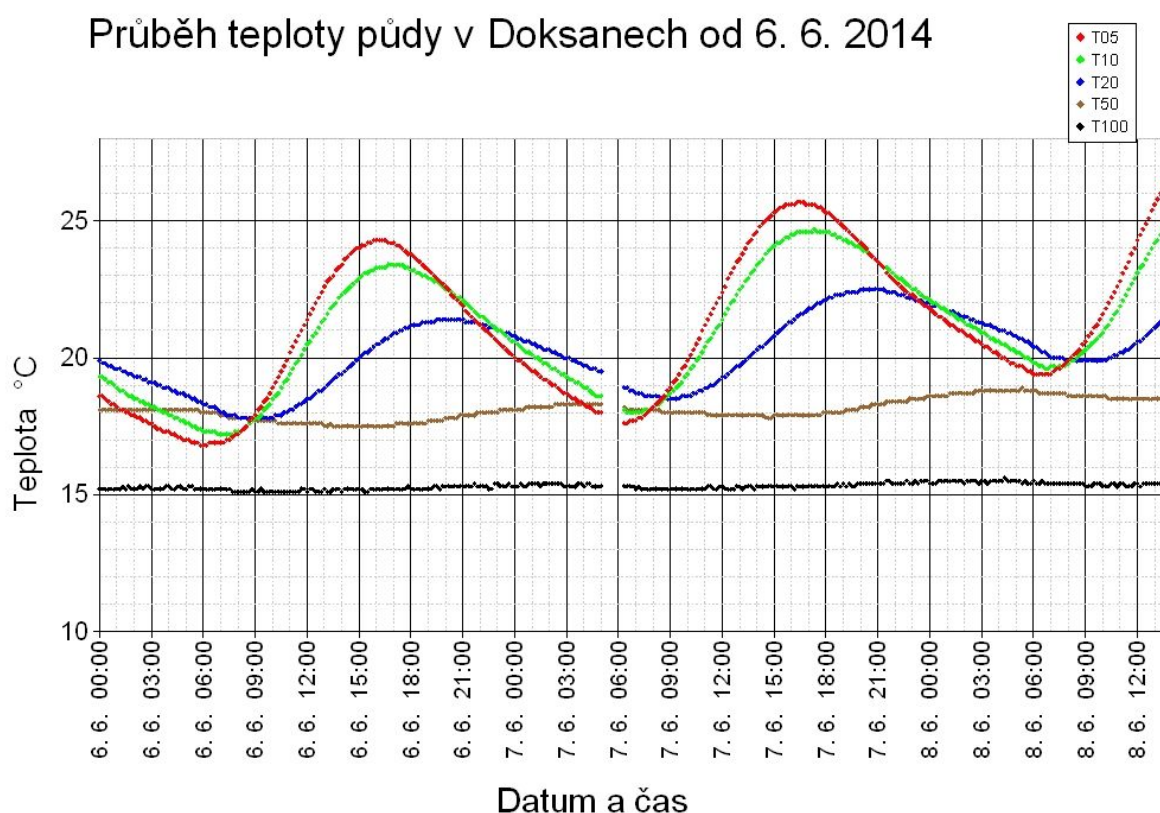


Na povrchu půdy dochází k velkým výkyvům teplot během 24 hodinového denního cyklu, se kterým se musí klíčící rostlina vyrovnat. Půda se ve dne začíná ohřívát okamžikem dopadu slunečních paprsků po východu slunce a ohřívá se tím rychleji, čím více tepla pohlcuje (viz albedo strana 16). Okamžikem ohřátí půdy začne docházet také k vyzařování přijatého tepla půdou a začne se ohřívát přízemní vrstva vzduchu.

K maximálnímu ohřátí půdy dojde v odpoledních hodinách se zpožděním oproti denní maximální teplotě vzduchu. Po dosažení odpoledního maxima se půda

ochlazuje (výdej tepla je vyšší než jeho příjem) v průběhu pozdního odpoledne a celé noci až do východu slunce. Míra ochlazení půdy závisí na stupni radiace (vyzařování tepla). Za jasného počasí je radiace vyšší.

K největším rozdílům teplot půdy v průběhu dne dochází na povrchu půdy a kořenové zóně rostlin (do hloubky 20 cm). Směrem do větších hloubek půdy se rozdíly utlumují a přibližně v hloubce kolem 100 cm se denní výkyvy teplot neprojevují (viz obrázek 11).



Obrázek 11 Denní průběh teploty půdy v různých hloubkách půdy v Doksanech (5 cm - červeně, 10 cm - zeleně, 20 cm - modře, 50 cm - hnědě, 100 cm - černě)

Zdroj: <http://www.infomet.cz/pix/pix1402239371-1.jpg>

Cvičení 10

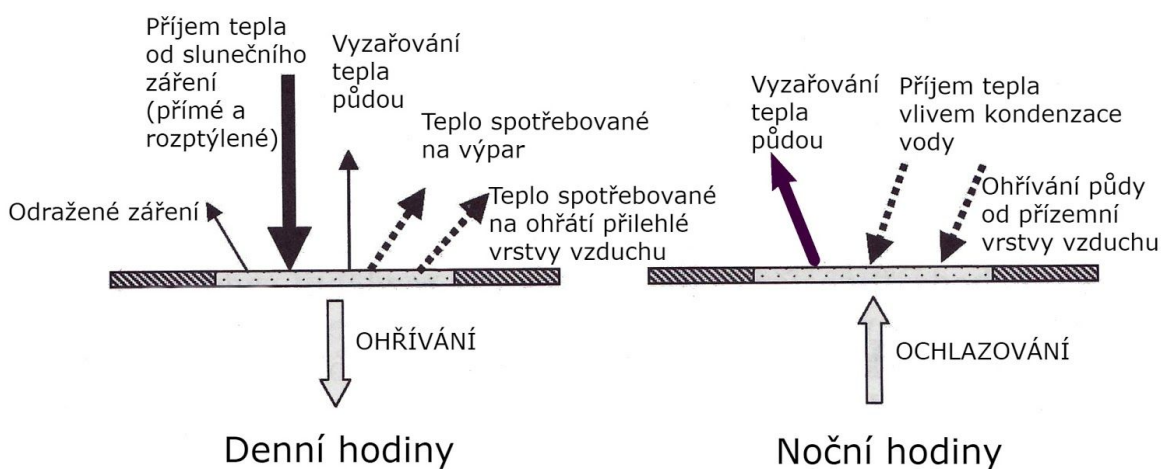
Prohlédněte si obrázek 11 a odpovězte na otázky:

- Jaká byla nejvyšší a nejnižší teplota půdy 7. června v Doksanech v hloubce 5 cm (červená křivka)?
- V kterém čase byla naměřena nejvyšší teplota a nejnižší teplota půdy v hloubce 5 cm v průběhu obou zaznamenaných dnů (6. a 7. června)?
- Proč je černá křivka (teplota půdy v hloubce 100 cm) téměř bez výkyvů?

Tepelná bilance povrchu půdy je výsledkem mnoha procesů (obrázek 12) a je určující pro podmínky např. klíčících rostlin po zasetí (start biochemických procesů v semeni). Tepelná bilance povrchu půdy je také určující pro **výskyt přízemního**

mrazu a výskyt rosy. Celkovou tepelnou bilanci povrchu půdy ovlivňují např. stav porostu rostlin, orientace vůči světovým stranám, půdní druh apod.

K měření **teploty půdy** se využívá rtuťových nebo elektrických teploměrů. Teplota půdy se měří v hloubkách 5, 10, 20, 50 a 100 cm. **Denní výkyvy teploty půdy** jsou největší v povrchové vrstvě půdy a slábnou s rostoucí hloubkou půdy (viz obrázek 11). V praxi to znamená, že v hloubce 50 cm půdy jsou denní výkyvy teploty velmi malé a **v hloubce 1 m se teplota v průběhu dne již téměř nemění**, i když na povrchu půdy zaznameneáme rozdíl např. 40°C. **Roční teplota půdy** se nemění v hloubce 19 m a odpovídá průměrné roční teplotě vzduchu nad daným místem.



Upraveno podle: <http://milesovka.cz/hora-milesovka/strucna-historie-prirodovedneho-badani-na-milesovce/klimaticke-pomery-milesovky/>

Obrázek 12 Základní složky tepelné bilance povrchu půdy ve dne a v noci.

Upraveno podle:

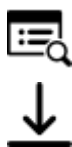
<http://milesovka.cz/hora-milesovka/strucna-historie-prirodovedneho-badani-na-milesovce/klimaticke-pomery-milesovky/>



Česká televize (2012)

[Měření teploty půdy](#) (Tomáš Vráblík, ČHMÚ)

Videozáznam pořadu České televize "Turbulence": 7:34 min.



Cvičení 11

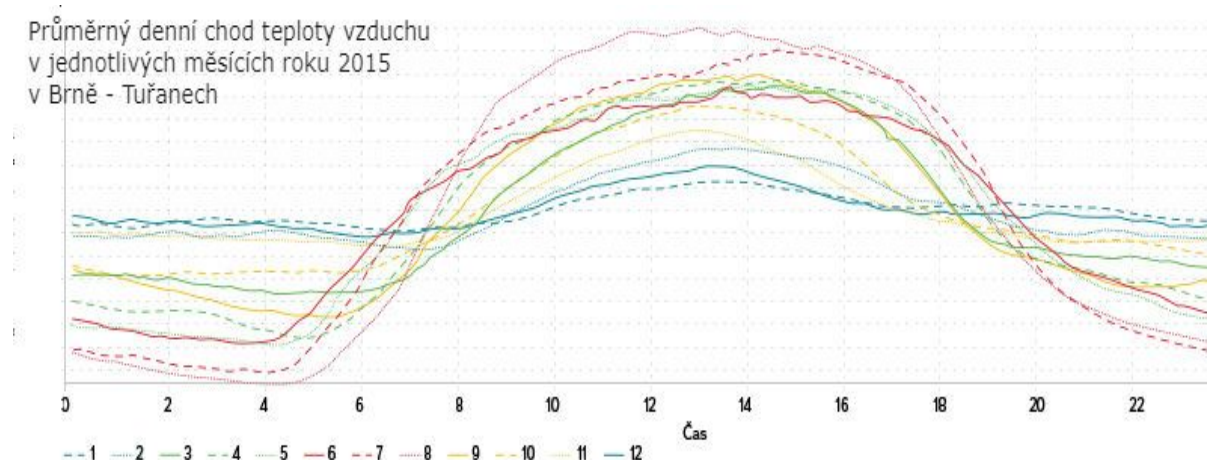
Odpovězte na následující otázky (odvodte, případně vyhledejte):

- Proč se pevnina ohřívá rychleji než moře?
- Proč je nejnižší teplota půdy těsně před východem Slunce?
- Proč se půda pod porostem zahřívá pomaleji?
- V jaké hloubce půda u nás nikdy nezamrzá (zjistěte)?
- Proč se za oblačné noci ochladí povrch půdy méně než za jasné noci?



4.2 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je jeden z nejsledovanějších meteorologických prvků. **Průměrná denní teplota vzduchu** se stanovuje jako **aritmetický průměr ze tří měření v 7:00, 14:00 a 21:00 hodin**, přičemž se **hodnota z deváté hodiny večerní započítává dvakrát**. Způsob výpočtu a měření je zachován z důvodů historické kontinuity naměřených dat i když dnešní digitální stanice jsou schopny získávat výsledky v plynulých časových řadách výsledky měření by mohly být zpracovány podrobněji.



Obrázek 13 Průměrný denní chod teploty vzduchu v jednotlivých měsících roku v Brně (barvami jsou odlišeny měsíce, na vodorovné ose uvedeny hodiny dne).

Zdroj: <http://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2016/09/Treml-13.jpg>

Cvičení 12

Prohlédněte si obrázek 13 a najděte odpovědi na otázky nebo odpověď vyhledejte na internetu:

- Které měsíce jsou z hlediska výkyvů teplot během dne a noci nejvýraznější?
- Ve kterých měsících roku kolísá denní teplota nejméně čím je to pravděpodobně ovlivněno?
- V kterém časovém intervalu dne je nejvyšší teplota vzduchu v letních měsících?

Teplota vzduchu se měří teploměry, které jsou umístěny obvykle v meteorologické budce ve výšce 2 m nad zemí. Teplota je dnes obvykle měřena různými **elektronickými čidly v automatizovaných meteorologických stanicích** a hodnoty teploty vzduchu jsou k dispozici jako řada hodnot v nepřetržitém měření.

V minulosti se teplota na meteorologických stanicích měřila **klasickými skleněnými teploměry**, termínová teplota se měřila **staničním teploměrem** a extrémní teplota **maximálním a minimálním teploměrem**. Údaje o dosažené maximální nebo minimální teplotě byly dostupné až po odečtení údaje maximálního nebo minimálního

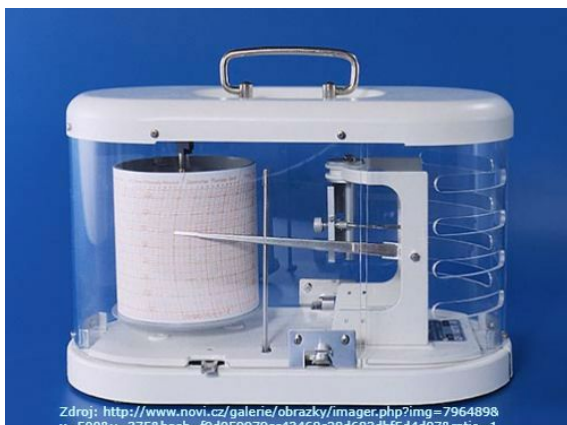
teploměru v příslušném termínu měření, tedy po 21. hodině místního času (maximum) případně po sedmé hodině ráno (minimum).

Běžně používanou **jednotkou teploty v Evropě** je °C (**Celsiův stupeň**), který je odvozený od teploty tání ledu (0 °C) a teploty bodu varu (100 °C) vody v podmínkách běžného tlaku vzduchu. [Na obrázku](#) je znázorněn vztah mezi různými teplotními stupnicemi.

Cvičení 13

Na meteorologické stanici ČZU v Praze byly naměřeny automatické údaje o teplotě vzduchu dne 1. září 2015. Údaje jsou zapsány v tabulce po 15 minutových intervalech ([tabulka k nahlédnutí - ke stažení zde](#)). Vypočítejte z naměřených údajů průměrnou denní teplotu.

Na meteorologické stanici ČZU v Praze byly naměřeny automatické údaje o teplotě vzduchu dne 1. ledna 2015. Údaje jsou zapsány v tabulce po 15 minutových intervalech ([tabulka k nahlédnutí - ke stažení zde](#)). Vypočítejte z naměřených údajů průměrnou denní teplotu.



Termograf zaznamenává kontinuální průběh teploty (zpravidla v týdenním cyklu) na papírovou pásku bimetalovým (kovovým) teploměrem.

Obrázek 14 Termograf

Zdroj: <http://www.novi.cz/galerie/obrazky/imager.php?img=796489&x=500&y=375&hash=f9d059979cc43468c28d683dbf5d4d07&ratio=1>

Za **přízemní mráz** je považována teplota vzduchu nižší než 0 °C v přízemní vrstvě do 2 m. Přízemní mráz se zjišťuje teploměrem umístěným 5 cm nad povrchem půdy. Jako **přízemní mrazík** meteorologové označují krátkodobé (několik hodin) snížení teploty vzduchu pod 0 °C při zemském povrchu během vegetačního období. Teplota ve vzduchu ve výšce 2 a více metrů je při mrazících obvykle vyšší než 0 °C.

Podle celkových teplotních charakteristik dne rozlišují meteorologové:

- **arktický den** pokud za celý den teplota nevystoupí nad -10°C,
- **ledový den** - pokud je celý teplota pod 0°C,
- **mrazový den** - nejnižší teplota vzduchu je nižší než 0°C,
- **letní den** - nejvyšší teplota vzduchu je vyšší než 25°C,
- **tropický den** - teplota vzduchu vystoupí nad 30°C,
- **tropická noc** - teplota v noci neklesne pod 20°C.

Cvičení 14

Prohlédněte si (po kliknutí na odkaz) [obrázek staničního teploměru](#) a zjistěte, jaká teplota je na teploměru zachycena.

Proč bude na vlhkém staničním teploměru změřena nižší teplota vzduchu oproti suchému staničnímu teploměru?

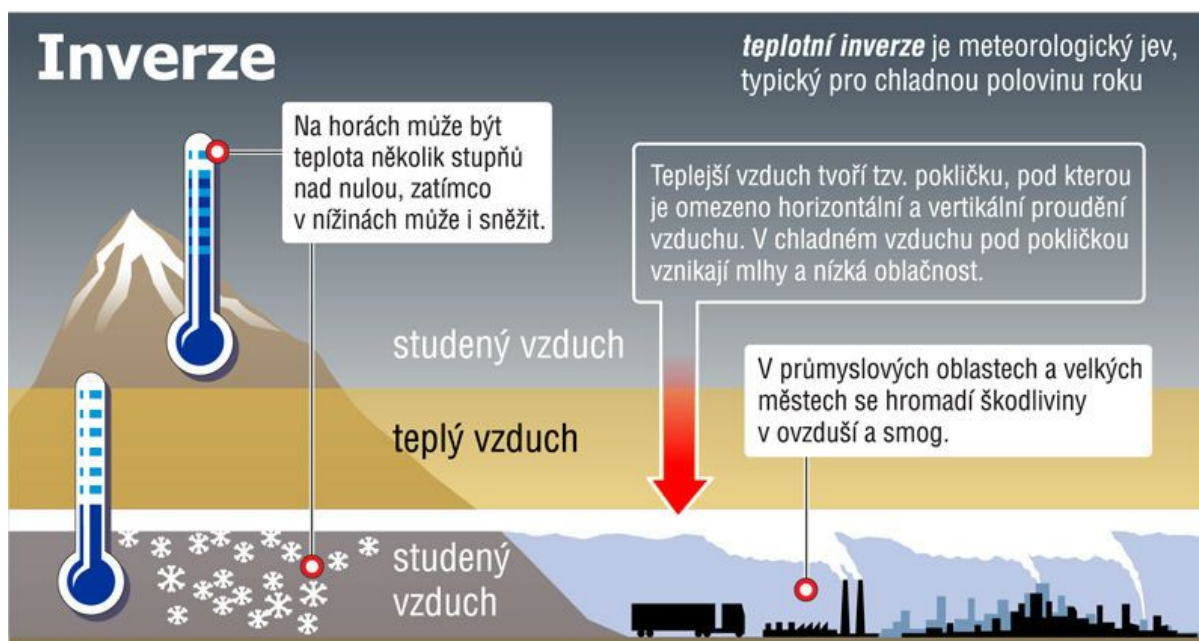
Zjistěte, jakou teplotu ve stupních Celsia si máme představit, jestliže Američan řekne, že je venku 32 °F (stupňů Fahrenheita).

4.3 Teplotní inverze

Inverzní povětrnostní situace nejčastěji vzniká v podzimních a zimních měsících, kdy je sluneční svit slabší a nestačí na dostatečné prohřátí zemského povrchu a zároveň je v oblasti slabé proudění vzduchu. Pokud se nad oblastí vyskytuje oblačnost, je prohřívání atmosféry ještě pomalejší. Období s výskytem inverzní situace je ukončeno obvykle změnou proudění vzduchu - výraznějším větrem.

Inverzní situace je stav v atmosféře, kdy v určitém úseku atmosféry s rostoucí nadmořskou výškou teplota vzduchu roste, což je opačný (inverzní) jev oproti normální situaci.

V přízemní vrstvě atmosféry (a z hlediska geografie ve snížené části reliéfu - v "dolíku") se nashromáždí těžší, studený vzduch, který setrvává delší dobu na místě. Při omezeném pohybu studeného vzduchu se obvykle v atmosféře hromadí znečišťující látky (smog), zvláště nad městy a průmyslovými oblastmi.



Zdroj: <https://media.novinky.cz/624/296248-original1-zj7q3.jpg>

ČTK

Obrázek 15 Teplotní inverze

Zdroj: <https://media.novinky.cz/624/296248-original1-zj7q3.jpg>

Inverze se běžně vyskytuje i v mikroklimatu porostů. Po jasné noci se povrch půdy více ochladí (vyzáří více energie) a nad ním je potom vrstvička studeného vzduchu, ve které se vysráží vodní pára a vznikne tak rosa.



Obrázek 16 Příklad teplotní inverzní situace (Lochcarron, UK)

Zdroj: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b9/SmokeCeilingInLochcarron.jpg/1920px-SmokeCeilingInLochcarron.jpg>

Pro člověka (a stejně tak pro většinu zvířat) má význam tzv. **pocitová teplota vzduchu**. Pocitová teplota zahrnuje působení dalších meteorologických faktorů (např. vlhkost vzduchu, proudění vzduchu) na organismus. **Pocitová teplota se snižuje** při silnějším větru v zimě (někdy stačí i tzv. průvan). **Pocitová teplota se zvyšuje** se s rostoucí vlhkostí vzduchu (např. v tropických oblastech). Pocitová teplota se od skutečné teploty vzduchu může významně lišit až o několik stupňů. Stejná pravidla pro pocitovou teplotu platí i pro mikroklima stájí. Zvířata chovaná ve stájích vnímají teplotu vždy v kontextu mikroklimatu (průvan, vysoká vlhkost vzduchu).



Zajímá vás, čím je ovlivněna pocitová teplota a jak člověk vnímá teplotu okolí? Přečtěte si [text na těchto stránkách](#) a najděte odpovědi na otázky:





Cvičení 15

Odpovězte na otázky:

- Proč je ve větru lidem větší zima?
- Proč máme pocit vyšší teploty v uzavřeném prostoru s více lidmi (např. autobus, nevětraná místnost)?



Sluneční paprsky ohřívají primárně zemský povrch a od zemského povrchu se ohřívá přízemní vrstva vzduchu. Teplo atmosféry se přenáší pohybem vzduchu (vítr).

Teplota půdy závisí na druhu a vlhkosti půdy, orientaci ke světovým stranám, druhu porostu apod. Největší výkyvy teploty půdy jsou v hloubce do 20 - 30 cm.

Průměrná denní teplota vzduchu se stanovuje jako aritmetický průměr ze tří měření v 7:00, 14:00 a 21:00 hodin, přičemž se hodnota z deváté hodiny večerní započítává dvakrát.



Inverzní situace je stav v atmosféře, kdy v určitém úseku atmosféry s rostoucí nadmořskou výškou teplota vzduchu roste, což je opačný (inverzní) jev oproti normální situaci.

Pro člověka i zvířata je důležitá tzv. **pocitová teplota**, která souvisí s vlhkostí vzduchu a prouděním vzduchu.



[Cvičný test 4.](#)

(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



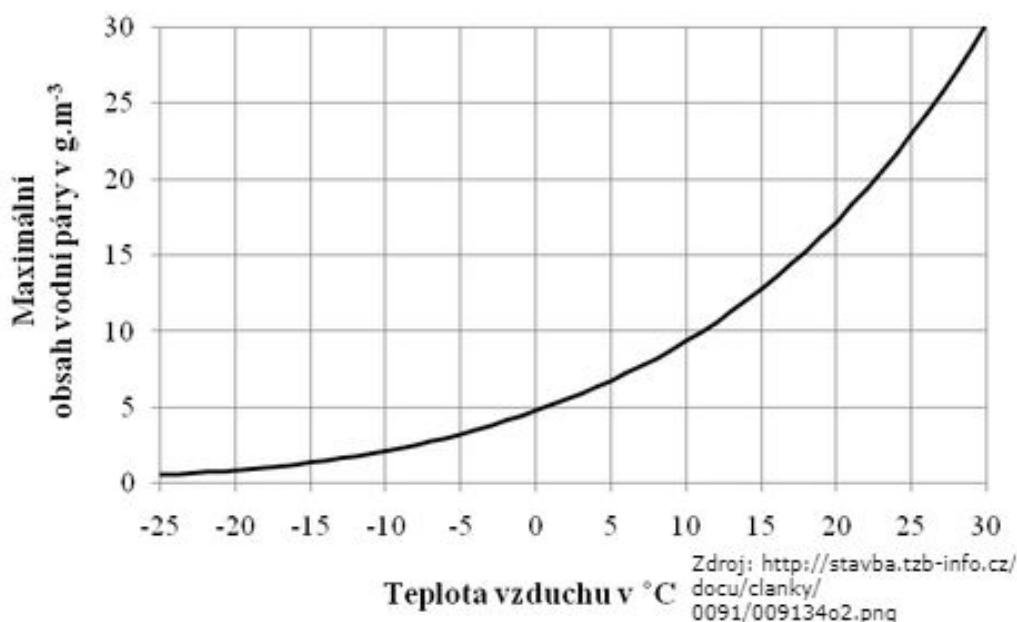
5 Vlhkost vzduchu

Vzduch v přízemní vrstvě atmosféry vždy obsahuje určité množství vodní páry.

Vodní pára se do vzduchu dostává nejčastěji těmito způsoby:

- vypařováním vody z vodních ploch (při teplotě nad 0 °C),
- sublimací (při teplotě pod 0 °C) z ledu a sněhu,
- transpirací (výdej vody povrchem rostlin),
- evaporací (vypařování z povrchu půdy).

Maximální vlhkost vzduchu (označení E , v $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) udává, kolik vodní páry vzduch pojme při dané teplotě a tlaku vzduchu. Maximální vlhkost vzduchu roste s teplotou vzduchu (čím je vzduch teplejší, tím může obsahovat vyšší množství vodní páry) - viz obrázek 17.



Obrázek 17. Graf závislosti obsahu vodní páry na teplotě vzduchu

Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/vlhkost-a-kondenzace-v-konstrukcich/9134-factory-ovlivnujici-vnitri-i-povrchovou-teplotu-a-kondenzaci-na-povrchu-konstrukci-dil-1>

Absolutní vlhkost vzduchu (označení e , v $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) udává skutečnou aktuální hodnotu obsahu vodních par ve vzduchu.

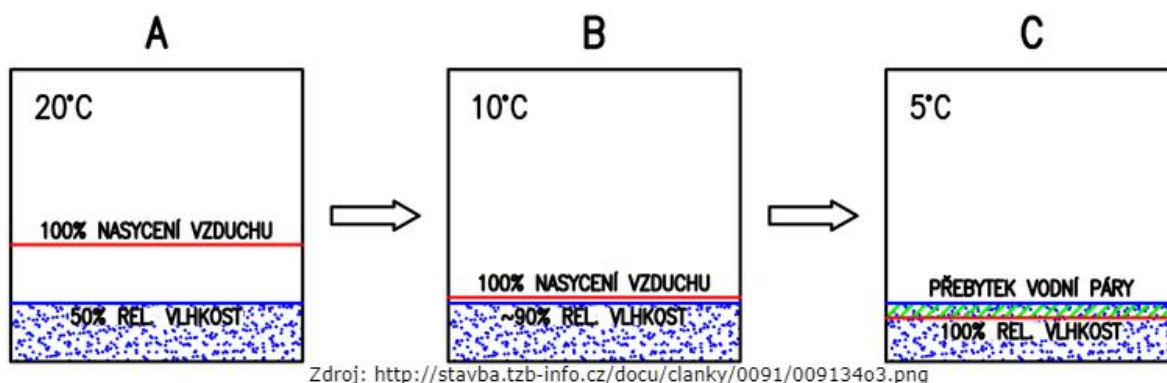
Relativní vlhkost vzduchu (označení r , v %) je poměr mezi absolutní vlhkostí vzduchu a maximální vlhkostí vzduchu. Relativní vlhkost vzduchu udává, z kolika procent je vzduch nasycen vodní parou.

Matematicky platí vztah: $r = \frac{e}{E} \cdot 100 (\%)$.

Teplota rosného bodu (rosný bod) je teplota vzduchu, při které se absolutní vlhkost vzduchu rovná maximální vlhkosti vzduchu. Vzduch je v tomto bodě maximálně nasycen vodní parou, tzn. relativní vlhkost vzduchu je 100 %. Vodní pára ze vzduchu při teplotě rosného bodu začíná kondenzovat na chladnějších předmětech (okno v

místnosti, travní porost). Teplota rosného bodu je vždy nižší (nebo nejvýše rovna) teplotě vzduchu.

Pokud známe teplotu v přízemní vrstvě vzduchu a známe i teplotu rosného bodu, můžeme při poklesu teploty vzduchu pod rosný bod předpovídat **vznik mlhy či rosy**.



Obrázek 18. Vztah mezi maximální, relativní a absolutní vlhkostí vzduchu

Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0091/009134o3.png>

Na obrázku 18. jsou schematicky zachyceny **vztahy mezi maximální, relativní a absolutní vlhkostí vzduchu v místnosti** (obdobný princip platí v podmínkách mikroklimatu porostu nebo stáje). Při změně teploty vzduchu z 20 °C (A), na 10 °C (B) a na 5 °C (C), klesá maximální kapacita vzduchu pro vodní páru (červená čára označující hladinu maximální vlhkosti vzduchu). Skutečné množství vodní páry ve vzduchu zůstává stejné (modře tečkovaně je znázorněna absolutní vlhkost vzduchu). Pokud klesne teplota vzduchu pod teplotu rosného bodu (obrázek C), přebytečná vodní pára se vysráží ve formě kapaliny (zeleně tečkovaně je označena vysrážená vodní pára).



Vlasový vlhkoměr (hygrometr) měří relativní vlhkost vzduchu v %. Měřicím prostředkem jsou odmaštěné lidské vlasy, které mění vlivem vlhkosti vzduchu svoji délku (při vyšší vlhkosti vzduchu vlasy prodlužují svou délku). Změna délky vlasů je přenášena na ukazatel.

Obrázek 19. Vlasový vlhkoměr

Zdroj: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Haar-Hygrometer.jpg>

Psychrometr je vybaven dvěma stejnými teploměry (obvykle se používají dva staniční teploměry), z nichž jeden je při měření ovlhčován vodou namočeným bavlněným knotem. Vlhký teploměr naměří nižší teplotu než teploměr suchý. Rozdíl mezi oběma naměřenými teplotami je tím větší, čím je menší relativní vlhkost. Z

rozdíl naměřených teplot lze zjistit [porovnáním s tabulkovými hodnotami](#) relativní vlhkost vzduchu.

Cvičení 16

V následujících tvrzeních vyberte vhodné slovo z uvedené dvojice ve větě:

- čím je rozdíl mezi naměřenými teplotami na vlhkém a suchém staničním teploměru **menší**, tím je relativní vlhkost vzduchu **nižší/vyšší**,
- při **vyšší** relativní vlhkosti vzduchu je množství odpařené vody z vodní plochy (např. rybníka) **vyšší/nižší**,
- čím je **vyšší** teplota vzduchu v místnosti, tím **méně/více** vodní páry se do daného objemu vzduchu vejde.



5.1 Oblaka a oblačnost

Zkondenzovaná vodní pára v atmosféře vytváří oblačnost. Ke kondenzaci vodní páry dochází většinou vlivem ochlazování teplého vzduchu (stoupání, mísení vzduchových hmot) nebo také vlivem změn tlaku vzduchu. Změna oblačnosti obvykle indikuje změnu počasí, protože **typ oblačnosti je často vázán na specifické atmosférické děje.**

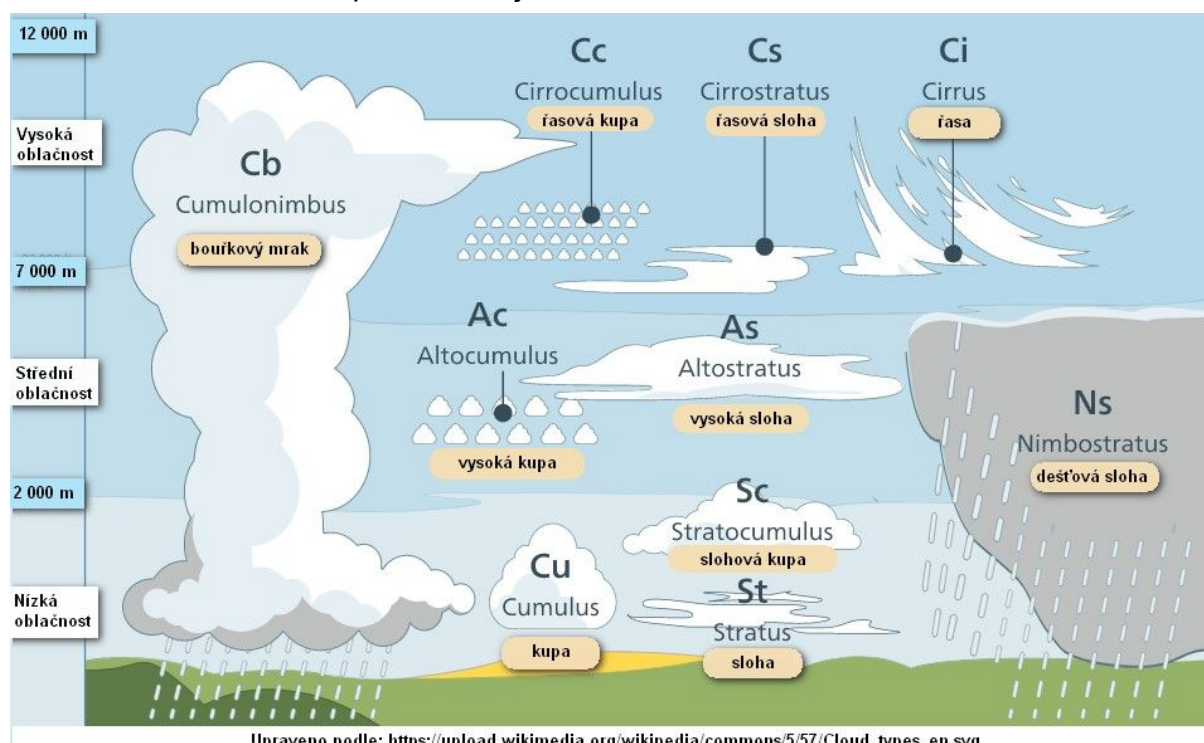
Základní typy oblaků (obrázek 20):

- [řasa](#) (cirrus) - vysoká oblačnost jemně rozptýlená ve výšce 7 - 8 km obvykle naznačuje změnu počasí protože se objevuje jako předzvěst blížící se teplé nebo studené fronty,
- [kupa](#) (cumulus) - nízká oblačnost (do výšky cca 2 km) známá pod lidovým názvem "beránky", oblačnost, která se nejčastěji vyskytuje v souvislosti s pěkným letním počasím, řasa
- [sloha](#) (stratus) - šedivá nízká oblačnost s částečně výškovým vývojem, která se projevuje obvykle při přechodu fronty a často přináší déle trvající a méně intenzivní srážky.

Oblaky vyskytující se v kombinaci tvarů jsou pojmenovány podobně kombinací jmen základních typů ([fotografie a nákresy různých typů oblaků - obrázek](#)):

- [řasová kupa](#) (cirrocumulus), [vysoká kupa](#) (altocumulus) nebo [slohová kupa](#) (stratocumulus),
- [dešťová sloha](#) (nimbostratus) má částečně výškový vývoj - jeho výška může být i několik kilometrů a přináší delší vytrvalý déšť,
- největší škody na polních porostech může způsobit [bouřkový mrak](#) (cumulonimbus). který má výrazný výškový vývoj a může být vysoký několik kilometrů. Vzniká v místech výrazných teplotních rozhraní vzduchových hmot a přináší krátké intenzivní deště a bouřky s blesky a prudkým větrem.

Přechod určitého typu oblačnosti přes území vypovídá často o jevech, které se vyskytují v různých vrstvách atmosféry a může napovědět mnoho informací o vývoji nebo změně charakteru počasí v nejbližších hodinách.



Upraveno podle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Cloud_types_en.svg

Obrázek 20 Základní typy oblačnosti ([zvětšit obrázek](#), [podívat se na video](#))

Upraveno podle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Cloud_types_en.svg

Cvičení 17

Určete, o jaký typ oblačnosti se jedná na animovaném obrázku (časosběrné snímky) :



Obrázek 21 Časosběrný snímek vývoje oblačnosti v letních měsících ([animovaný obrázek](#))

Zdroj: https://youtu.be/_SZ7gbqcNYg (upraveno)

Cvičení 18

Určete, o jaký typ oblačnosti se jedná na animovaném obrázku (časosběrné snímky) :



Obrázek 22 Časosběrný snímek vývoje oblačnosti v letních měsících ([animovaný obrázek](https://youtu.be/0YatiDf9A8A)).

Zdroj: <https://youtu.be/0YatiDf9A8A> (upraveno)

Množství oblačnosti se vyjadřuje stupněm pokrytí oblohy v osminách (viz tabulka 1).

Slovní označení	Pokrytí oblohy oblačností v osminách	Jak obloha vypadá?
jasno	0	obloha bez oblačnosti
skoro jasno	1 - 2	většina oblohy bez oblačnosti (max. 1/4 oblohy oblačná)
polojasno	3 - 4	polovina oblohy zakrytá oblaky
oblačno	5 - 6	většina oblohy zakrytá oblaky (max. 1/4 oblohy jasná)
skoro zataženo	7	téměř celá obloha pokrytá oblaky
zataženo	8	obloha plně zakrytá oblačností

Tabulka 1 Označení a popis hodnocení stupňů oblačnosti

Kromě těchto názvů se v praxi používají i výrazy jako **proměnlivá oblačnost, velká oblačnost, protrhávání oblačnosti, přibývání oblačnosti, ubývání oblačnosti** apod.

5.2 Srážky

Srážky jsou **vodní kapky** (déšť, mrholení) **nebo ledové částice** (sníh, krupky, ledové jehličky), které vznikly vysrážením z vodní páry na tzv. kondenzačních jádrech (částice prachu, aerosoly ve vzduchu, již zkondenzovaná voda apod.). Ke kondenzaci může dojít v kterékoliv vrstvě atmosféry nebo přímo na zemském povrchu.

Mezi **atmosférické srážky**, které vypadávají z oblačnosti na zem, patří:

- déšť, mrznoucí déšť, mrholení, mrznoucí mrholení,
- sníh, sněhové krupky, sněhová zrna, krupky, zmrzlý déšť, kroupy, ledové jehličky.

Usazené srážky zůstávají na zemském povrchu a vznikají vysrážením vodní páry ve vrstvě atmosféry ve vrstvě několika metrů nad zemí:

- rosa, jinovatka, námraza, ledovka.

Jeden mm srážkový (základní jednotka srážkové činnosti) je **jeden litr vody** na **jeden čtvereční metr** zemského povrchu.



Z hlediska četnosti srážkové činnosti se objevují:

- **trvalé srážky** - delší doba výskytu s víceméně stálou intenzitou velkoplošných srážek (sníh, déšť apod.),
- **občasné srážky** - opakovaný výskyt srážek, přičemž přestávky mezi jednotlivými srážkovými jevy jsou relativně dlouhé (řádově hodiny),
- **přeháňky** - období vypadávání srážek je poměrně krátké (řádově minuty, v některých případech i desítky minut). Intenzita srážek a množství oblačnosti poměrně rychle kolísá a mezi jednotlivými přeháňkami dochází nečastěji i k vyjasnění,
- **četné přeháňky** - tento výraz se používá zejména u přeháňek, které se opakují v poměrně krátkých intervalech (řádově desítek minut).

V zimním období se v souvislosti se srážkovou činností objevují:

- **ledovka** – souvislá homogenní průhledná ledová vrstva s hladkým povrchem, která vzniká při mrznoucím mrholení nebo mrznoucím dešti. Ledovka se tvoří na povrchu země, chodnicích, vozovkách, na větvích i kmenech stromů, na drátech, stožárech apod.;
- **náledí** - ledová vrstva pokrývající zemi, která vzniká
 - jestliže nepřechlazené dešťové kapky nebo kapky mrholení později na zemi zmrznou nebo

- jestliže voda z úplně nebo částečně roztátého sněhu na zemi opět zmrzne nebo
- jestliže při provozu vozidel na silnicích a cestách sníh zledovatí;
- **námraza** – usazenina, která se tvoří rychlým zmrznutím přechlazených kapiček mlhy nebo oblaků, které se usazují na předmětech při teplotách v rozmezí od -1 do -10 °C;
- **jinovatka** se tvoří při teplotách nižších než -8 °C jako křehká ledová usazenina ve tvaru jemných jehel nebo šupin, kterou lze snadno odstranit poklepem;
- **jiní** (lidově **šedivák**, šedý mráz) – druh usazených tuhých srážek, který vzniká za jasných nocí kondenzací vodní páry z okolního vzduchu a jejím mrznutím na porostu a jiných předmětech.

Cvičení 19

Během jednoho dne napršelo v Českých Budějovicích 26 mm srážek. Vypočítejte, kolik litrů vody muselo odtéci z budějovického náměstí, jestliže budeme předpokládat, že náměstí má plochu 1 hektaru.

Dlouhodobý průměrný měsíční úhrn srážek (mm) v Lednici na Moravě je uveden v následujícím přehledu (měsíce leden až prosinec): 23,2 21,8 28,4 33,9 54,1 64,6 66,7 55,6 41,9 33,6 39,8 27,3
Vypočítejte roční úhrn srážek v mm.

Při pozorování a měření srážek se určuje:

- **tvar srážek** (déšť, sníh, krupky, ...),
- **úhrn srážek** (kolik srážek napršelo za časový interval v milimetrech srážkových, zpravidla za hodinu, den, rok), doba trvání srážek,
- **intenzita srážek** (mrhnutí, trvalý/občasný déšť, přívalový déšť).



Srážkoměr zachycuje srážky do nádoby s plochou 0,05 m², odkud se přelévá pro účely měření do odměrného válce.

Jinou variantou podobného přístroje je ombrograf, který množství srážek automaticky měří a zároveň zapisuje na papír.

Obrázek 23 Srážkoměr (ombrometr)

Zdroj: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5a/Niederschlagsmesser_Hellmann.JPG

Maximální vlhkost vzduchu (označení E , v g.m-3) udává, kolik vodní páry vzduch pojme při dané teplotě a tlaku vzduchu.

Absolutní vlhkost vzduchu (označení e , v g.m-3) udává skutečnou aktuální hodnotu obsahu vodních par ve vzduchu.

Relativní vlhkost vzduchu (označení r , v %) je poměr mezi absolutní vlhkostí vzduchu a maximální vlhkostí vzduchu.

Čím je vzduch teplejší, tím může obsahovat vyšší množství vodní páry. Vlasový vlhkoměr (hygrometr) měří relativní vlhkost vzduchu v %.

Zkondenzovaná vodní pára v atmosféře vytváří **oblačnost**. Ke kondenzaci vodní páry dochází většinou vlivem ochlazování teplého vzduchu. Základní typy oblaků jsou: řasa (cirrus), kupa (cumulus) a sloha (stratus).

Jeden mm srážkový (základní jednotka srážkové činnosti) je jeden litr vody na jeden čtvereční metr zemského povrchu.



[Cvičný test 5.](#)

(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



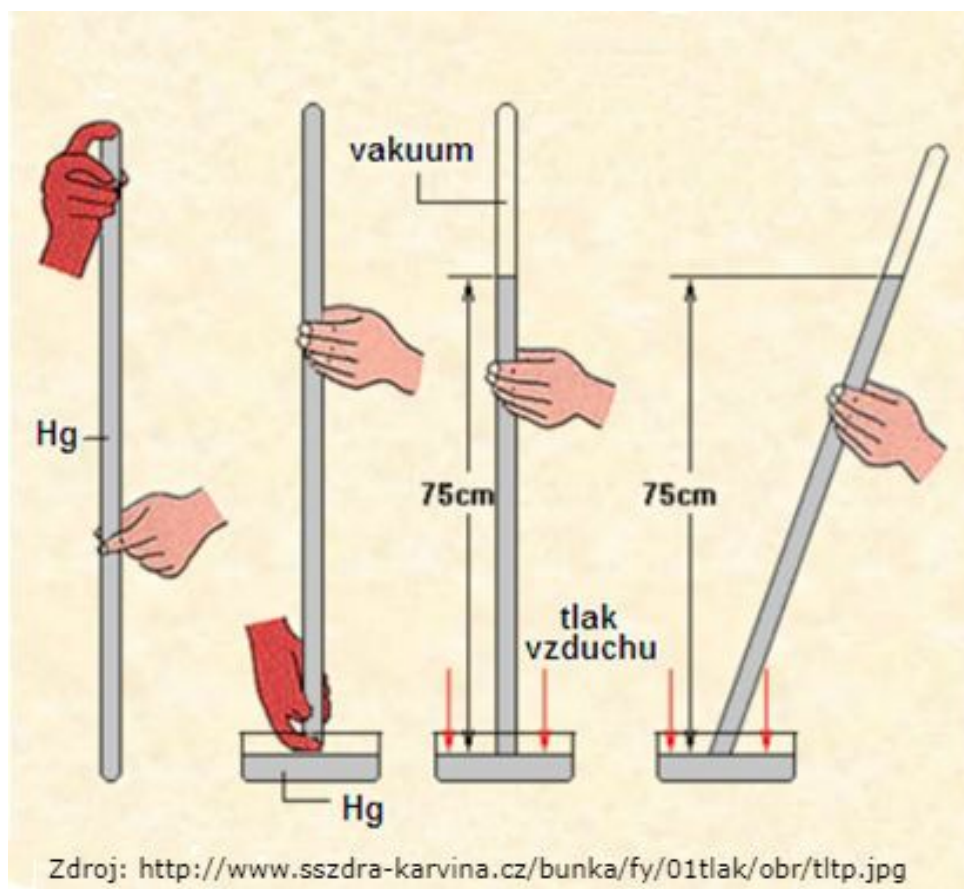
6 Tlak vzduchu

Hmotnost vzduchu se projevuje jako **atmosférický tlak**. Na hodnotu atmosférického tlaku má dále vliv **teplota vzduchu, obsah vodní páry v atmosféře, nadmořská výška a zeměpisná šířka**.



Vzduch je hmotné těleso. Jeden m^3 vzduchu má hmotnost 1,29 kg při teplotě 0°C . **Čím je vzduch teplejší, tím je má nižší hmotnost** (důkaz: balón naplněný horkým vzduchem) a obráceně. **V místech výskytu teplého vzduchu je nižší atmosférický tlak a obdobně je v místě studeného vzduchu vyšší atmosférický tlak** z důvodů jeho vyšší hmotnosti (porovnejte [údaje o hmotnosti vzduchu v závislosti na jeho teplotě](#)). Důkaz tlaku vzduchu představuje Torricelliho pokus s trubicí naplněnou rtutí (viz obrázek 24).

Běžná hodnota atmosférického tlaku u hladiny moře je 1013 hPa (hektopascal). Aby bylo možné hodnoty tlaku vzduchu porovnávat, jsou přepočítávány na hodnoty tlaku u hladiny moře.



Obrázek 24 Torricelliho pokus - důkaz působení tlaku vzduchu

Zdroj: <http://www.sszdra-karvina.cz/bunka/fy/01tlak/obr/tltp.jpg>

Aneroid (kovový tlakoměr) měří tlak vzduchu na principu působení tlaku vzduchu na tenkostěnnou kovovou krabičku, která je uvnitř vzduchoprázdňá (Vidieho dóza). Dóza se působením atmosférického deformuje a velikost deformace je přenášena na ručičku ukazující velikost tlaku na stupnici (viz obrázek 25).



Obrázek 25 Princip práce kovového tlakoměru (činnost Vidieho dózy) - [animovaný obrázek](https://youtu.be/QEyUNvtZkH0)

Upraveno podle:
<https://youtu.be/QEyUNvtZkH0>

Změny tlaku vzduchu mají vliv na výměnu (provětrávání) půdního vzduchu a také působí na všechny živočichy včetně člověka. Větší změny tlaku vzduchu jsou také obvykle signálem pro následnou změnu charakteru počasí.

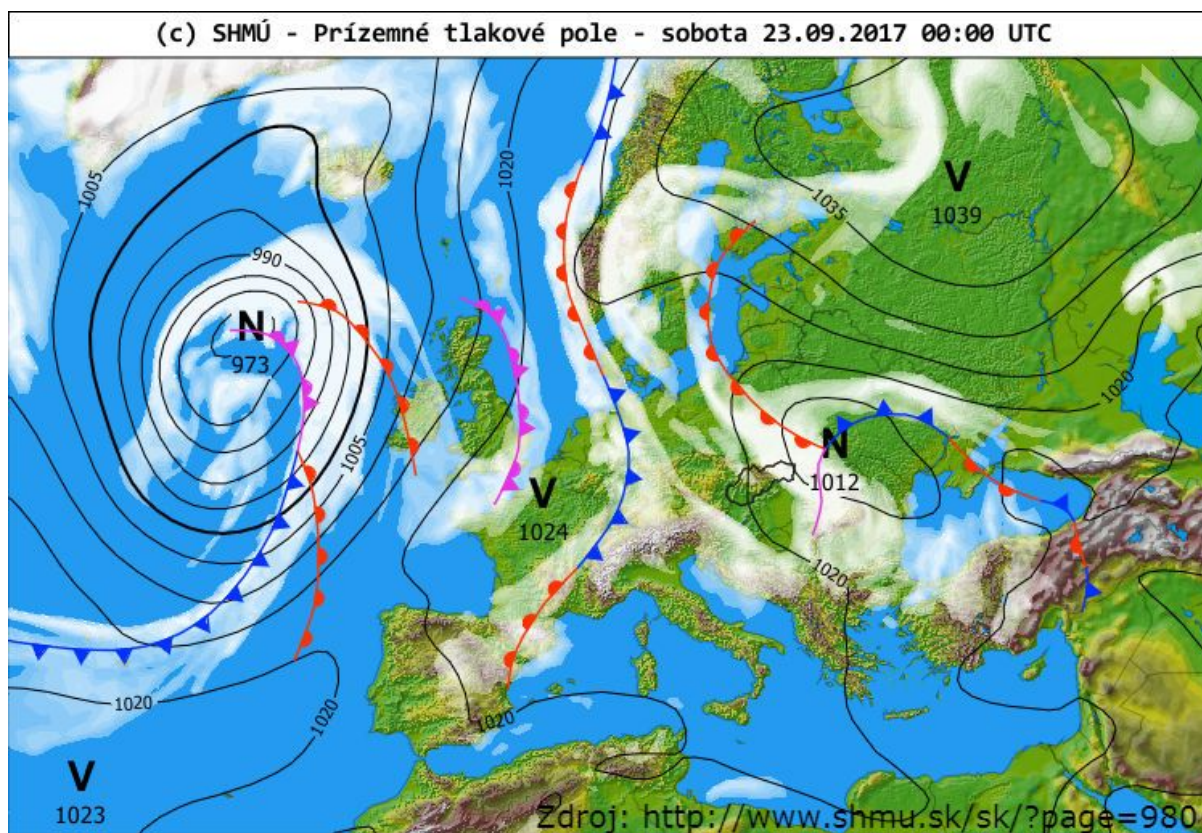
Izobara je čára, která spojuje na mapě místa se stejnou hodnotou tlaku vzduchu přepočtenou na hladinu moře (obdoba vrstevnice na mapě). Čím vyšší hustota izobar, tím vyšší je horizontální změna tlaku, tím rychlejší je pohyb vzduchu v dané oblasti – vítr.

6.1 Proudění vzduchu

Vlivem ohřívání a ochlazování vzduchu je atmosféra v neustálém pohybu. Ohřátý vzduch stoupá do vyšších vrstev a na jeho místo se dostává chladnější vzduch (viz obrázek 27).

Vzduch v atmosféře má tendence neustále vyrovnávat rozdíly v tlaku vzduchu. **Proudění vzduchu z míst vyššího tlaku vzduchu do míst z nižším tlakem vzduchu vytváří vítr.**





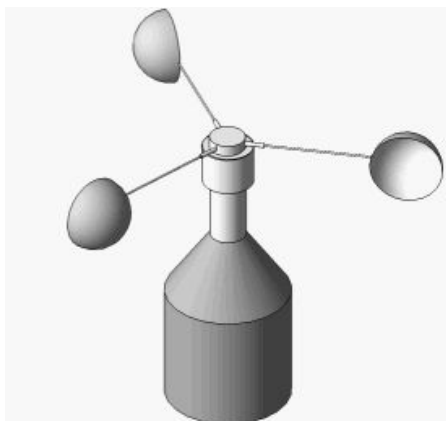
Obrázek 26 Mapa přízemního tlakového pole 23. 9. 2017

Zdroj: <http://www.shmu.sk/sk/?page=980>



Obrázek 27 Vznik proudění vzduchu ([animovaný obrázek](https://youtu.be/eisMpBn7x8g))

Upraveno podle: <https://youtu.be/eisMpBn7x8g>



Obrázek 28 Anemometr

Zdroj: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/Anemometer-Animation.gif>



Obrázek 29 Větrná směrovka

Zdroj: <https://www.fiedler.company/sites/default/files/imagecache/w500px/produkt/wd360-500.jpg>

Rychlost větru (m.s^{-1} nebo km.h^{-1}) se měří anemometrem (obrázek 28). **Směr větru** určuje odkud kam vítr fouká (např. západní vítr fouká od západu směrem východním). Směr větru se měří větrnou směrovkou (obrázek 29).

Pro hodnocení rychlosti větru bez měřících přístrojů se používá **Beaufortova stupnice rychlosti větru** (původně určená námořníkům). Porovnejte obrázek 30 (animace) znázorňující různou sílu větru podle Beaufortovy stupnice s tabulkou 2, kde jsou uvedeny popisy k jednotlivým číselným označením síly větru.

Obrázek 30

Animace demonstrující Beaufortovu stupnici síly větru ([animovaný obrázek](#))

Upraveno podle: <https://youtu.be/WwDNWm6IEVw>

Stupeň	Označení síly větru	Stupeň	Označení síly větru
0	bezvětrí		
1	vánek	7	prudký vítr
2	slabý vítr	8	bouřlivý vítr
3	mírný vítr	9	vichřice
4	dosti čerstvý vítr	10	silná vichřice
5	čerstvý vítr	11	mohutná vichřice
6	silný vítr	12	orkán

Tabulka 2 Přehled stupňů Beaufortovy stupnice síly větru

Zdroj: <http://portal.chmi.cz>[/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/profesionalni-stanice/mapy/vysvetlivky/vitr](#)

Západní až jihozápadní proudění vzduchu (v průběhu roku převažuje) nad územím ČR v zimě přináší vždy vlhký oceánský vzduch, který je v zimě teplejší (přináší oteplení) a v létě chladnější (přináší ochlazení). **Východní proudění vzduchu** přináší sušší kontinentální vzduch, který je v létě více prohřátý a v zimě naopak chladnější. **Jižní proudění** přináší občasné vpády ohřátého většinou suššího (někdy až saharského) vzduchu. Vpády studeného vzduchu **při severním nebo severovýchodním proudění** znamenají v zimě vysoké mrazy a na jaře prudké ochlazení doprovázené často přízemními mrazíky (ledoví muži).

Cvičení 20

Pro lepší představu o rychlosti větru přepočítejte uvedené hodnoty z m.s^{-1} (jsou uváděny běžně v předpovědi počasí) na km.h^{-1} a najděte příslušné slovní pojmenování síly větru podle stupnice ([viz odkaz](#))

3 m.s^{-1} , 10 m.s^{-1} , 20 m.s^{-1}

Zjistěte, o jaký směr větru se jedná, když se napíše: vítr 360° , vítr 90° .

6.2 Tlakové útvary v atmosféře

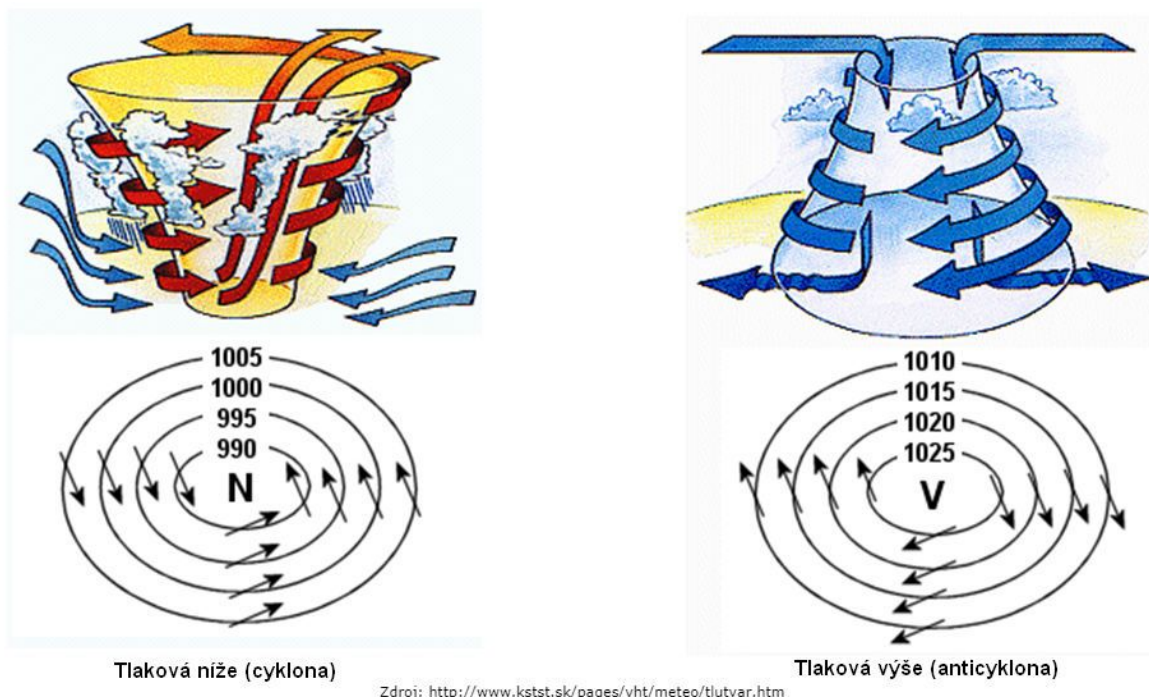
Tlaková níže (cyklona, označení na mapě “N” nebo “L”) je místo s nižším tlakem vzduchu.

Charakteristika tlakové níže (obrázek 31):

- vzduch uprostřed tlakové níže stoupá vzhůru (je teplejší),
- při výstupu se vzduch ochlazuje a dochází ke kondenzaci vodní páry (oblačnost),

- aby došlo k vyrovnání tlaku, vzduch se při zemi sbíhá do středu tlakové níže,
- počasí uvnitř tlakové níže bývá často větrné a deštivé,
- v létě přináší tlaková níže ochlazení a déle trvající srážky,
- v zimě obvykle oteplení a sněhové srážky.

Tlaková výše (anticyklona, označení "V" nebo "H" na mapách) je místo s vyšším tlakem vzduchu.



Obrázek 31: Tlaková níže a tlaková výše

Zdroj: <http://www.kstst.sk/pages/vht/meteo/tlutvar.htm>

Charakteristika tlakové výše (obrázek 31):

- vzduch uprostřed tlakové výše klesá dolů (je studenější),
- v přízemní vrstvě se chladnější vzduch rozlévá ze středu do stran,
- studenější klesající vzduch z horních vrstev atmosféry je obvykle sušší, proto obvykle nepřináší výraznou srážkovou činnost,
- počasí uvnitř tlakové výše bývá stabilní,
- v létě přináší tlaková výše zpravidla stálé, slunečné počasí bez výkyvů,
- v zimě bývá tlaková výše doprovázena vyššími mrazy bez sněžení.

Tlakové útvary se vzhledem k zemskému povrchu pohybují, přesunují se, slábnou nebo zesilují. **Na rozhraní tlakových útvarů vznikají fronty**, což jsou oblasti, kde se mísí teplý a studený vzduch.

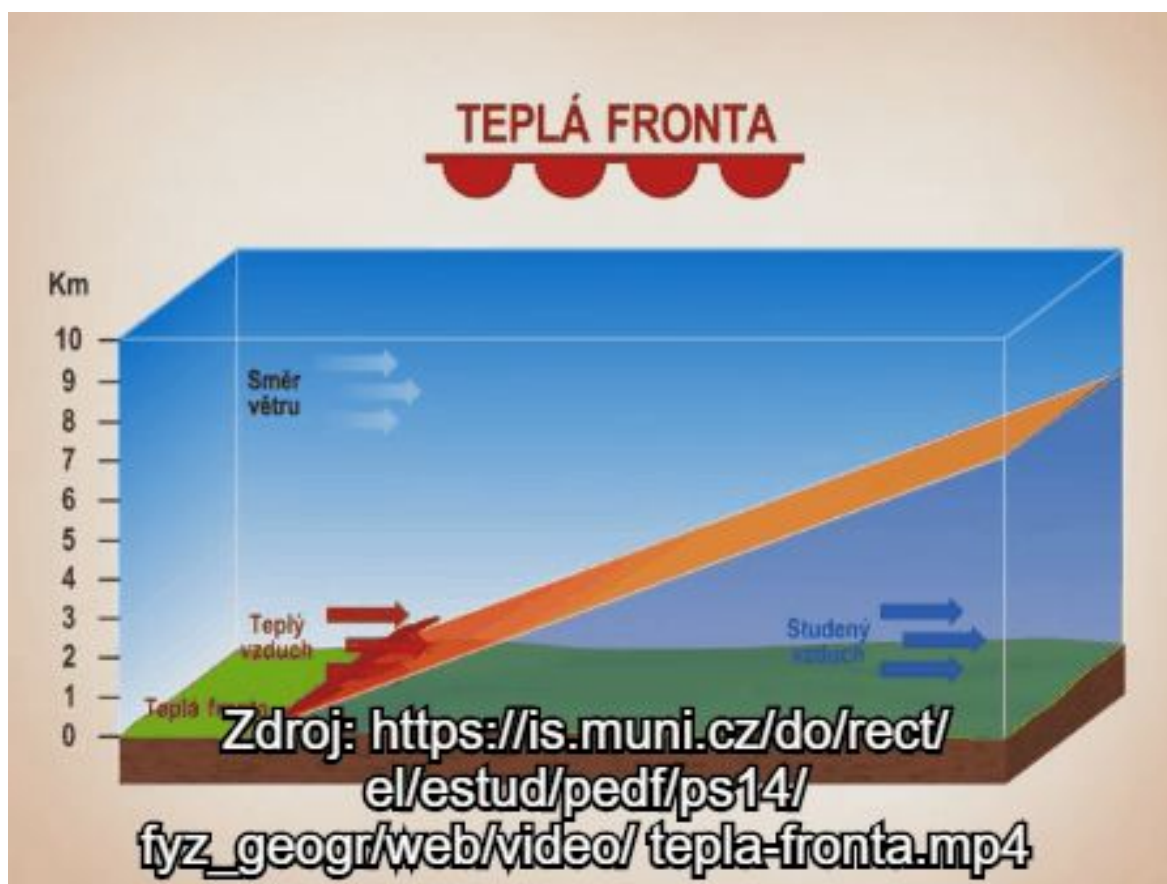
Teplá fronta (obrázek 32) vzniká v tom místě atmosféry, kde rychlejší



teplý vzduch dostihne pomalejší studený vzduch.

Při přechodu teplé fronty:

- lehčí teplý vzduch vystupuje po klínu těžšího studeného vzduchu nahoru,
- se při výstupu do výšky teplý vzduch ochlazuje ,
- dochází ke kondenzaci vodní páry a vzniká oblačnost a obvykle vypadávají srážky,
- srážky začínají obvykle pozvolna, ale jsou vytrvalejší a dlouhodobější,
- poklesne atmosférický tlak,
- je ovlivněn široký pás území (několik set kilometrů), vlastní srážkový pás obvykle činí 200 - 300 km,
- se objeví několik hodin předem výšková oblaka (řasy - cirrus) jako znak nadcházející změny počasí.



Obrázek 32 Teplá fronta - [animovaný obrázek](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/video/tepla-fronta.mp4)

Zdroj: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/video/tepla-fronta.mp4

Studená fronta (obrázek 33) vzniká v tom místě atmosféry, kde rychlejší studený vzduch dohoní pomalejší teplejší vzduch.



Při přechodu studené fronty:

- těžší studený vzduch dohoní lehčí teplejší vzduch a začne se při zemi tlačit pod teplý vzduch,

- teplý vzduch je rychle vytlačován (téměř kolmým stoupáním) do vyšších vrstev,
- při stoupání teplého vzduchu se vytváří výšková oblačnost (cumulonimbus), která je často doprovázena bouřkami,
- často vypadávají srážky, které jsou velmi intenzivní, ale nemají delšího trvání,
- je ovlivněn relativně úzký pás území široký desítky kilometrů,
- obvykle stoupne tlak vzduchu.

Běžně se dále vyskytují **okluzní fronty**, které vznikají v komplikovanějších situacích, kdy se se mísí dvě hmoty studeného vzduchu a teplý vzduch je v této situaci nemá kontakt s povrchem Země a je vytlačen do vyšších vrstev atmosféry.

Obrázek 33 Studená fronta - [animovaný obrázek](#)

Zdroj: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/video/studena-fronta.mp4

Na meteorologických mapách se označují fronty těmito symboly (tabulka 3). Trojúhelníky a obloučky jsou naznačují směr pohybu fronty.

Druh fronty	Značka na meteorologické mapě
Teplá fronta	
Studená fronta	
Okluzní fronta	

Tabulka 3 Značky front používané na meteorologických mapách.

Obrázek 34. Změny tlakového pole nad Evropou a střídání studeného vzduchu (zeleně) a ohřátého vzduchu (žlutě) nad územím ČR v období 5. - 20. dubna 2008 ([animovaný obrázek](#))

Upraveno podle <http://www.wetterzentrale.de/reanalysis.php>

Hmotnost vzduchu se projevuje jako **atmosférický tlak**. Běžná hodnota atmosférického tlaku u hladiny moře je 1013 hPa (hektopaskal).

Izobara je čára, která spojuje místa se stejnou hodnotou tlaku vzduchu přepočtenou na hladinu moře (obdoba vrstevnice na mapě).

Proudění vzduchu z míst vyššího tlaku vzduchu do míst z nižším tlakem vzduchu vytváří **vítr**.

Tlaková níže (cyklona, označení na mapě “N” nebo “L”) je místo s nižším tlakem vzduchu.

Tlaková výše (anticyklona, označení “V” nebo “H” na mapách) je místo s vyšším tlakem vzduchu.

Teplá fronta vzniká v tom místě atmosféry, kde rychlejší teplý vzduch dostihne pomalejší studený vzduch.

Studená fronta vzniká v tom místě atmosféry, kde rychlejší studený vzduch dohoní pomalejší teplejší vzduch.



[Cvičný test 6.](#)

(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



7 Meteorologická měření

Síť meteostanic v ČR je tvořena profesionálními meteostanicemi (měří všechny meteorologické prvky) a sítí dobrovolných meteostanic s manuálním nebo automatickým provozem (měří jen vybrané meteorologické prvky).



V meteorologické budce (obrázek 35) jsou umístěny základní meteorologické přístroje ve výšce 2 m nad zemí. Budka je bíle natřena, žaluziové štěrby na bocích umožňují volný průchod vzduchu. Všechny měřené hodnoty nesmí být ovlivněny přímým slunečním zářením.

Obrázek 35 (vlevo)
Meteorologická budka zvenku

Zdroj: http://www.branadovesmiru.eu/userfiles/obrazky/odborne/oc_meteo_m_obr_22.jpg



Obrázek 36 Vybavení meteorologické budky (1 - suchý teploměr, 2 - vlhký teploměr, 3 - vlhkoměr, 4 - maximální teploměr, 5 - minimální teploměr, 6 - hygrogaf, 7 - termograf)

Zdroj: http://www.chmibrno.org/CZ/foto/meteo_7.jpg

Údaje naměřené meteorologickými stanicemi jsou k dispozici na [webu Českého hydrometeorologického ústavu](#), včetně detailních údajů (obrázek 37) o naměřených hodnotách z jednotlivých stanic.

Cheb 23. 1. 2018 6:00 SEČ	
50,0683° sš 12,3913° vd 483 m n.m.	
Teplota vzduchu	2,1 °C
Teplota rosného bodu	1,1 °C
Tlak vzduchu na stanici	961,3 hPa
Tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře	1021,1 hPa
Tlaková tendence	2,1 hPa
Rychlost větru	4 m/s (14,4 km/h)
Směr větru	západní (260 °)
Srážky za poslední hodinu	0,1 mm
Srážky za 6 hodin (od 19:00 22. 1. 2018 do 1:00 23. 1. 2018 SEČ)	0,2 mm
Srážky za 24 hodin (od 7:00 21. 1. 2018 do 7:00 22. 1. 2018 SEČ)	3,9 mm
Nový sníh (od 7:00 21. 1. 2018 do 7:00 22. 1. 2018 SEČ)	4 cm
Celková sněhová pokrývka (7:00 22. 1. 2018 SEČ)	14 cm
Stav počasí	Děšť slabý trvalý
Dohlednost	9 km
Průměrná denní teplota	-1,6 °C
Maximální teplota ve dne	0,8 °C
Minimální teplota v noci	-4,3 °C
Minimální přízemní teplota v noci	-11,9 °C
Relativní vlhkost vzduchu	93 %
Teplota půdy v hloubce 5 cm	2,9 °C
Teplota půdy v hloubce 10 cm	2,9 °C
Teplota půdy v hloubce 20 cm	3,2 °C
Teplota půdy v hloubce 50 cm	3,7 °C
Teplota půdy v hloubce 100 cm	5,2 °C
Trvání slunečního svitu 21. 1. 2018	0,7 hodin

Obrázek 37 Detailní meteorologické údaje ze stanice Cheb dne 23.1. 2018 v 6:00 hodin.

Zdroj: <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/profesionalni-stanice/prehled-stanic/cheb>

Radiolokační měření umožňuje schopnost atmosférických srážek a oblačnosti odrážet radiové vlny, které jsou zaznamenávány pomocí radaru a tím je vytvářen obraz srážkové činnosti nad územím.

Meteorologické družice jsou umístěny na různých drahách kolem Země a snímají nepřetržitě informace o pohybu a dějích v atmosféře.

Cvičení 21

Prohlédněte si **obrázek 37** a odpovězte na otázky:

- Naměřená hodnota tlaku vzduchu přepočtená na hladinu moře (1021,1 hPa) představuje snížený nebo zvýšený tlak oproti normálu?
- Jaké bude slovní označení naměřené síly větru (4 m/s) podle Beaufortovy stupnice?
- Z které strany v Chebu foukal vítr? Z vnitrozemí nebo od hranic s Německem?
- Kolik litrů vody napršelo za 24 hodin na m²?
- Byla splněna podmínka pro označení dne 23. ledna 2018 jako mrazový den?
- Jestliže byla naměřena relativní vlhkost vzduchu 93 %, je to hodnota vysoká nebo nízká? Jaké vlastnosti bude mít vzduch s touto vlhkostí?
- Kolik minut skutečně svítilo slunce v uvedený den 23. ledna 2018?

Sít' meteostanic v ČR je tvořena profesionálními meteostanicemi (měří všechny meteorologické prvky) a sítí dobrovolných meteostanic s manuálním nebo automatickým provozem.

V meteorologické budce ve dvou metrech nad zemí jsou měřeny všechny základní meteorologické prvky.

[Cvičný test 7.](#)

(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)

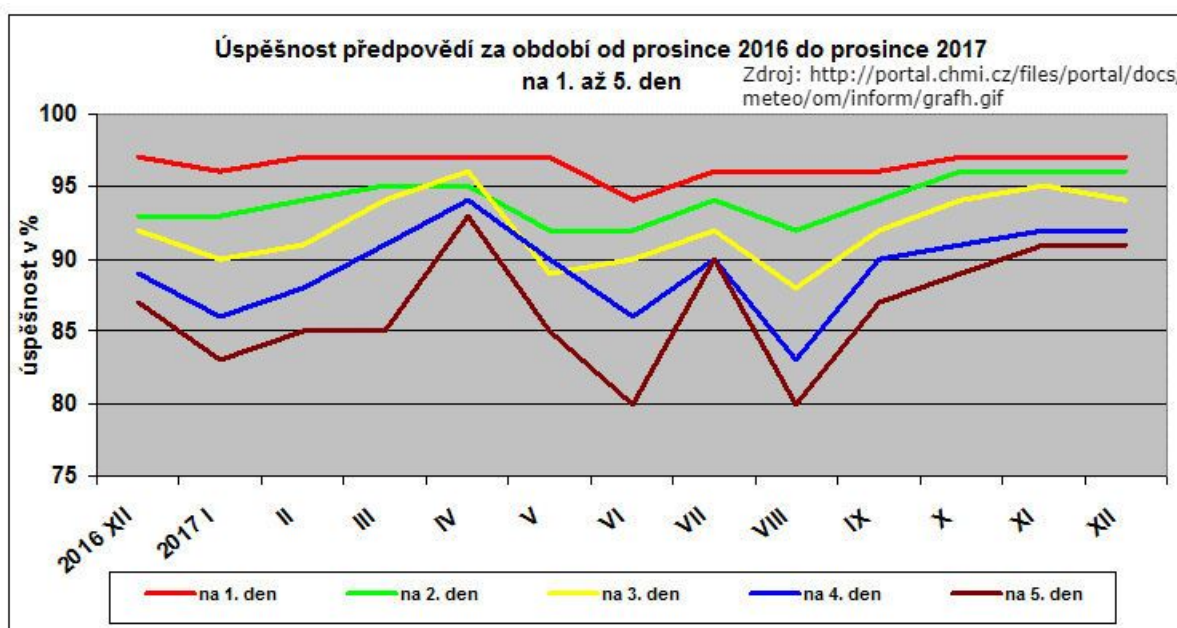
8 Předpověď počasí

Předpověď počasí vyjadřuje budoucí stav počasí (povětrnostních podmínek). Předpověď počasí vydává [Český hydrometeorologický ústav](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/inform/grafh.gif) (ČHMÚ).



Numerické předpovědní modely na základě reálných údajů o počasí, které jsou dosazeny do matematických rovnic, vypočítají pravděpodobný vývoj počasí. **Globální meteorologické modely** mají rozlišení 25 až 100 km a přepočítávají se až čtyřikrát denně. Na výsledky globálních modelů (se zahrnutím regionálních dat) navazují **lokální meteorologické modely** s rozlišením i pod 10 km.

Úspěšnost předpovědi počasí klesá s délkou předpovědního období. Dostí přesnou předpověď lze poskytnout zhruba na 5 dní dopředu. Na aktuální den a noc a následující tři dny jsou vydávány i regionální předpovědi pro jednotlivé kraje v ČR, které mohou více postihnout regionální odlišnosti počasí.



Obrázek 38 Úspěšnost předpovědi počasí

Zdroj: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/inform/grafh.gif>

Cvičení 22

Zjistěte na grafu (obrázek 38):

- jaké procento úspěšnosti (v rozmezí hodnot) je u předpovědi počasí na jeden den?
- v jakém rozmezí se pohybuje procento úspěšnosti předpovědi počasí na pátý den?





[O meteorologii a předpovědi počasí](#) (meteorolog a mluvčí Českého hydrometeorologického ústavu Petr Dvořák)
Český rozhlas (23. 03. 2012). Zvukový záznam: 33:36 min.



Plošná četnost meteorologických jevů v textu předpovědi počasí značí, na jaké části či procentu území se jev očekává:

- **bez uvedení četnosti** (např. se sněžením, občas déšť...) – jev se očekává všude nebo skoro všude (na více než 70% plochy území),
- **na většině území** (např. na většině území přeháňky) - jev se očekává na více než polovině území (více než 50% plochy území),
- **místy** (např. místy jasno) - jev se očekává přibližně na polovině území (tzn. na 30 až 69% plochy území),
- **ojediněle** (např. ojediněle bouřky) - jev se očekává na méně než třetině území (t.j. na 5 až 29% plochy území).

Cvičení 23

Přečtete si předpověď počasí na středu 24. 1. 2018 a potom odpovíte na otázky níže.

Zataženo až oblačno, místy déšť nebo mrholení, na východě ráno i sněžení. Na Moravě, ve Slezsku a na východě Čech i srážky mrznoucí s tvorbou ledovky. Během dne postupně jen ojediněle mrholení a v Čechách později místy i polojasno. Ojediněle, k večeru místy mlhy. Nejvyšší teploty 1 až 5 °C, v Čechách místy kolem 7 °C, v 1000 m na horách kolem 4 °C, na východě kolem 1 °C. Mírný jižní až jihozápadní vítr 2 až 6 m/s se bude měnit na jihovýchodní. Na severovýchodě postupně vítr čerstvý jihozápadní 4 až 9 m/s s nárazy kolem 15 m/s, na horách kolem 20 m/s.

- na jaké ploše území ČR (cca v %) bude pršet nebo mrholit?
- na jaké ploše území ČR se budou vyskytovat pravděpodobně mlhy?



Cvičení 24



Obrázek 39 Předpověď počasí ČT24 15. 8. 2017 v 18:55 ([animovaný obrázek](#))

Upraveno podle:

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1178166999-predpoved-pocasi/217411000410815>

Prohlédněte si animovaný obrázek 39, který zachycuje část televizní předpovědi počasí ze dne 15. srpna 2017 a zahrajte si roli televizního moderátora předpovědi počasí. Zkuste komentovat vlastními slovy to, co se děje na promítaném snímku z družice a synoptické mapě.

Poté, co si vyzkoušíte roli moderátora, si můžete pustit [celý záznam předpovědi počasí](#) a zjistit, jak se vám dařilo v roli moderátora.

Předpověď počasí vyjadřuje budoucí stav počasí (povětrnostních podmínek).

Úspěšnost předpovědi počasí klesá s délkou předpovědního období. Pravděpodobnost předpovědi počasí na pět dnů se pohybuje od 80 do 90 %.



Cvičný test 8.

(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



9. Klima

Pro každou zeměpisnou oblast můžeme popsat

Klima (podnebí) je dlouhodobý stav počasí v dané geografické oblasti, který charakterizuje počasí v dlouhodobém časovém úseku (30 až 50 let) (např. průměrné teploty, úhrny srážek, výskyt sucha apod.).

Klima daného místa ovlivňují:

- režim základních fyzikálních a meteorologických procesů v atmosféře (např. cirkulace vzduchu nad daným územím),
- množství dopadajícího slunečního záření,
- geografické faktory (zeměpisná šířka, nadmořská výška, uspořádání terénu a blízkost hor),
- pokryv zemského povrchu (lesy, step apod.),
- vzdálenost od oceánů a moří,
- antropogenní vlivy (činnost člověka, velké sídelní celky).



Věděli jste, jak se mění Země se změnou klimatu?

Video zachycující [vývoj zalednění](#) (1980 -2015) v arktické oblasti.

Některé [dopady klimatických změn](#) na jednotlivá místa Země na fotografiích. (porovnání stavu z let 2000 a 2014 na fotografiích)

Přečtěte si "[Průvodce změnou klimatu](#)" (zjistěte, co ovlivňuje změnu klimatu, jaké jsou již pozorované dopady změny klimatu a jaké projevy můžeme očekávat v budoucnu).



9.1 Klimatická pásma Země

Podél rovnoběžek jsou **klimatická pásma (klimatické pásy)**. Klimatické pásmo představuje klimatickou jednotku při velmi hrubém členění světového klimatu:

- **horký (tropický) klimatický pás** (podél rovníku, mezi obratníky),
- **severní a jižní mírný pás** (mezi obratníky a polárními kruhy),
- **severní a jižní studený polární pás** (uvnitř polárních kruhů).

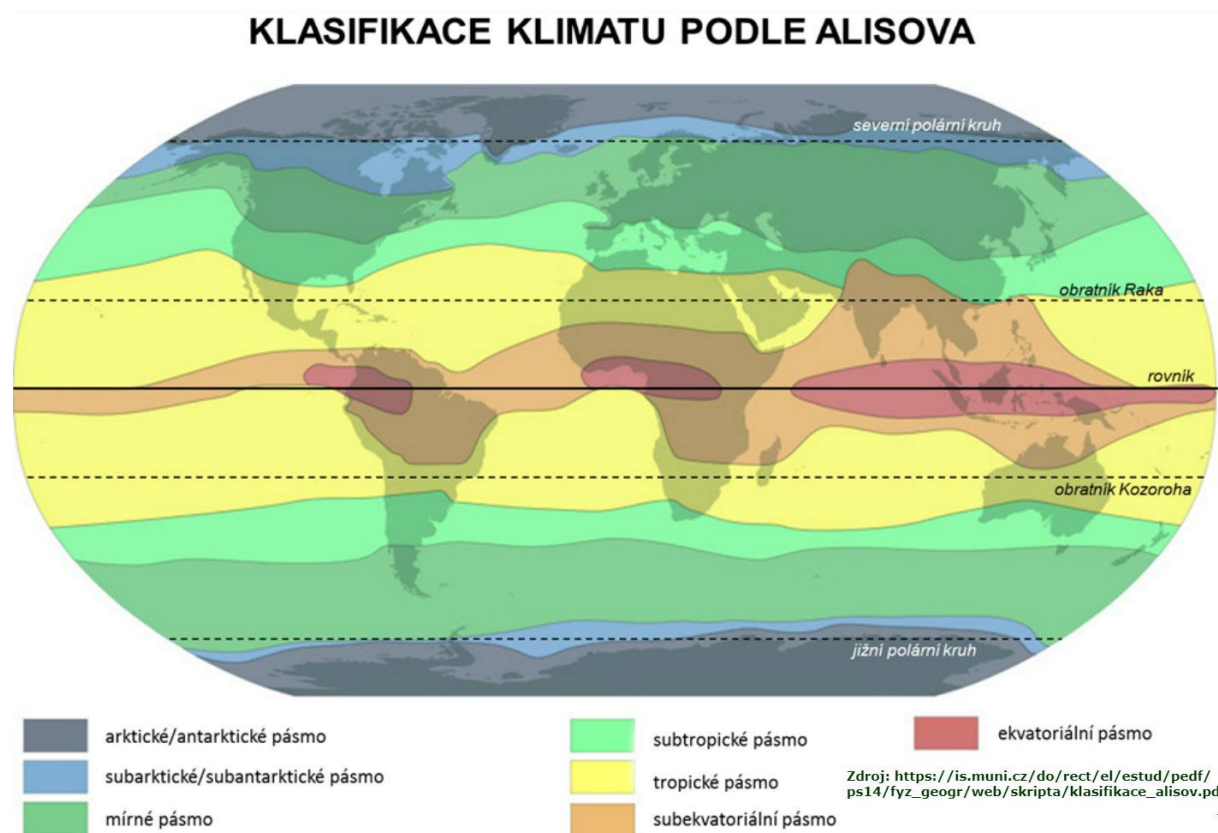
Klimatické oblasti (klimatické regiony) jsou detailnějšími jednotkami, které přesněji vystihují jemnější odlišnosti klimatu v rámci klimatického pásma.

Podrobnější klasifikace klimatu (obrázek 40) zahrnuje do hodnocení klimatu také **charakter a způsob atmosférického proudění nad danou oblastí**, a rozlišuje tyto oblasti (pásma):

- pásmo rovníkového klimatu (equatoriální oblast, tmavě červená barva),
- pásmo rovníkových monzunů (subekvatoriální pás - oranžová barva),
- pás tropického vzduchu (tropický pás - žlutá barva),

- subtropický pás (světle zelená barva),
- mírný pás (tmavě zelená barva),
- subarktický pás (modrá barva),
- polární pás (šedočerná barva).

Ve většině pásů jsou rozlišovány ještě **kontinentální podtyp** a **oceánský podtyp klimatu** v závislosti na vzdálenosti od oceánu



Obrázek 40 Klasifikace klimatu podle Alisova

Zdroj: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/skripta/klasifikace_alisov.pdf

Ještě [podrobnější klasifikace klimatických oblastí](#) je založena na teplotním a srážkovém režimu a jeho vlivu na biotickou komponentu krajiny (W. Köppen).



Cvičení 25

Ve kterém městě (Taškent nebo Barcelona) budou výkyvy denních a nočních teplot vyšší/menší a proč?

Obě města leží na stejné rovnoběžce.

Taškent - hlavní město Uzbekistánu (ve vnitrozemí Asie - 41 ° s. š.)

Barcelona - španělské město na pobřeží Středomořího moře (41 ° s. š.)

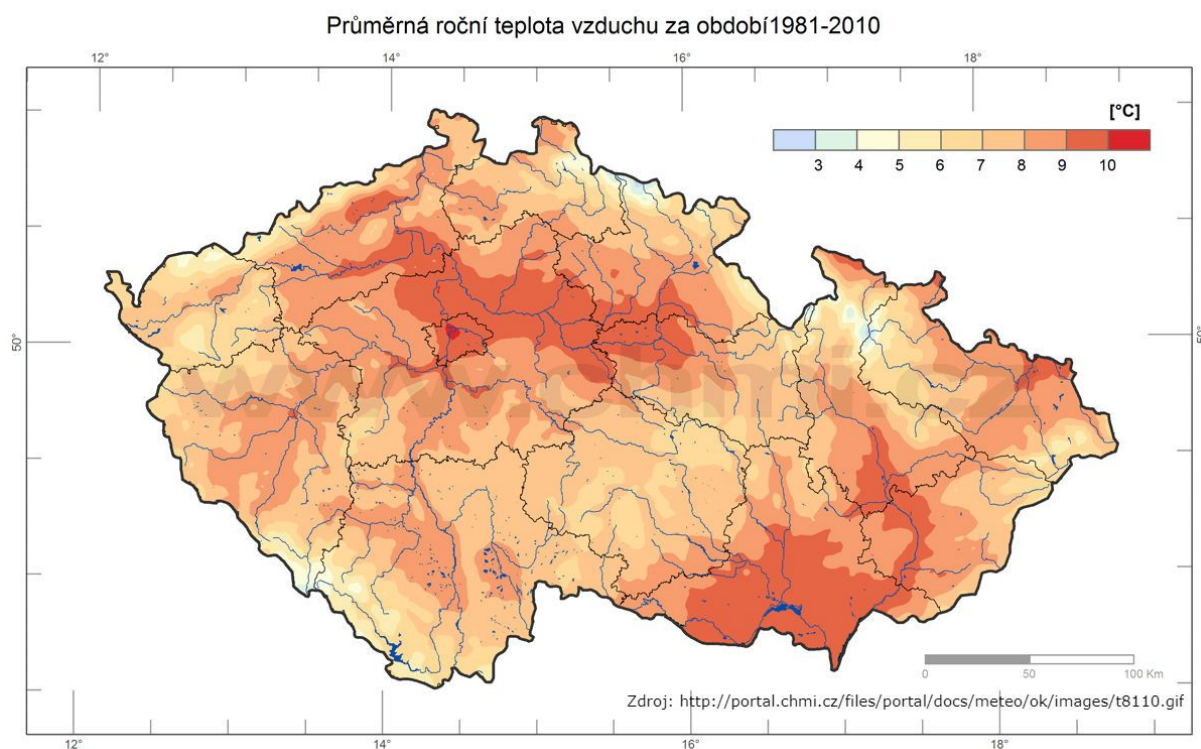


9.2 Klimatické oblasti ČR

Většina území ČR spadá do **mírného kontinentálního klimatu** s převažujícím západním prouděním vzduchu. V jednotlivých letech se ale může zvýraznit vliv jiného typu proudění, které způsobí výkyvy (singularity) v jinak pravidelném průběhu teplot či srážek. Příklady známých výkyvů:

- **ledoví muži** (12. - 14.5.) - vpád studeného arktického vzduchu),
- **medardovské deště** (8. 6.) - dlouhotrvající příliv studeného a vlhkého mořského vzduchu od západu až severozápadu z Atlantského oceánu,
- **babí léto** (25.9. - 20.10.) - slabé východní proudění přináší ohřátý kontinentální vzduch,
- **vánoční obleva** (24.12. - 1.1.) - proudění relativně teplého mořského vzduchu od jihozápadu až západu.

Nejteplejší oblasti ČR (Polabí a jižní Morava) mají **průměrnou roční teplotu vzduchu mezi 9 až 10 °C** (obrázek 41) a průměrný roční úhrn srážek se pohybuje na území ČR od 500 mm do 1200 mm (obrázek 42)

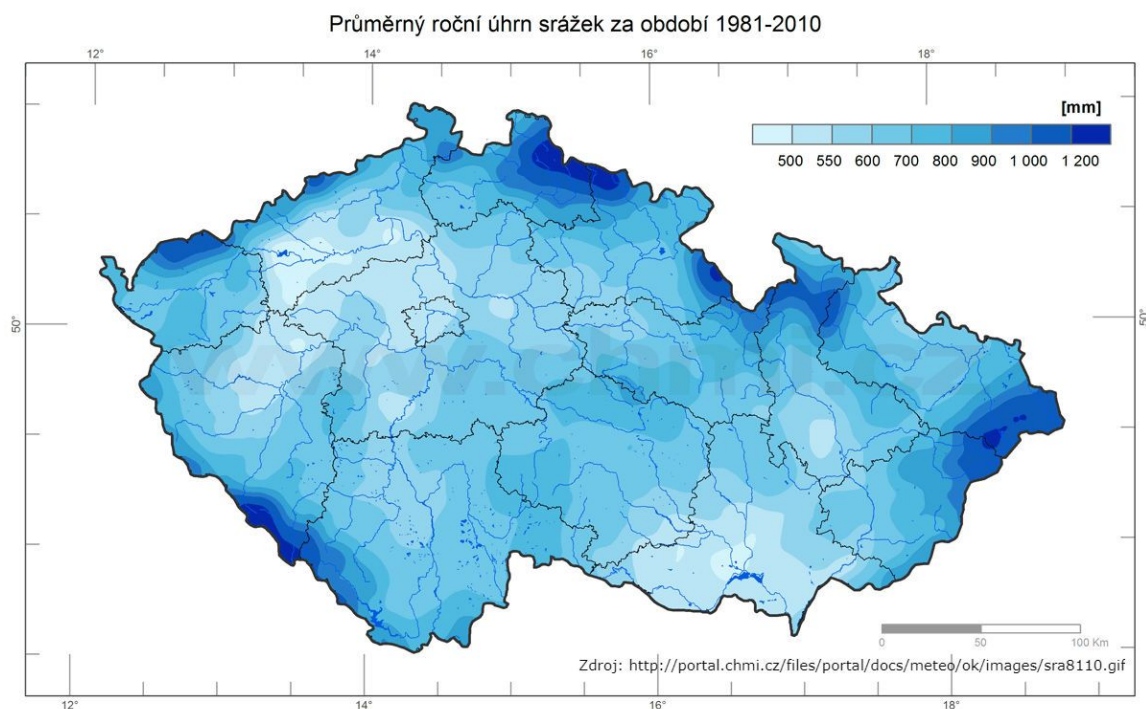


Obrázek 41 Průměrná roční teplota vzduchu ČR za období 1981 - 2010

Zdroj: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/t8110.gif>

Pro zemědělskou činnost jsou údaje o klimatu velmi důležité. Klimatické hodnoty ovlivňují např.:

- strukturu pěstovaných plodin,
- charakter zemědělských staveb,
- druh použitých výrobních technologií,
- ekonomickou efektivitu zemědělské výroby.



Obrázek 42 Průměrný roční úhrn srážek ČR za období 1981 - 2010

Zdroj: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra8110.gif>

Pro zemědělské účely je území ČR rozčleněno na deset klimatických regionů (tabulka 4, obrázek 44):

- velmi teplý region,
- teplý region 1 až 3,
- mírně teplý region 1 až 4,
- mírně chladný region,
- chladný region.

Bonitovaná půdně ekologická jednotka slouží k hodnocení absolutní i relativní produkční schopnosti zemědělských půd a podmínek jejich nejúčelnějšího využití. BPEJ je charakterizována pětímístným kódem (obrázek 43), kde první číslice vyjadřuje příslušnost ke klimatickému regionu.



Obrázek 43 Struktura kódu BPEJ

Zdroj:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Struktura_BPEJ_%28Bonitovan%C3%A1_p%C5%AFdn%C4%9B_ekologick%C3%A1_jednotka%29.png

Číselný kód regionu pro účely BPEJ	Označení regionu	Charakteristik a regionu	Suma teplot nad 10 °C	Prům. roční teplota °C	Průměrný roční úhrn srážek (mm)	Pravděpodobnost suchých vegetačních období (%)
0	VT	velmi teplý, suchý	2800 - 3100	9 - 10	500 - 600	30 - 50
1	T1	teplý, suchý	2600 - 2800	8 - 9	< 500	40 - 60
2	T2	teplý, mírně suchý	2600 - 2800	8 - 9	500 - 600	20 - 30
3	T3	teplý, mírně vlhký	2500 - 2800	(7) 8 - 9	550 - 650 (700)	10 - 20
4	MT1	mírně teplý, suchý	2400 - 2600	7 - 8,5	450 - 550	30 - 40
5	MT2	mírně teplý, mírně vlhký	2200 - 2500	7 - 8	550 - 650 (700)	15 - 30
6	MT3	mírně teplý (až teplý), vlhký	2500 - 2700	7,5 - 8,5	700 - 900	0 - 10
7	MT4	mírně teplý, vlhký	2200 - 2400	6 - 7	650 - 750	5 - 15
8	MCH	mírně chladný, vlhký	2000 - 2200	5 - 6	700 - 800	0-5
9	CH	chladný, vlhký	pod 2000	< 5	> 800	0

Tabulka 4 Charakteristika klimatických regionů ČR

Zdroj: Příloha č.1 k vyhlášce MZe č. 327/1998 Sb.

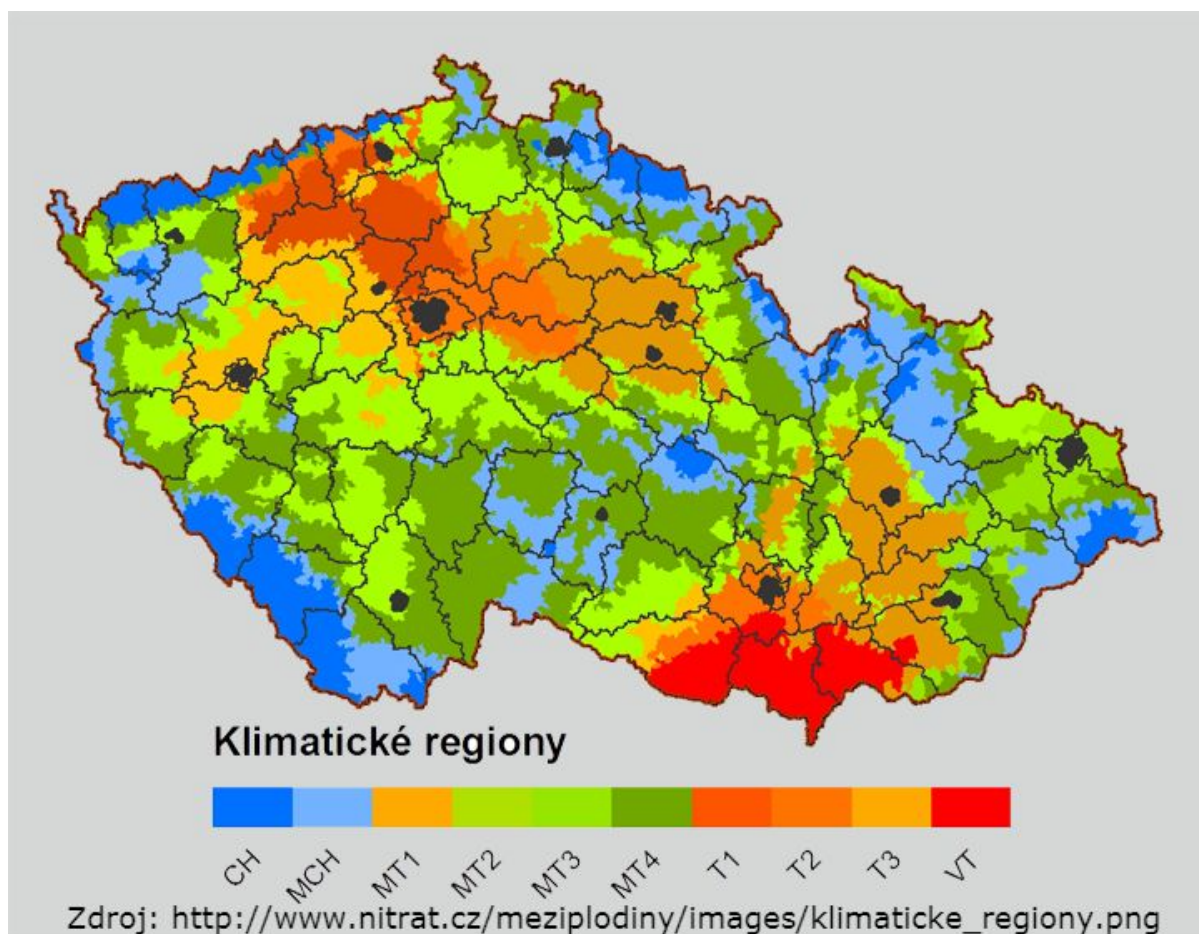
Cvičení 26

Pracujte ve skupinách a v každé skupině si připravte argumenty buď:

- zastánců klimatické změny nebo
- odpůrců klimatické změny.

Se svými argumenty vystupte diskuzi odpůrců a zastánců klimatické změny.





Obrázek 44 Klimatické regiony ČR

Zdroj: http://www.nitrat.cz/meziplodiny/images/klimaticke_regiony.png

9.3 Fenologická pozorování

Fenologie sleduje časový průběh periodicky se opakujících životních projevů (tzv. **fenologických fází**) rostlin a živočichů v závislosti na klimatických podmínkách během jednotlivých let.



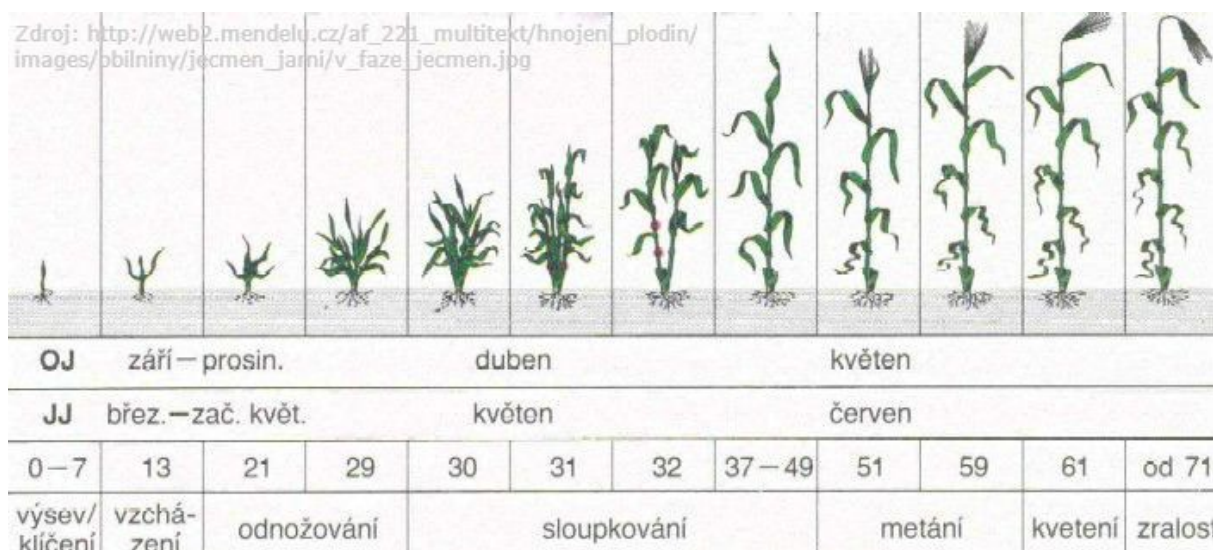
V životních projevech rostlin se sledují termíny vývojových fází. **Fenologická fáze** (zkráceně **fenofáze**) je určitý zevně dobře rozpoznatelný, zpravidla každoročně se opakující projev vývinu nadzemních orgánů (zejména pupenů, listů, květenství) sledovaných druhů rostlin.

U živočichů jsou závislé na průběhu počasí například přelety ptáků, první výskyt škůdců, životní projevy včel apod. Fenologická pozorování se organizují společně s meteorologickým pozorováním.

Fenologické údaje umožňují:

- srovnávat meziročně vývoj vegetace (zejména vývoj hospodářských plodin),
- přesně identifikovat začátek, průběh a konec vývojových fází rostlin a živočichů,
- určit přesně termíny pro různá agrotechnická opatření při pěstování rostlin (např. termíny hnojení dusíkem),
- informovat veřejnost o pylových alergenech v ovzduší (např. kvetení trav).

Na obrázku 45 je grafické znázornění stupnice fenologických fází ozimého a jarního ječmene včetně uvedení rámcového časového průběhu fenofází. Přesné označení fenofází je nezbytné pro diagnostiku stavu porostu. Základními fenofázemi u ječmene jsou: klíčení, vzcházení, odnožování, sloupkování, metání, kvetení a zrání.



Obrázek 45 Fenologická stupnice ozimého ječmene (OJ) a jarního ječmene (JJ).

Zdroj: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/images/obilniny/jecmen_jarni/v_faze_jecmen.jpg

Cvičení 27

Vyhledejte informace k jednotlivým fenofázím ječmene tak, abyste dokázali charakterizovat

- vzcházení ječmene,
- odnožování ječmene,
- sloupkování ječmene,
- metání ječmene,
- kvetení ječmene,
- zralost ječmene.

Na obrázku 46 je zachycen průběh podzimních fenologických fází u buku lesního v letech 1991 až 2006: počátek žloutnutí listů (žlutá barva), plné žloutnutí listů (oranžová barva) a opad listů (červená barva). Z obrázku je zřejmé,

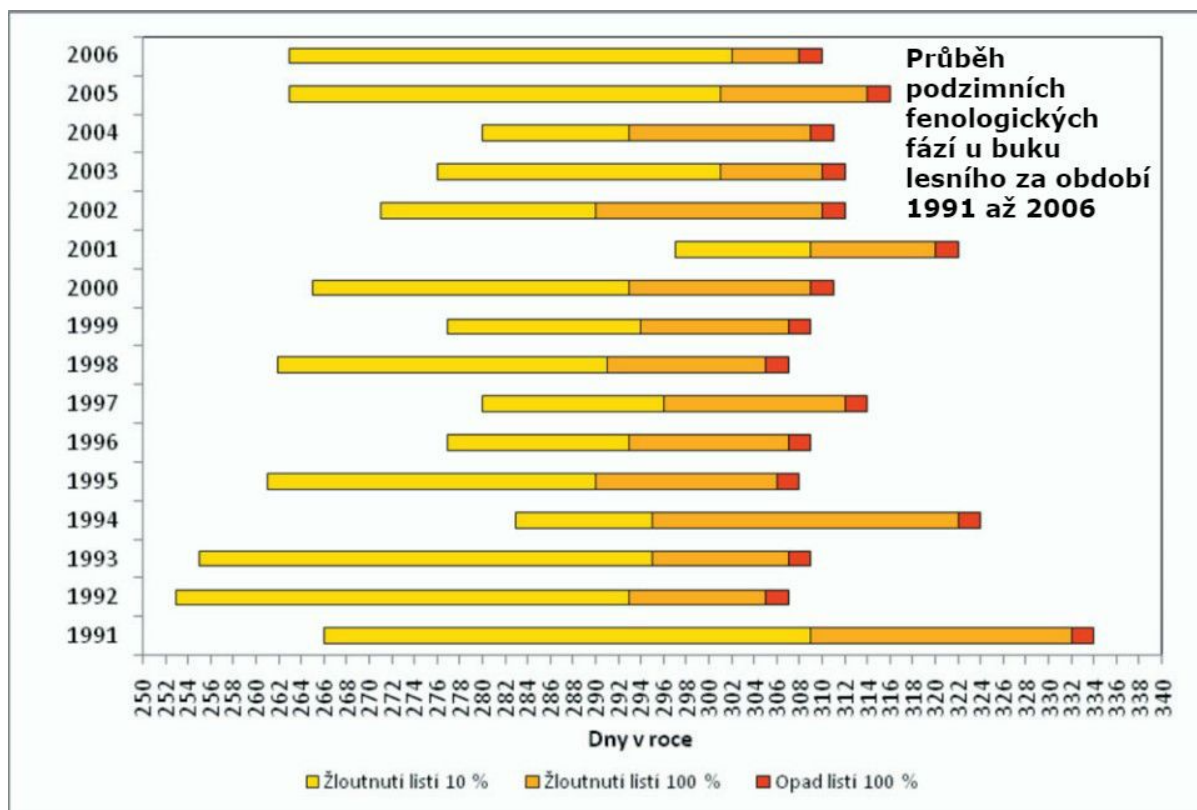
- že období žloutnutí a opadu listů trvá v různých letech různě dlouho,
- že začátek a konec jednotlivých fenofází je v jednotlivých letech posunut i o desítky dnů,

- že zatímco fáze žloutnutí listů je různě dlouhá, opad listů je co do počtu dnů téměř vždy stejný.

Cvičení 28

Zjistěte z obrázku 46:

- v kterém roce vydržely listy buku na stromech nejdéle
- v kterém roce naopak opadaly nejdříve
- je možné najít souvislost s průběhem počasí v daném roce?



Zdroj: BEDNÁŘOVÁ, E., MERKLOVÁ L. Fenologické a růstové fáze u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.). Střelcová, K., Škvarenina, J. & Blaženec, M. (eds.): "BI International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17 - 20, 2007, ISBN 978-80-228-17-60-8"

Obrázek 46. Průběh podzimních fenologických fází u buku lesního za období 1991 až 2006

Zdroj: BEDNÁŘOVÁ, E., MERKLOVÁ L. Fenologické a růstové fáze u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.). Střelcová, K., Škvarenina, J. & Blaženec, M. (eds.): "BIOCLIMATOLOGY AND NATURAL HAZARDS" International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17 - 20, 2007, ISBN 978-80-228-17-60-8

Klima (podnebí) je dlouhodobý stav počasí v dané geografické oblasti, který charakterizuje počasí v dlouhodobém časovém úseku (30 až 50 let).

Podél rovnoběžek jsou **klimatická pásma** (klimatické pásy). Klimatické pásmo představuje klimatickou jednotku při velmi hrubém členění světového klimatu.

Klimatické oblasti (klimatické regiony) jsou detailnějšími jednotkami, které přesněji vystihují jemnější odlišnosti klimatu v rámci klimatického pásma.



Pro zemědělské účely je území ČR rozčleněno klimatické regiony: velmi teplý region, teplý region, mírně teplý region, mírně chladný region, chladný region.

Fenologie sleduje časový průběh periodicky se opakujících životních projevů (tzv. fenologických fází) rostlin a živočichů v závislosti na klimatických podmínkách během jednotlivých let.

Cvičný test 9.

(cvičný test je dostupný online po kliknutí na odkaz)



Přehled cvičení

(řešení úloh: [klikněte zde na odkaz](#))

Cvičení 1

Pojmenujte správným chemickým názvem prvky a sloučeniny uvedené vzorcem na obrázku 2 (N_2 , O_2 , Ar, H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O , O_3).

Jaký význam v atmosféře mají aerosoly a jak se do atmosféry dostávají?

Cvičení 2

Se kterými meteorologickými prvky se téměř každodenně setkáváte? Jmenujte jich alespoň pět.

Prohlédněte si [mapu automatických meteostanic](#) a zjistěte aktuální naměřené hodnoty meteorologických prvků v blízkém okolí vašeho bydliště. Vysvětlete, co naměřené hodnoty znamenají z hlediska počasí.

Cvičení 3

[Z historických údajů](#) Českého hydrometeorologického ústavu zjistěte, jaké byly konkrétní odchylky průměrné teploty v jednotlivých měsících **minulého roku** v kraji vašeho bydliště. Kolik měsíců bylo s kladnou odchylkou a kolik měsíců bylo se zápornou odchylkou?

[Z údajů o historických extrémech](#) Českého hydrometeorologického ústavu zjistěte historické extrémní hodnoty počasí na území ČR v jednotlivých měsících (nejvyšší a nejnižší teploty, maximální denní úhrn srážek) a porovnejte je se standardními hodnotami ČR za uplynulý rok ([územní teploty](#), [územní srážky](#)).

Prohlédněte si [mapu průměrného ročního úhrnu srážek ČR](#) (1961 - 1990) a zjistěte, jaká je přibližná výše ročního úhrnu srážek v místě, kde bydlíte.

Prohlédněte si [mapu průměrné roční teploty vzduchu ČR](#) (1961 - 1990) a zjistěte, jaká je průměrná roční teplota v oblasti, kde bydlíte.

U každé jednotlivé naměřené hodnoty určete, ke kterému meteorologickému prvku patří (co bylo změřeno):

- 67 %,
- 12 °C,
- 5 hodin a 17 minut,
- 980 hPa,
- 270 °,
- 23 mm,
- zataženo,
- 15 m.s⁻¹

Cvičení 4

V Praze Libuši na stanici hydrometeorologického ústavu každý den vypouští celkem tři stratosférické balóny s meteorologickou sondou. Zjistěte z posledního měření, v jaké výšce se aktuálně nachází vrstva “tropopauza” (od této výšky již dále neklesá teplota) a jaká je (přibližně) v této výšce teplota ([další informace o troposférických balónech](#)).

Cvičení 5

Přemýšlejte o tom, v čem se bude lišit **složení atmosféry** (složení vzduchu) a jaké budou **mikroklimatické podmínky**, pokud se budete nacházet v následujících situacích a místech:

- Stojíte na okraji rušné dálnice, kde je velmi silný automobilový provoz. Jaké složení bude mít vzduch, který budete dýchat?
- Vejdete ráno do stáje s dojnícemi, která byla přes noc uzavřena. Co ucítíte v mikroklimatu stáje?
- Mikrosondou proniknete 12 cm pod povrch půdy a budete zjišťovat, jaký je tam vzduch. Jaké budou asi výsledky? Jak se bude lišit složení půdního vzduchu od atmosféry?
- Na jaře po parném dnu večer zapršelo a po jasné noci teplota ráno klesla na 4 - 5 °C. Jaké podmínky z hlediska mikroklimatu nastanou cca 10 cm nad povrchem půdy uprostřed pole v porostu pšenice?

Cvičení 6

Jak ovlivňuje všeobecná cirkulace atmosféry počasí u nás? Prohlédněte obrázek 4 a pokud ho vidíte animovaný, určete:

- Která fáze obrázku ukazuje situaci, kdy je u nás zima a která fáze ukazuje situaci, kdy je u nás léto.
- Ze kterého geografického směru k nám většinou přichází studený vzduch v zimě?
- Ze kterého geografického směru k nám většinou přichází teplý vzduch v létě?

Cvičení 7

Vysvětlete na praktických příkladech z vašeho okolí, co znamenají termíny použité v obrázku 4: “konvekce tepla”, “absorpce tepla” a “kinetická energie větru”, “latentní teplo” (pokud nevíte, můžete je vyhledat na internetu).

Do vytečkované části ve větě doplňte chybějící čísla. Čísla hledejte na obrázku 4: Z celkového množství energie dopadající na povrch země (100 %) se menší část sluneční energie odrazí (..... %) a zbytek se vrací do vesmíru sáláním atmosféry (..... %) a přímým sáláním zemského povrchu (..... %).

Cvičení 8

Jak se projevuje fotoperiodismus rostlin v praxi a kterými technologickými opatřeními lze ovlivnit?

Uveďte příklady rostlin, které jsou dlouhodobní.

Uveďte příklady rostlin, které jsou krátkodobní.

Najděte - zjistěte, jak se od sebe liší délka nejdelšího a nejkratšího dne ve městech Stockholm a Praha.

Na adrese <http://www.in-pocasi.cz/predpoved-pocasi/> najděte údaje o východu a západu Slunce ve Vámi zvoleném místě ČR na dny 1. leden a 1. červen a zjistěte délku dne.

Cvičení 9

Najděte ve svém okolí tři materiály, které mají vysoké albedo a tři materiály, které mají nízké albedo.

Odvoďte, který sníh roztaje dříve, budou-li ostatní podmínky stejné (vrstva sněhu, teplota, ozáření sluncem). Starý sníh, ležící na půdě tři týdny nebo čerstvý sníh ze včerejšího dne?

Určete, zda následující tvrzení jsou pravdivá či nepravdivá:

- čím výše je Slunce nad obzorem, tím více se sluneční paprsky odrážejí od vodního povrchu,
- čím výše je Slunce nad obzorem, tím více se ohřívá vodní plocha, na kterou Slunce svítí.

Cvičení 10

Prohlédněte si obrázek 11 a odpovězte na otázky:

- Jaká byla nejvyšší a nejnižší teplota půdy 7. června v Doksanech v hloubce 5 cm (červená křivka)?
- V kterém čase byla naměřena nejvyšší teplota a nejnižší teplota půdy v hloubce 5 cm v průběhu obou zaznamenaných dnů (6. a 7. června)?
- Proč je černá křivka (teplota půdy v hloubce 100 cm) téměř bez výkyvů?

Cvičení 11

Odpovězte na následující otázky (odvoďte, případně vyhledejte):

- Proč se pevnina ohřívá rychleji než moře?
- Proč je nejnižší teplota půdy těsně před východem Slunce?
- Proč se půda pod porostem zahřívá pomaleji?
- V jaké hloubce půda u nás nikdy nezamrzá (zjistěte)?
- Proč se za oblačné noci ochladí povrch půdy méně než za jasné noci?

Cvičení 12

Prohlédněte si obrázek 13 a najděte odpovědi na otázky nebo odpověď vyhledejte na internetu:

- Které měsíce jsou z hlediska výkyvů teplot během dne nejvýraznější?
- Ve kterých měsících roku kolísá denní teplota nejméně čím je to pravděpodobně ovlivněno?
- V kterém časovém intervalu dne je nejvyšší teplota vzduchu v letních měsících?

Cvičení 13

Na meteorologické stanici ČZU v Praze byly naměřeny automatické údaje o teplotě vzduchu dne 1. září 2015. Údaje jsou zapsány v tabulce po 15 minutových intervalech ([tabulka k nahlédnutí - ke stažení zde](#)). Vypočítejte z naměřených údajů průměrnou denní teplotu.

Na meteorologické stanici ČZU v Praze byly naměřeny automatické údaje o teplotě vzduchu dne 1. ledna 2015. Údaje jsou zapsány v tabulce po 15 minutových intervalech ([tabulka k nahlédnutí - ke stažení zde](#)). Vypočítejte z naměřených údajů průměrnou denní teplotu.

Cvičení 14

Prohlédněte si (po kliknutí na odkaz) [obrázek staničního teploměru](#) a zjistěte, jaká teplota je na teploměru zachycena.

Proč bude na vlhkém staničním teploměru změřena nižší teplota vzduchu oproti suchému staničnímu teploměru?

Zjistěte, jakou teplotu ve stupních Celsia si máme představit, jestliže Američan řekne, že je venku 32 °F (stupňů Fahrenheita).

Cvičení 15

Odpovězte na otázky:

- Proč je ve větru lidem větší zima?
- Proč máme pocit vyšší teploty v uzavřeném prostoru s více lidmi (např. autobus, nevětraná místnost)?

Cvičení 16

V následujících tvrzeních vyberte vhodné slovo z uvedené dvojice ve větě:

- čím je rozdíl mezi naměřenými teplotami na vlhkém a suchém staničním teploměru **menší**, tím je relativní vlhkost vzduchu **nižší/vyšší**,
- při **vyšší** relativní vlhkosti vzduchu je množství odpařené vody z vodní plochy (např. rybníka) **vyšší/nižší**,
- čím je **vyšší** teplota vzduchu v místnosti, tím **méně/více** vodní páry se do daného objemu vzduchu vejde.

Cvičení 17

Určete, o jaký typ oblačnosti se jedná na animovaném obrázku (časosběrné snímky):



Obrázek 21 Časosběrný snímek vývoje oblačnosti v letních měsících ([animovaný obrázek](#))

Zdroj: https://youtu.be/_SZ7gbqcNYg (upraveno)

Cvičení 18

Určete, o jaký typ oblačnosti se jedná na animovaném obrázku (časosběrné snímky)



Obrázek 22 Časosběrný snímek vývoje oblačnosti v letních měsících ([animovaný obrázek](#)).

Zdroj: <https://youtu.be/0YatiDf9A8A> (upraveno)

Cvičení 19

Během jednoho dne napršelo v Českých Budějovicích 26 mm srážek. Vypočítejte, kolik litrů vody muselo odtéci z budějovického náměstí, jestliže budeme předpokládat, že náměstí má plochu 1 hektaru.

Dlouhodobý průměrný měsíční úhrn srážek (mm) v Lednici na Moravě je uveden v následujícím přehledu (měsíce leden až prosinec): 23.2 21.8 28.4 33.9
54.1 64.6 66.7 55.6 41.9 33.6 39.8 27.3 Vypočítejte roční úhrn srážek v mm.

Cvičení 20

Pro lepší představu o rychlosti větru přepočítejte uvedené hodnoty z m.s^{-1} (jsou uváděny běžně v předpovědi počasí) na km.h^{-1} a najděte příslušné slovní pojmenování síly větru podle stupnice ([viz odkaz](#))

3 m.s^{-1} , 10 m.s^{-1} , 20 m.s^{-1}

Zjistěte, o jaký směr větru se jedná, když se napíše: vítr 360°, vítr 90°.

Cvičení 21

Prohlédněte si obrázek 37 a odpovězte na otázky:

- Naměřená hodnota tlaku vzduchu přepočtená na hladinu moře (1021,1 hPa) představuje snížený nebo zvýšený tlak oproti normálu?
- Jaké bude slovní označení naměřené síly větru (4 m/s) podle Beaufortovy stupnice?
- Z které strany v Chebu foukal vítr? Z vnitrozemí nebo od hranic s Německem?
- Kolik litrů vody napršelo za 24 hodin na m^2 ?
- Byla splněna podmínka pro označení dne 23. ledna 2018 jako mrazový den?

- Jestliže byla naměřena relativní vlhkost vzduchu 93 %, je to hodnota vysoká nebo nízká? Jaké vlastnosti bude mít vzduch s touto vlhkostí?
- Kolik minut skutečně svítilo slunce v uvedený den 23. ledna 2018?

Cvičení 22

Zjistěte na grafu (obrázek 38):

- jaké procento úspěšnosti (v rozmezí hodnot) je u předpovědi počasí na jeden den?
- v jakém rozmezí se pohybuje procento úspěšnosti předpovědi počasí na druhý a pátý den?

Cvičení 23

Přečtěte si předpověď počasí na středu 24. 1. 2018 a potom odpovězte na otázky níže.

Zataženo až oblačno, místy déšť nebo mrholení, na východě ráno i sněžení. Na Moravě, ve Slezsku a na východě Čech i srážky mrznoucí s tvorbou ledovky. Během dne postupně jen ojediněle mrholení a v Čechách později místy i polojasno. Ojediněle, k večeru místy mlhy.

Nejvyšší teploty 1 až 5 °C, v Čechách místy kolem 7 °C, v 1000 m na horách kolem 4 °C, na východě kolem 1 °C. Mírný jižní až jihozápadní vítr 2 až 6 m/s se bude měnit na jihovýchodní. Na severovýchodě postupně vítr čerstvý jihozápadní 4 až 9 m/s s nárazy kolem 15 m/s, na horách kolem 20 m/s.

- a) na jaké ploše území ČR (cca v %) bude pršet nebo mrholit?
- b) na jaké ploše území ČR se budou vyskytovat pravděpodobně mlhy?

Cvičení 24

Obrázek 39 (viz předchozí strana)

Předpověď počasí ČT24 15. 8. 2017 v 18:55 (animovaný obrázek)

Upraveno podle:

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1178166999-predpoved-pocasi/217411000410815>

Prohlédněte si animovaný obrázek 39, který zachycuje část televizní předpovědi počasí ze dne 15. srpna 2017 a zahrajte si roli televizního moderátora předpovědi počasí.

Zahrajte si roli moderátora televizní předpovědi počasí. Zkuste komentovat to, co se děje na promítaném snímku z družice a synoptické mapě.

Poté, co si vyzkoušíte roli moderátora, si můžete pustit [záznam předpovědi počasí](#) a zjistit, jak se vám dařila role moderátora.

Cvičení 25

Ve kterém městě (Taškent nebo Barcelona) budou výkyvy denních a nočních teplot vyšší/menší a proč?

Obě města leží na stejné rovnoběžce.

Taškent - hlavní město Uzbekistánu (ve vnitrozemí Asie - 41 ° s. š.)

Barcelona - španělské město na pobřeží Středozemního moře (41 ° s. š.)

Cvičení 26

Pracujte ve skupinách a v každé skupině si připravte argumenty buď

- zastánců klimatické změny nebo
- odpůrců klimatické změny.

Se svými argumenty vystupte diskuzi odpůrců a zastánců klimatické změny.

Cvičení 27

Vyhledejte informace k jednotlivým fenofázím ječmene tak, abyste dokázali charakterizovat

- vzcházení ječmene,
- odnožování ječmene,
- sloupkování ječmene,
- metání ječmene,
- kvetení ječmene,
- zralost ječmene.

Cvičení 28

Zjistěte z obrázku 43:

- v kterém roce vydržely listy buku na stromech nejdéle
- v kterém roce naopak opadaly nejdříve
- je možné najít souvislost s průběhem počasí v daném roce?

Řešení cvičení



Cvičení 1

N₂ - dusík, O₂ - kyslík, Ar - argon, H₂O - voda, CO₂ - oxid uhličitý, CH₄ - metan, N₂O - oxid dusný. O₃ - ozon

Aerosol viz [odkaz](#).

Cvičení 2

Např.: teplota vzduchu, srážky, směr větru, rychlost větru, doba slunečního svitu.

Cvičení 3

- 67 % - relativní vlhkost vzduchu
- 12 °C - teplota vzduchu
- 5 hodin a 17 minut - délka slunečního svitu
- 980 hPa - tlak vzduchu
- 270 ° - směr větru
- 23 mm - množství srážek
- zataženo - oblačnost
- 15 m.s⁻¹ - rychlost větru

Cvičení 4

Ke dni 24. 2. 2018 např. teplota - 55 °C, ve výšce 10,2 km

Cvičení 5

U rušné dálnice: vyšší koncentrace CO₂, oxidů dusíku, aerosolů

Stáj s dojnícemi: vyšší koncentrace CH₄, čpavku, vyšší vlhkost vzduchu

Vzduch v půdě: vyšší koncentrace CO₂, vyšší vlhkost vzduchu

Porost: vysoká relativní vlhkost vzduchu

Cvičení 6

Zima u nás: hranice oblasti studeného vzduchu (modrá) je nejjihněji, léto opačně

Studený vzduch v zimě ze severovýchodu

Teplý vzduch v létě z jihozápadu

Cvičení 7

konvekce tepla: viz [odkaz](#)

absorpce tepla: viz [odkaz](#)

kinetická energie větru: viz [odkaz](#)

latentní teplo viz [odkaz](#)

Z celkového množství energie dopadající na povrch země (100 %) se menší část sluneční energie odrazí (....34..... %) a zbytek se vrací do vesmíru sáláním atmosféry (.....56..... %) a přímým sáláním zemského povrchu (.....10..... %).

Cvičení 8

Technologická opatření, jak ovlivnit fotoperiodicismus: prodloužení dne → svícení rostlinám, zkrácení dne → zakrývání rostlin

Dlouhodobní rostliny: pšenice, žito, ječmen, oves, cukrovka, ředkvička, salát

Krátkodobní rostliny: chrysantéma, konopí, kukuřice, rýže

Stockholm: 18 hodin 36 min., 6 hodin 3 min. (viz [odkaz](#))

Praha: 16 hodin 22 min, 8 hodin 2 min (viz [odkaz](#))

Cvičení 9

Starý sníh roztaje dříve, protože je znečištěný prachem a tudíž bude více pohlcovat sluneční záření.

Určete, zda následující tvrzení jsou pravdivá či nepravdivá (odraz světla od vodní hladiny) - viz [odkaz](#)

Cvičení 10

- Jaká byla nejvyšší a nejnižší teplota půdy 7. června v Doksanech v hloubce 5 cm (červená křivka)? - cca 17,5 °C
- V kterém čase byla naměřena nejvyšší teplota a nejnižší teplota půdy v hloubce 5 cm v průběhu obou zaznamenaných dnů (6. a 7. června)? - nejnižší v 6 hod., nejvyšší v 16 hod.
- Proč je černá křivka (teplota půdy v hloubce 100 cm) téměř bez výkyvů? Protože se v této hloubce denní výkyvy teplot neprojevují.

Cvičení 11

- Proč se pevnina ohřívá rychleji než moře?
 - teplo v pevnině se šíří pomaleji a do menších hloubek (prohřívá se mělká vrstva)
 - teplo v moři se šíří rychleji a je odváděno do větších hloubek (v moři se prohřívá hlubší vrstva)
- Proč je nejnižší teplota půdy těsně před východem Slunce?
 - se západem Slunce ustane přísun energie a nastává výdej, který trvá celou noc, takže na konci noci je povrch půdy nejvíce prochladlý
- Proč se půda pod porostem zahřívá pomaleji?
 - porost chrání půdu před dopadem přímých slunečních paprsků, část dopadající energie se spotřebuje na odpaření vody a ohřátí vlastních rostlin
- V jaké hloubce půda u nás nikdy nezamrzá (zjistěte)?
 - záleží místu na druhu půdy: 80 - 100 cm
- Proč se za oblačné noci ochladí povrch půdy méně než za jasné noci?
 - za oblačné noci je radiace (vyzařování dlouhovlnného záření) zemského povrchu menší, dlouhovlnné záření je pohlcováno oblačností a odráží se od oblačnosti zpět k zemskému povrchu, za jasné noci má záření "volný" průchod do vesmíru

Cvičení 12

- Které měsíce jsou z hlediska výkyvů teplot během dne a noci nejvýraznější?
 - letní měsíce: červen, červenec, srpen - výrazný vliv slunečního záření ve dne
- Ve kterých měsících roku kolísá denní teplota nejméně čím je to pravděpodobně ovlivněno?
 - v zimních měsících, obvykle silná oblačnost, a nižší přísun energie ze Slunce
- V kterém časovém intervalu dne je nejvyšší teplota vzduchu v letních měsících?
 - od 12 -14 hod. (červen), resp. 14 -16 hod. červenec.

Cvičení 13

Naměřené hodnoty 1.9.2015: 7:00-21,9, 14:00-31,6, 21:00-22,2

Výsledek: $(21,9+31,6+(2*22,2))/4 = 24,5$ st. C

Naměřené hodnoty 1.1.2015: 7:00-1,3, 14:00-3,3, 21:00-1,9

Výsledek: $(1,3+3,3+(2*1,9))/4 = 2,1$ st. C

Cvičení 14

Teplota na staničním teploměru: 34,6 st. C

Vlhký staniční teploměr je ochlazován vlivem výparu vody z punčošky, proto je na něm zobrazena vždy nižší teplota.

32 st. F odpovídá 0 st. C (viz [odkaz](#))

Cvičení 15

Tělo člověka za teplot nižších než 37 °C ohřívá slabou vrstvu okolního vzduchu. V blízkosti pokožky se vytváří izolační vrstva teplého vzduchu. Pokud vane vítr, teplejší vzduch v blízkosti pokožky ztrácíme a více pocítujeme chlad.

V uzavřeném nevětraném prostoru se zvýší vlhkost vzduchu, která omezí odpařování potu člověk z povrchu kůže a tím zabrání ochlazování kůže. Ochlazování odpařováním kapiček potu na povrchu kůže je účinnější v suchém vzduchu, než ve vlhkém, který již další vodu (pot) není schopen pojmout, protože je blízký stavu nasycení.

Cvičení 16

- čím je rozdíl mezi naměřenými teplotami na vlhkém a suchém staničním teploměru **menší**, tím je relativní vlhkost vzduchu **nižší/vyšší**,
 - je-li vysoká relativní vlhkost vzduchu, znamená to, že obsah vodní páry ve vzduchu se blíží nasycení a tudíž se další pára do vzduchu může odpařovat v omezeném množství
- při **vyšší** relativní vlhkosti vzduchu je množství odpařené vody z vodní plochy (např. rybníka) **vyšší/nižší**,
- čím je **vyšší** teplota vzduchu v místnosti, tím **méně/více** vodní páry se do daného objemu vzduchu vejde.

Cvičení 17

Na obrázku jsou kupy (cumulus)

Cvičení 18

Na obrázku je zachycen vývoj bouřkového mraku (cumulonimbus)

Cvičení 19

26 mm srážek $\rightarrow$ 26 l na 1 m² $\rightarrow$ 260 000 l na celé náměstí
součet všech hodnot: 490,9 mm za rok

Cvičení 20

1 m.s⁻¹ $\rightarrow$ 3,6 km.h⁻¹
3 m.s⁻¹ $\rightarrow$ 10,8 km.h⁻¹ $\rightarrow$ větřík
10 m.s⁻¹ $\rightarrow$ 36 km.h⁻¹ $\rightarrow$ čerstvý vítr
38 m.s⁻¹ $\rightarrow$ 137 km.h⁻¹ $\rightarrow$ orkán
360° $\rightarrow$ severní vítr
90° $\rightarrow$ východní vítr

Cvičení 21

1021,1 hPa $\rightarrow$ zvýšený tlak (norm. hodnota 1013 hPa)
4 m.s⁻¹ $\rightarrow$ 14,4 km.h⁻¹ $\rightarrow$ slabý vítr
západní vítr foukal od hranic s Německem
3,9 mm srážek $\rightarrow$ 3,9 l vody na m²
ano - byl mrazový den, minimální teplota klesla pod bod mrazu (-4,3 st. C)
relativní vlhkost vzduchu 93 % je vysoká hodnota
0,7 hod. $\rightarrow$ 4,2 minuty

Cvičení 22

procento úspěšnosti předpovědi na jeden den je od 94 % do 97 %
procento úspěšnosti předpovědi na druhý a pátý den je od 80 do 93 %

Cvičení 23

mrholit nebo pršet bude na jedné až dvou třetinách území ČR (30 - 69 % území)
mlhy budou na jedné až dvou třetinách území ČR (30 - 69 % území)

Cvičení 24

[viz zvukový záznam](#)

Cvičení 25

Ve městě Taškent budou vyšší výkyvy denních a nočních teplot, protože město leží ve vnitrozemí.

Cvičení 26

diskuze

Cvičení 27

vzcházení ječmene: objevení klíčku nad povrchem půdy
odnožování ječmene: vyrůstání odnoží z odnožovacího uzlu
sloupkování ječmene: maximální růst rostliny do výšky

metání ječmene: objevení se klasu v horní části rostliny

kvetení ječmene: na klasu se objevují tyčinky

zralost ječmene: zrno tvrdne a zasychá

Cvičení 28

nejdéle vydržely listy buku na stromech v roce 1991 - do 334. dne v roce

nejdříve listy buku opadaly 1992 a 1998 - v 306. dnu v roce - může to souviset s
časným příchodem mrazů

Literatura

KNECHT, Petr a Tomáš JANÍK, 2008. *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Brno: Paido. ISBN 978-80-7315-174-4.

KNECHT, Petr a Veronika NAJVAROVÁ, 2008. Jak žáci hodnotí učebnice? Podněty pro tvorbu a výzkum učebnic. KNECHT, Petr a Tomáš JANÍK. *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, s. 107-119. ISBN 978-80-7315-174-4.

NEUMAJER, Ondřej, *Ideál elektronické učebnice* [online]. 21.4. 2014 [cit. 2018-02-06]. Dostupné z:
<http://neumajer-blog.eduin.cz/2013/04/21/ideal-elektronicke-ucebnice/>

NEUMAJER, Ondřej, 2016. *Jak zvýšit kvalitu škol pomocí otevřeného vzdělávání* [online]. Praha: Eduin [cit. 2018-02-06]. ISBN 978-80-260-9538-5. Dostupné z:
http://otevrenevzdelavani.cz/wp-content/uploads/2015/11/OTEVRENE_VZDELAVANI_publikace.pdf

PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ. *Pedagogický slovník*. 6., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2009, 395 s. ISBN 978-807-3676-47

SIMBARTL, Petr, 2015. *Validace interaktivních učebnic pro základní školy* [online]. Plzeň [cit. 2018-02-06]. Dostupné z:
<https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/20693/1/disertace-simbartl.pdf>. Disertační práce.

Seznam obrázků použitých v textu

[0] NASA Goddard Space Flight Center, <https://flic.kr/p/kyFmeu>, Licence: CC BY 2.0, Uploaded on February 28, 2014. [obrázek na titulní straně]

[0] Zdroj použitých ikon: Icons made by [Freepik](#) from www.flaticon.com is licensed by [CC 3.0 B](#)

[1] Stažení digitálního učebního textu, vlastní zdroj.

[2] **Klimatický systém a jeho součásti**. In. Ruda, A.: Klimatologie a hydrogeografie pro učitele, MU Brno, 2014, ISSN 1802-128X, dostupné online <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/index.html>

[3] **Vertikální členění atmosféry** . In: Meteocentrum.cz, dostupné online <<https://www.meteocentrum.cz/zajimavosti/encyklopedie/vertikalni-cleneni-atmosfery-zeme>>

[4] **Globální cirkulace atmosféry**. In: Montessori Muddle, Weather versus Climate: The Seasonal Migration of the Sub-Polar Low, 2011, dostupné online <<http://montessorimuddle.org/tag/global-atmospheric-circulation/>>

[5] **Energetická bilance Země**. In.: Vrtek, M. Sluneční energie, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2012, str. 22, dostupné online <http://kke.zcu.cz/export/sites/kke/old_web/_files/projekty/enazp/21/IUT/140_Slunecni_energie_-_Vrtek_-_P3.pdf>

[6] **Vysoké a nízké albedo** . Upraveno podle: North Carolina Climate Office. Albedo, dostupné online <<http://climate.ncsu.edu/edu/Albedo>>

[7] **Princip skleníkového efektu** . Upraveno podle: Deutsche Welle, 2012, International Climate Initiative, dostupné online <https://youtu.be/BPJJM_hCFj0>

[8] **Pyramometr** . Fiedler, elektronika pro ekologii. Pyranometr CMP3, dostupné online <<https://www.fiedler.company/cs/produkty/snimace-meteorolog-velicin/globalni-radiace/pyranometr-cmp-3>>

[9] **Heliograf** . Heliograf (měřící přístroj). Dostupné online <[https://cs.wikipedia.org/wiki/Heliograf_\(m%C4%9B%C5%99ic%C3%AD_p%C5%99%C3%ADstroj\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Heliograf_(m%C4%9B%C5%99ic%C3%AD_p%C5%99%C3%ADstroj))>

[10] **Registrační páska heliografu** . In.: Raghunathan, G. Sunshine Recording. 2016. Slideshare.net. Upraveno. Dostupné

online:<https://www.slideshare.net/girish_ragunathan4488/sunshine-recorder-66404937>

[11] **Denní průběh teploty půdy** . In.: Infomet. Informační web ČHMÚ. Kam se schovat před horkem. 2014. Dostupné online:
<<http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1402239371>>

[12] **Základní složky tepelné bilance povrchu půdy ve dne a v noci** . Upraveno podle: Štekl, J.: Stručná klimatografie Milešovky (1905 - 2004). Dostupné online:
<<http://milesovka.cz/hora-milesovka/strucna-historie-prirodovedneho-badani-na-milesovce/klimaticke-pomery-milesovky/>>

[13] **Průměrný denní chod teploty vzduchu v jednotlivých měsících roku 2015 v Brně - Tuřanech**. In.: Tremel, P. Teplota vzduchu a srážky na meteorologické stanici Bučnice v povodí horní Metuje. VTEI. 2016. ISSN 1805-6555. Dostupné online
<<http://www.vtei.cz/2016/10/teplota-vzduchu-a-srazky-na-meteorologicke-stanici-bucnice-v-povodi-horni-metuje/>>

[14] **Termograf**. Novi, s.r.o., Termograf řada 525. Dostupné online:<<http://www.novi.cz/redakce/index.php?clanek=40016&lanG=cs&slozka=38158&xsekce=38161&xuser=>>>

[15] **Teplotní inverze** . Pergl, V.: Česko zůstane pod inverzní pokličkou ještě nejméně deset dní. Novinky.cz., 2011, dostupné online
<<https://media.novinky.cz/624/296248-original1-zj7q3.jpg>>

[16] **Příklad teplotní inverzní situace** (Lochcarron, UK). Wikimedia. Dostupné online:
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b9/SmokeCeilingInLochcarron.jpg/1920px-SmokeCeilingInLochcarron.jpg>

[17] **Graf závislosti obsahu vodní páry na teplotě vzduchu**. Papranec, M., Bečkovský, D.: Faktory ovlivňující vnitřní povrchovou teplotu a kondenzaci na povrchu konstrukcí – Díl 1. TZB-info. 2012. Dostupné online:
<<http://stavba.tzb-info.cz/vlhkost-a-kondenzace-v-konstrukcich/9134-faktory-ovlivnujici-vnitřni-povrchovou-teplotu-a-kondenzaci-na-povrchu-konstrukci-dil-1>>

[18] **Vztah mezi maximální, relativní a absolutní vlhkostí vzduchu**. Papranec, M., Bečkovský, D.: Faktory ovlivňující vnitřní povrchovou teplotu a kondenzaci na povrchu konstrukcí – Díl 1. TZB-info. 2012. Dostupné online:
<<http://stavba.tzb-info.cz/vlhkost-a-kondenzace-v-konstrukcich/9134-faktory-ovlivnujici-vnitřni-povrchovou-teplotu-a-kondenzaci-na-povrchu-konstrukci-dil-1>>

[19] **Vlasový vlhkoměr**. Wikipedia. Dostupné online:
<<https://en.wikipedia.org/wiki/Hygrometer>>

[20] **Základní typy oblačnosti.** Upraveno podle Wikimedia. Dostupné online:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/Cloud_types_en.svg

[21] **Časosběrný snímek vývoje oblačnosti v letních měsících.** Upraveno podle: https://youtu.be/_SZ7gbqcNYg

[22] **Časosběrný snímek vývoje oblačnosti v letních měsících.** Upraveno podle: <https://youtu.be/0YatiDf9A8A>

[23] **Srážkoměr (ombrometr).** Wikimedia. Dostupné online:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5a/Niederschlagsmesser_Hellmann.JPG

[24] **Torricelliho pokus - důkaz působení tlaku vzduchu.** SZŠ Karviná. Dostupné online: <http://www.sszdra-karvina.cz/bunka/fy/01tlak/obr/tltp.jpg>

[25] **Princip práce kovového tlakoměru (činnost Vidieho dózy).** Upraveno podle: <https://youtu.be/QEyUNvtZkH0>

[26] **Mapa přízemního tlakového pole 23. 9. 2017.** Slovenský hydrometeorologický ústav. Dostupné online: <http://www.shmu.sk/sk/?page=980>

[27] **Vznik proudění vzduchu.** Upraveno podle: <https://youtu.be/eisMpBn7x8g>

[28] **Anemometr.** Wikimedia. Dostupné online:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/Anemometer-Animation.gif>

[29] **Větrná směrovka.** Fiedler, elektronika pro ekologii. Dostupné online:

<https://www.fiedler.company/sites/default/files/imagecache/w500px/produkt/wd360-500.jpg>

[30] **Animace demonstrující Beaufortovu stupnici síly větru.** Upraveno podle:

<https://youtu.be/WwDNWm6IEVw>

[31] **Tlaková níže a tlaková výše.** Klub slovenských turistov. VHT meteo. Dostupné online: <http://www.kstst.sk/pages/vht/meteo/tlutvar.htm>

[32] **Teplá fronta.** Informační systém Masarykovy univerzity. Dostupné online:

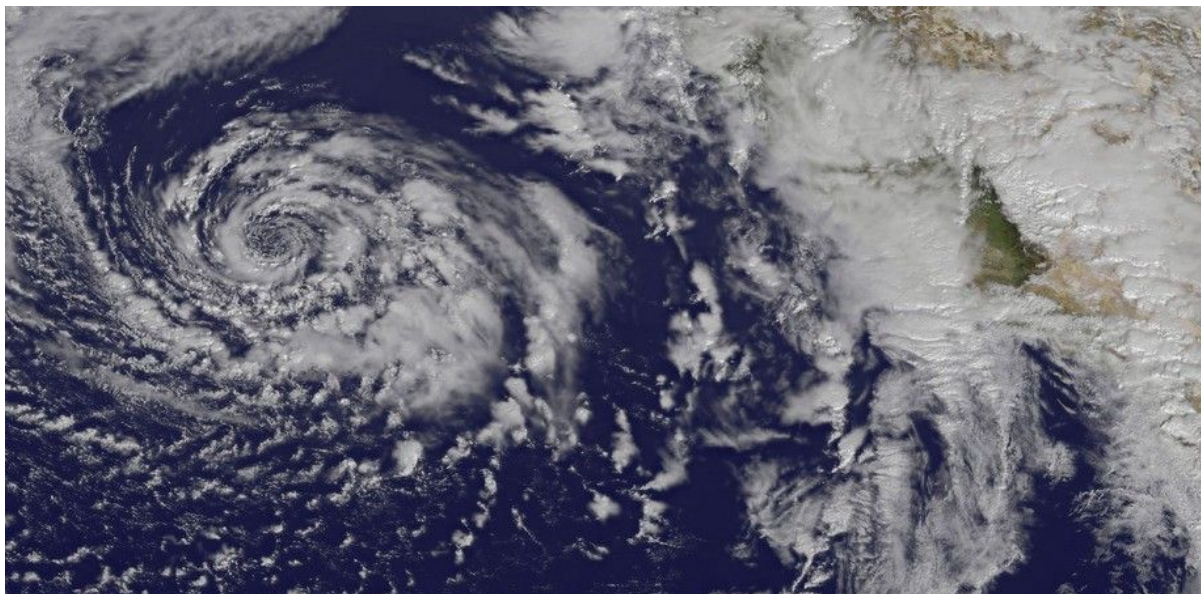
https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/video/tepla-fronta.mp4

[33] **Studená fronta.** Informační systém Masarykovy univerzity. Dostupné online:

https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/video/studena-fronta.mp4

- [34] **Změny tlakového pole nad Evropou a střídání studeného vzduchu (zeleně) a ohřátého vzduchu (žlutě) nad územím ČR** v období 5. - 20. dubna 2008. Wetterzentrale.de. Upraveno podle: <http://www.wetterzentrale.de/reanalysis.php>
- [35] **Meteorologická budka zvenku.** Hvězdárna Valašské meziříčí. Dostupné online: http://www.branadovesmiru.eu/userfiles/obrazky/odborne/oc_meteo_m_obr_22.jpg
- [36] **Vybavení meteorologické budky.** Hydrometeorologický ústav Brno. Dostupné online: http://www.chmibrno.org/CZ/foto/meteo_7.jpg
- [37] **Detailní meteorologické údaje ze stanice Cheb** dne 23.1. 2018 v 6:00 hodin. ČHMÚ. Dostupné online: <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/profesionalni-stanice/prehled-stanic/cheb>
- [38] **Úspěšnost předpovědi počasí.** ČHMÚ. Dostupné online: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/inform/grafh.gif>
- [39] **Předpověď počasí ČT24** 15. 8. 2017 v 18:55: Česká televize, upraveno. Dostupné online: <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1178166999-predpoved-pocasi/217411000410815>
- [40] **Klasifikace klimatu podle Alisova.** Informační systém Masarykovy univerzity. Dostupné online: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/skripta/klasifikace_alisov.pdf
- [41] **Průměrná roční teplota vzduchu ČR za období 1981 - 2010.** ČHMÚ. Dostupné online: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/t8110.gif>
- [42] **Průměrný roční úhrn srážek ČR za období 1981 - 2010.** ČHMÚ. Dostupné online: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/sra8110.gif>
- [43] **Klimatické regiony ČR.** Uplatnění nitrátové směrnice v podmínkách ČR. Dostupné online: http://www.nitrat.cz/meziplodiny/images/klimaticke_regiony.png
- [44] **Struktura kódu BPEJ.** Wikimedia. Dostupné online: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Struktura_BPEJ_%28Bonitov%C3%A1n%C5%AFdn%C4%9B_ekologick%C3%A1_jednotka%29.png
- [45] **Fenologická stupnice ozimého ječmene (OJ) a jarního ječmene (JJ).** MZLU. Dostupné online: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/images/obilniny/jecmen_jarni/v_faze_jecmen.jpg

[46] **Průběh podzimních fenologických fází u buku lesního za období 1991 až 2006.** Upraveno podle: BEDNÁŘOVÁ, E., MERKLOVÁ L. Fenologické a růstové fáze u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.). Střelcová, K., Škvarenina, J. & Blaženec, M. (eds.): "BIOCLIMATOLOGY AND NATURAL HAZARDS" International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17 - 20, 2007, ISBN 978-80-228-17-60-8



- Název: Digitální učebnice v oborové didaktice
- Autor: Ing. Jiří Husa, CSc.
- Druh: Digitální učebnice
- Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze
Institut vzdělávání a poradenství
- Počet stran: 84
- Vydání: první
- Rok: 2018
- Online verze: [Odkaz](https://goo.gl/fY4vCT)
<https://goo.gl/fY4vCT>
- Pdf verze: [Odkaz](https://www.ivp.czu.cz/cs/r-6930-studium/r-6943-informace-pro-studenty/r-13504-studijni-texty)
<https://www.ivp.czu.cz/cs/r-6930-studium/r-6943-informace-pro-studenty/r-13504-studijni-texty>
- ISBN: 978-80-213-2840-2