

# Biologický korespondenční seminář



## Biozvěst

Ročník 5

Série 1

**Milí přátelé,**

Biologický korespondenční seminář Biozvěst začal nultou sérií v roce 2012 a tudíž má za sebou již polovinu desetiletí své existence. Doufáme, že Vás zaujmou i úlohy právě začínajícího ročníku a že se připojíte ke stále rostoucímu zástupu, kterému mají naši Biozvěstové čest předávat své přírodovědné učení.

Každé dva měsíce na vás budou čekat tři běžné úlohy, jedna experimentální a na závěr jedna seriálová, tentokrát pro Vás zpracujeme téma biogeografie.

**Jak řešit**

Veškeré pokyny k řešení semináře získáte na internetové stránce Biozvěstu

[www.studiumbiologie.cz/biozvest](http://www.studiumbiologie.cz/biozvest)

(nebo zadejte „Biozvěst“ do Google). Na stránce také naleznete přihlášku, kterou vyplňte. Úlohy Vám budeme zasílat automaticky na e-mailovou adresu uvedenou v přihlášce. Pokud budete chtít ukončit odběr novinek o Biozvěstu, napište nám e-mail.

Dále se můžete k nám připojit prostřednictvím Facebooku, skupina „Biozvěst“, kde se mohou probírat aktuality a diskutovat zde dle libosti.

<https://www.facebook.com/groups/175384482597684/>

**Vaše řešení úloh nám posílejte na adresu:**

[biozvest@gmail.com](mailto:biozvest@gmail.com)

Nejpraktičtější formou řešení bude prostý text v e-mailu, ale přijímáme veškeré formáty příloh. Každou úlohu pište do samostatného e-mailu a v předmětu uveďte

**Ročník-Série-Úloha-Jméno\_Příjmení,**

např. **5-1-2-Bioslav\_Biomilný** v případě druhé úlohy první série aktuálního ročníku.

**Uzávěrka 1. série: pondělí 20. 11. 2017 o půlnoci.**

Vyhodnocení Vašich řešení dostanete e-mailem.

Nelekejte se, když Vám přijdou úlohy na první pohled příliš těžké, ponořte se do informačních zdrojů a uvidíte, že na vše lze někde nalézt odpověď. Dobré tipy k řešení naleznete také na stránce Biozvěstu v sekci „Návody“. Není nutné, abyste kompletně vyřešili všechny úlohy a asi se to ani nikomu nepodaří, stačí odeslat libovolně velký fragment. Oceníme, pokud přiložíte jakékoliv připomínky (např. úloha byla příliš lehká/těžká, nesrozumitelná, nudná), úlohy se pokusíme tvořit k Vaší maximální spokojenosti.

Veškeré dotazy či připomínky směrujte na adresy

[biozvest@gmail.com](mailto:biozvest@gmail.com) či [vosolsob@natur.cuni.cz](mailto:vosolsob@natur.cuni.cz) (na druhé adrese máte větší šanci na rychlé zodpovězení otázky), nebo na e-mailové adresy autorů konkrétních úloh. Kontakty naleznete na webu Biozvěstu.

*Mnoho zdaru při řešení Vám za kolektiv autorů přeje*

*Stanislav Vosolsobě*

**Úloha 1: Adéla ještě nevečeřela**

Autor: Kateřina Kubíková

Počet bodů: 19

V této úloze se podíváme na zoubek masožravým rostlinám. Některou z nich už určitě většina z vás někdy pěstovala doma, nebo se o to alespoň pokoušela. V současné době známe masožravost asi u 500 popsaných druhů rostlin z deseti různých čeledí. Kořistí většiny z nich se nejčastěji stává hmyz, ale řada druhů nepohrdne ani prvky či koryšiči, a některé si poradí i s drobnými obratlovci.

1. Začneme trochou „dědkologie“. Kdo a kdy jako první použil pojem „masožravost“ v souvislosti s rostlinami?
2. Masožravost se u rostlin pravděpodobně vyvinula jako přizpůsobení pro nedostatek živin v přímo přijatelné formě panující v prostředí, ve kterém rostou. Umožňuje jim proto obývat ekosystémy s nižší konkurencí ostatních rostlin. O které konkrétní biotopy se může jednat? Jmenujte alespoň čtyři příklady. Jaký faktor je naopak obvykle limitující pro rozšíření masožravých rostlin? Nízké zastoupení kterých dvou prvků si masožravé rostliny „vysávání“ své kořisti kompenzují nejvíce?
3. Nyní už se přesuneme k tomu, jak to ty masožravky vlastně dělají. První, co musí rostlina udělat, aby si mohla pochutnat na svém masitém soustu, je nějakým způsobem svou budoucí kořist nalákat. To rostliny dělají – podle choutek své kořisti – nektarem, zbarvením či vůní. Když se jim podaří nic netušící mušku (či cokoli jiného) přilákat, je nutné ji nějakým způsobem lapit. Masožravé rostliny si pro to vytvořily pestrou škálu způsobů a typů pastí. Doplňte následující tabulku:

Typ pasti	Princip fungování pasti (stačí velmi stručně)	Příklad druhu s tímto typem pasti
(a)	Přilákaná kořist je pomocí lepivého sekretu tentakulí přilepena, pohyblivé tentakule se pak často snaží přenést kořist do středu listu (tigmotropismus) a list se ještě u některých druhů stáčí a obtáčí kořist tak, aby byla oblepena dostatečným množstvím trávicích enzymů a zároveň byla větší styčná plocha pro vstřebávání živin.	(b)
Láčka	(c)	(d)
(e)	(f)	<i>Sarracenia psittacina</i>
Sací měchýřek	(g)	(h)
(ch)	(i)	<i>Dionaea muscipula</i>

4. Zkusme se nyní ještě trochu zamyslet nad vznikem takových obskurních útvarů, kterými nepochybně masožravčí pasti jsou. Kdybychom se podívali na fylogenetický strom a rozložení různých typů pastí masožravých rostlin, mohli bychom si všimnout nápadných podobností mezi

- lapacími mechanismy dosti nepřibuzných skupin. Třeba taková láčkovka (*Nepenthes*) a láčkovice (*Cephalotus*) s takřka totožnými pastmi patří do zcela odlišných řádů. Jak říkáme tomuto fenoménu, kdy v evoluci vícekrát nezávisle u nepřibuzných organismů vzniknou podobné znaky?
- Je nasnadě, že takto komplexní struktury nevznikly ze dne na den. Jejich „předstupně“ pravděpodobně původně sloužily k jinému účelu. Vyberte si dva typy pastí a zkuste navrhnout, k čemu mohly být rostlině jejich „předstupně“ původně přínosné. Jak se říká vlastnosti, která původně plnila jinou funkci a posléze se v nových souvislostech ukázala velmi výhodnou?
  - Proč tentakule rosnatek nemůžeme označit jako trichom? (Zamyslete se nad původem trichomu a anatomickou stavbou tentakule.)
  - I masožravé rostliny ovšem občas potřebují, aby hmyz jejich návštěvu přežil – valná většina z nich je entomogamních. Popište tři strategie, které masožravé rostliny mohou použít a používají, aby omezily případy sežrání vlastního opylovače.
  - Tak kořist už máme lapenou, otázkou ale zůstává, co teď s ní? Jak z kořisti udělat roztok živin, který by byl pro rostlinu vstřebatelný? Pomáhá jim v tom obvykle celá škála trávicích enzymů.
    - Napiš alespoň tři konkrétní enzymy, popř. typy enzymů, kterými masožravé rostliny často disponují.
    - U některých rosnatek (např. *Drosera pygmaea* či *Drosera peltata*) naopak díky jejich způsobu výživy pozorujeme omezenou funkci i množství jiného enzymu. Díky tomu se stávají více závislé na příjmu dusíku z živočišné potravy. O kterém enzymu je řeč a k čemu jinak rostlinám slouží?
    - Některé rostliny, chytající živočišnou kořist, enzymy zmiňované v podotázce a) nevyrábějí. Kdo jim může pomoci získat z úlovku živiny? Zkuste vymyslet dvě různé možnosti. Napovím, že v první z nich hrají zásadní roli jednobuněčné organismy, ve druhé mnohobuněčné.
  - Jakou metodikou vědci potvrdili, že v organismu opravdu žádná mitochondrie není (stačí stručně popsat, na co přesně se tým zaměřil, není třeba rozvádět dopodrobna molekulární metody)? Z výsledku zkoumání uveďte, co například organismus postrádal (stačí uvést 3 absentující prvky, na než se metodika zaměřila).
  - V mitochondrii vznikají důležité kofaktory enzymů, které mají významnou roli v přenosu elektronů. Právě kvůli syntéze této molekuly má mnoho druhů nějakým způsobem mitochondrii zachovalou, popřípadě i plastid ve kterém k syntéze dochází také (například u skupiny *Apicomplexa*). Napište název důležitého kofaktoru a způsob, jakým si ho obstarává výše zmíněný organismus.
  - Při řešení předchozích otázek jste určitě narazili na pojem mitosom. Mitosom je organela, která se vyskytuje u protist se specifickým způsobem života.
    - U jakých 2 skupin se organela nachází a jaký mají tyto skupiny společný životní nárok?
    - Jaké jsou rozdíly mezi mitosomem a mitochondrií? (popiš membrány, genetickou informaci, ...)
    - Jaké syntetické funkce si mitosom ponechal a jakou naopak ztratil?
  - Dalším derivátem je hydrogenosom. Ten můžeme najít u skupin, které žijí ve stejných podmínkách jako skupiny s mitosomem. Tyto dvě organely se však vzájemně liší v několika aspektech.
    - U jakých skupin se organela nachází (stačí vypsat dvě)?
    - Opět je porovnejte s mitochondrií, porovnejte i syntézu Fe-S clusterů, hemu a ATP.
    - Jaký je rozdíl v získávání ATP u jedinců s hydrogenosomem a mitochondrií (stačí popsat navázání fosfátové skupiny na ATP)?
  - Z názvu je jasné, že hydrogenosom bude mít něco společného s vodíkem. Uveďte, jakou má vodík funkci a co ještě s vodíkem během metabolismu uhlovodíků odchází z organely?
  - Nositel hydrogenosomu je například i druh nálevníka *Nyctotherus ovalis*, který dokázal recyklovat i odpadní produkty hydrogenosomu. Napiště, jak toho dosáhl.

## Úloha 2: Deriváty mitochondrií I

Autor: Radek Vítek

Počet bodů: 16

Mitochondrie je buněčná organela, které má důležitou úlohu téměř u všech eukaryot. Zásobuje buňku energií ve formě ATP, produkuje teplo, dochází v ní k syntéze důležitých sloučenin. ATP je molekula obsahující makroergní vazbu, což znamená, že při jejím hydrolytickém štěpení se uvolní velké množství energie. Právě tato energie může pohánět řadu reakcí na buněčné úrovni. ATP může vznikat i v cytoplazmě, ale v mitochondrii ho vzniká řádově větší množství. U některých organismů ale během evoluce došlo k určitým modifikacím mitochondrií, v závislosti na způsobu života. Tyto změny mají pak následně velký dopad na fungování celé buňky, a to hlavně na její energetický metabolismus.

- Mají opravdu všechna eukaryota mitochondrii? Dohledejte organismus, který mitochondrii nemá a uveďte, jaká skupina vědců za tímto objevem stála a rok, kdy byl objev publikován.

## Úloha 3: Zmatená manažerka

Autor: Kristýna Minářová

Počet bodů: 13

V polovině srpna do ordinace přichází 28letá žena. Je zmatená, má halucinace. Tři dny má horečku 39 °C, zimnici, třesavku. Při vyšetření se zadýchává, kašle. Vykašlává zelenožluté hnisavé sputum. V ambulanci dvakrát zvracela. Vadí jí světlo a hluk. Od včerejška má průjem. Měla asi 10 vodnatých zelených stolic, bolí ji břicho. Přichází v doprovodu svého přítele, který udává, že zmatená je asi 3 dny, a to i v době, kdy nemá horečku. Dosud pacientka závažněji nestonala, pracuje v marketingové firmě v klimatizované budově řešené systémem open-space. V posledních třech měsících do zahraničí necestovala.

Při vyšetření je zjištěn nízký tlak s nutností oběhových podpor katecholaminy, nízká saturace kyslíkem, těžká dušnost s nutností podpor vysoké frakce kyslíku při inhalaci maskou. Pacientka je při příjmu orientována pouze osobou. Ostatní

neurologický nálezn je zcela v normě, včetně absence meningeálních příznaků. Jsou přítomny známky závažné dehydratace. Hrdlo je klidné, tonsily nezvětšeny. Poslechově jsou zjištěny masivní vrzoty a chropy v pravém horním a středním poli plic. Břicho je měkké, prohmatné, palpačně nebolé, zjištěna zvětšená játra na 2 cm. Slezina nezvětšena. Tapotement je negativní.

Ve vstupní laboratoři zjištěna výrazná leukocytosa (vysoký počet bílých krvinek) s převahou neutrofilů a přítomností posunu doleva, hemoglobin v normě, mírná trombocytopenie – snížený počet krevních destiček. Rovněž zjištěny lehce spontánně prodloužené koagulace. Dále měla mimořádně vysoké CRP, lehce zvýšené jaterní transaminázy a zvýšenou ureu a kreatinin. V moči měla významnou proteinurii (bílkovinu v moči), hyalinní válce, erytrocyty, ale bez leukocytů a bez nitritů. Pacientka při vyšetření neměla menstruaci. V iontoqramu byl nízký draslík, sodík byl zcela v normě. Při vyšetření acidobazické rovnováhy byla zjištěna lehká acidosa s převahou respirační alkalosy.

Nelekejte se neznámých obrátů v popisu stavu pacientky, jistě se Vám podaří dohledat jejich význam a více informací k hodnocení laboratoře najdete v loňském seriálu „Hodnocení základní laboratoře“, konkrétně 3. díl série „Ledviny a udržení homeostasy“.

Jistě vás nepřekvapuje, že tuto paní neposlal obvodní lékař domů s Paralenem, ale skončila u Vás na příjmové ambulanci v nemocnici...

1. Odvodte z vyšetření, o jaké onemocnění se nejspíše jedná. Víte, jaký je původce pacientčina onemocnění? Jméno původce je odvozeno podle místa, kde bylo toto onemocnění diagnostikováno poprvé.
2. Věděli byste kdy, kde a při jaké příležitosti se tak stalo?
3. Jaké příznaky jsou pro pacientčino onemocnění patognomické? Jinými slovy, které z výše uvedených příznaků jsou součástí daného onemocnění.
4. Naopak, jaké komplikace základního stavu má naše pacientka?
5. Navrhněte možnosti diagnostiky (tedy jak byste prokázali onemocnění, na které máte podezření).

#### Úloha 4 (experimentální): Izolace DNA

Autor: Václav Bočan

Počet bodů: 19

O DNA se někdy hovoří jako o „plánu života“ (z anglického „blueprint of life“). Příměr odkazuje ke klíčovým rolím, které tento biopolymer hraje ve fungování všech organismů. DNA lze chápat jako jakýsi informační nosič řídící vše živé. My se nyní budeme zabývat „hardwarovou“ stránkou této molekuly – její izolací z materiálu tak, abyste si na ni opravdu mohli sáhnout. Bez dobré teoretické přípravy je ale každý praktický experiment jen slepým zkoušením štěstí a výsledky z něho jen stěží interpretovatelné. Úloha tedy klade důraz nejen na samotné provedení pokusu, ale hlavně na pochopení jeho principů – tedy co jsme to vlastně udělali a jak je možné, že to (ne)fungovalo.

1. V úvodu úlohy několikrát padla zkratka DNA. Přepište ji celými slovy a rozeberte, jak přesně byla tato složenina na základě chemické podstaty DNA vytvořena. Proč říkáme „ta DNA“, nikoli „to DNA“?
2. Mezi vnějším okolím a DNA skrytou uvnitř buňky stojí

v cestě několik bariér, které při izolaci musíme překonat. Jaké všemožné bariéry to mohou být a v jakém počtu? Jaké je jejich základní chemické složení?

3. Zkuste navrhnout, čím by se měl vyznačovat materiál, aby byl vhodný pro potřeby našeho pokusu.
4. A teď už k samotné izolaci! Trochu proradně vám zde neposkytneme žádný konkrétní návod, ale odkážeme vás na bezednou studnici informací, tj. internet (a samozřejmě i knihy, např. na některé učebnice biologie pro gymnázia a jinou školní literaturu). Zapátrejte a zapíšte odkazy na alespoň tři různé protokoly izolace DNA.
5. Vyberte si alespoň dva postupy izolace, které provedete. Budete nejspíš omezeni dostupným vybavením, proto požádejte svého vyučujícího chemie o klíče od skladu chemikálií :) (nicméně některé varianty lze provést i s tím, co máte doma). Vše zaznamenejte do protokolu a výsledek experimentu zachyťte na fotografii.
6. Vámi izolovanou DNA lze namotat na špejli a vytáhnout z roztoku. Můžete se oprávněně domnívat, že pozorovaný chuchvalec obsahuje pouze DNA? Co jiného může být ve sraženině přítomno?
7. Mezi různými návody na izolaci DNA jste jistě zachytili určitou podobnost. Zkuste sepsat obecný protokol izolace, který bude obsahovat všechny důležité kroky spolu s výčtem konkrétních možností jejich realizace, a u každého bodu též doplňte, co se v něm s biologickým materiálem děje a proč nelze ten který krok vynechat.
8. V jednom z návodů na podomácku provedenou izolaci je zmiňován jakýsi enzym, přítomný ve šťávě z ananasů nebo v roztoku na kontaktní čočky. Co to je (obecně) za enzym a k čemu by mohl být při izolaci DNA dobrý?

#### Úloha 5: Klimatická podstata vzniku biomů

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 12

Tak jako každý rok, poslední úloha Biozvěstu patří seriálu na vybrané téma. Letos vám přineseme seriál o biomech na Zemi. **Biomy** jsou základními typy pozemských **biotopů** a jejich rozšíření je na prvním místě dáno klimatickými faktory, které na konkrétním místě působí. První díl seriálu proto věnujeme právě klimatu.

Jaké jsou příčiny pestrosti klimatu na Zemi? Na prvním místě musíme jmenovat rozdílnou **teplotu**, což je v podstatě výchozí faktor, který ovlivňuje významně i všechny další faktory. Teplota zemského povrchu jednoduše souvisí s množstvím **slunečního záření**, které na konkrétní místo dopadá.

Protože Slunce je mnohokrát větší, než Země, dopadá na zemský povrch sluneční záření v rovnoběžných paprscích. Porovnáme-li dva stejné sluneční paprsky (nesoucí stejné množství světelné energie), z nichž jeden dopadne na **rovník** a druhý do **polárních** oblastí, tak je jasné, že z důvodu kulatosti planety je ten rovníkový pohlcován mnohem menší plochou, tudíž způsobí výraznější zahřátí povrchu (viz obr. 1).



## Polar Insolation

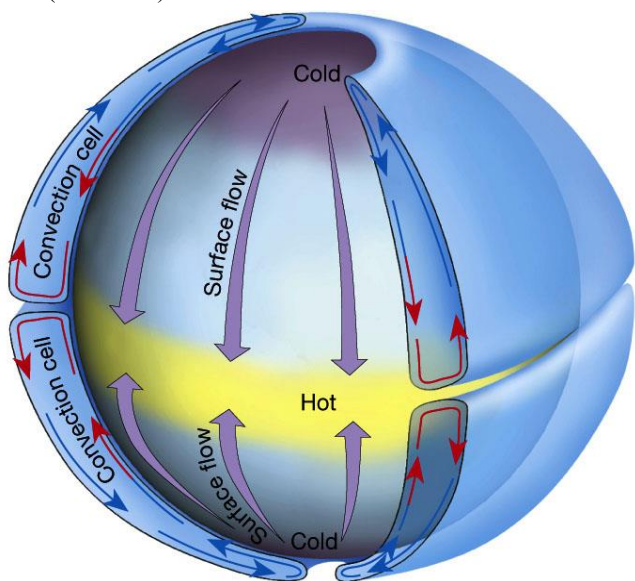


## Equatorial Insolation

Obr. 1: Povrch na rovníku je ohříván silněji než na pólech.

Z tohoto důvodu bude na planetě výrazný **teplotní gradient** mezi rovníkem a póly. Pro zajímavost, sluneční výkon, který přichází k Zemi, je v průměru  $1360 \text{ W m}^{-2}$  (tzv. solární konstanta), což je zhruba výkon domácího vařiče.

**Záření**, které k Zemi přichází, se jednak z části **odráží** od atmosféry, mraků i povrchu, zbytek je **pohlcen**. Protože zemský **povrch** zachycuje více energie než **atmosféra** nad ním, dochází k výraznému ohřívání vzduchu při zemi, který poté **stoupá** do výše. Protože však ohřev kulaté planety nemůže být rovnoměrný, ohřívá se nejintenzivněji **rovníková oblast**, kde je vzestup teplého vzduchu nejsilnější. Silný rovníkový vzestup vzduchu působí jako „vysavač“, který způsobuje, že vzduchové masy se nasávají od pólů k rovníku, kde vystupují do výšky, která odpovídá horní hranici troposféry (asi 10 km), postupně prochládají a vrací v této vrstvě zpět k pólům (viz obr. 2).

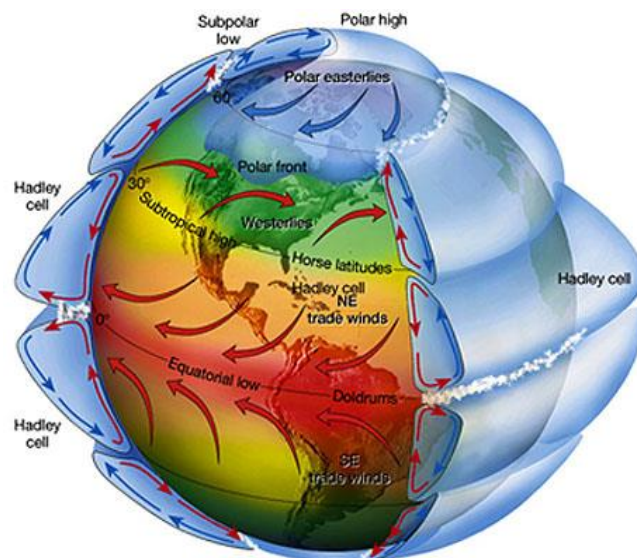


Obr. 2: Hypotetická atmosférická cirkulace na nerotující planetě.

Tento jednoduchý model ovšem nepočítá s **rotací** planety okolo osy! Díky ní totiž působí na pohybující se vzduchové masy **Coriolisův efekt** (nepřesně Coriolisova síla), který mění jejich přímočarý směr.

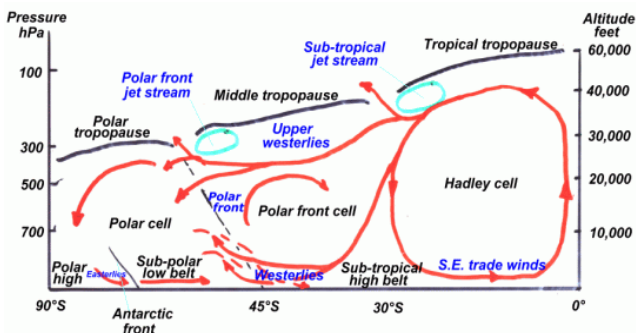
Podstata Coriolisova efektu je triviální: protože Země rotuje okolo své osy, pohybuje se každý **bod** na jejím **povrchu** nemalou rychlostí ve směru rotace Země (to jest ve směru na východ). Na rovníku bychom tak za den urazili celou délku obvodu Země, tedy asi 40 tisíc km a pohybovali bychom se rychlostí zhruba  $1600 \text{ km h}^{-1}$ , oproti tomu na pólu zůstáváme nehybní a v našich zeměpisných šířkách uháníme rychlostí asi  $1000 \text{ km h}^{-1}$ , protože délka 50. rovnoběžky je pouze 26 tisíc kilometrů.

V případě, že bychom se začali **přesouvat** například z našich zeměpisných poloh směrem k rovníku, dostáváme se cestou na jih neustále do míst, kde **povrch Země rotuje rychleji** a kdybychom nebyli v kontaktu se zemí či atmosférou (například bychom letěli v kosmické lodi), pohybovali bychom se na rovníku vůči povrchu již rychlostí  $600 \text{ km h}^{-1}$  směrem k **západu**. Při opačné cestě k severu působí samozřejmě opačný efekt, s výchozí rychlostí  $1600 \text{ km h}^{-1}$  se dostáváme do míst, kde se povrch pohybuje pomaleji, a proto by se náš pohyb neustále stácel k **východu**. Coriolisův efekt tedy plyne ze setrvačné síly a má stejnou podstatu jako síla způsobující ztrátu naší rovnováhy v brzdícím dopravním prostředku. Vzhledem k velikosti Země je vliv Coriolisova efektu tak malý, že si ho ani nevšimneme, a neboť jsme ve stálém kontaktu s povrchem planety, dochází při severojižním pohybu k našemu neustálému urychlování či zpomalování v souladu s rychlostí povrchu. Avšak právě **pohybující se vzdušné masy** zmiňované výše jsou objektem, na kterém se již působení Coriolisova efektu projeví. Pokud tedy „rovníkový vysavač“ nasává vzdušné masy od severu i od jihu, nebudou se pohybovat přímočaře, ale začnou se poněkud **stáčet** směrem **západním**. Naopak masy vzduchu, které ve vysokých **výškách** putují směrem od rovníku, se budou stáčet k **východu**. Tyto masy tudíž nikdy **nedosáhnou** až k **pólům** a nemůže se ustavit taková atmosférická cirkulace, jakou vidíme na obr. 2, ale výrazně složitější, kterou vidíte na obr. 3.



Obr. 3: Atmosférická cirkulace na Zemi.

V tomto případě vzduchové masy **vystupují** na **rovníku**, poté se pohybují ve **vysokých** vrstvách směrem od rovníku, přičemž se jejich pohyb stáčí směrem k **východu**. Okolo **30. rovnoběžky** již úplně ztrácí směr pohybu od rovníku, a protože již došlo k jejich ochlazení, začnou se **propadat** zpět směrem k povrchu, čímž je stimulován pohyb **povrchových** mas vzduchu, které míří jak zpět směrem k **rovníku**, tak i od rovníku do **mírného pásu** (obr. 4).



Obr. 4: Poledníkový pohled na atmosférickou cirkulaci.

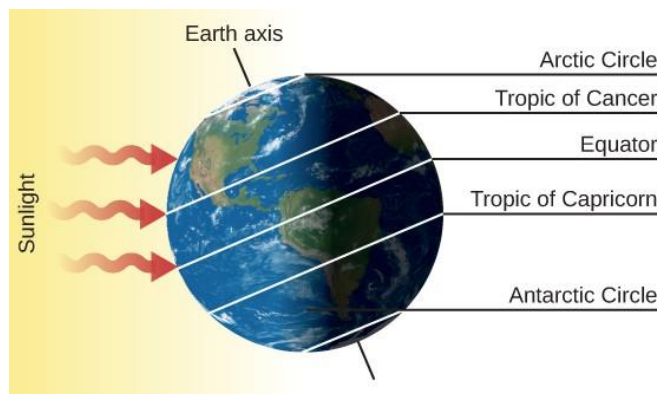
Povrchové masy vracející se od 30. rovnoběžky směrem k rovníku vytvářejí známé **pasátové větry** a díky Coriolisově efektu si snadno zdůvodníme jejich stáčení k **západu** (tedy např. z Asie do Afriky). Mezi rovníkem a 30. rovnoběžkou se tímto ustavuje uzavřená cirkulace, která se nazývá **Hadleyovou buňkou**.

K dalším **propadům** vzduchu v atmosféře taktéž dochází v chladných **polárních** oblastech, odkud se ledový vzduch přesouvá směrem do oblastí **mírného pásu**, kde ale nutně musí dojít k jeho **střetu** s výše zmíněnými masami vzduchu, které se od 30. rovnoběžky vydaly směrem do mírného pásu. To se odehrává okolo **45. rovnoběžky** a relativně **chladnější** vzduch z polárních oblastí se zde **podouvá** pod **teplejší** vzduchové masy putující od 30. rovnoběžky za vzniku tzv. polární fronty (obr. 4). Pro upřesnění dodávám, že ačkoliv jsme na 30. rovnoběžce mluvili o propadu chladného vzduchu z výšky, nyní se tento vzduch opět **prohřál** od povrchu a proto na 45. rovnoběžce figuruje opět jako teplý.

Proč jsme prováděli takto detailní analýzu atmosférické cirkulace? Protože nám to umožní rozebrat druhý podstatný faktor pro formování biomů, **vlhkost**. Vlhké klima samozřejmě závisí na dostatku **srážek** a aby se vytvářely srážky, musí docházet ke **kondenzaci** vodní páry v atmosféře. K tomu dochází právě v místech, kde **teplý** vzduch **vystupuje** vzhůru a **chladne**. Ve **studeném** vzduchu musí být **menší** obsah vodní **páry** a proto přebytečná pára musí **kondenzovat** a vytvořit oblačnost, ze které poté **prší**. V našem rozboru atmosférické cirkulace jsme našli dvě **oblasti**, kde dochází k **vzestupům** teplého vzduchu – jednak je to **rovníková oblast**, dále pak oblast **polární fronty** okolo 45. rovnoběžky. Oproti tomu v místech, kde **klesá** chladný (a tudíž i sušší) vzduch k povrchu, tedy na 30. rovnoběžce a v polárních oblastech, bude klima s **minimem** srážek.

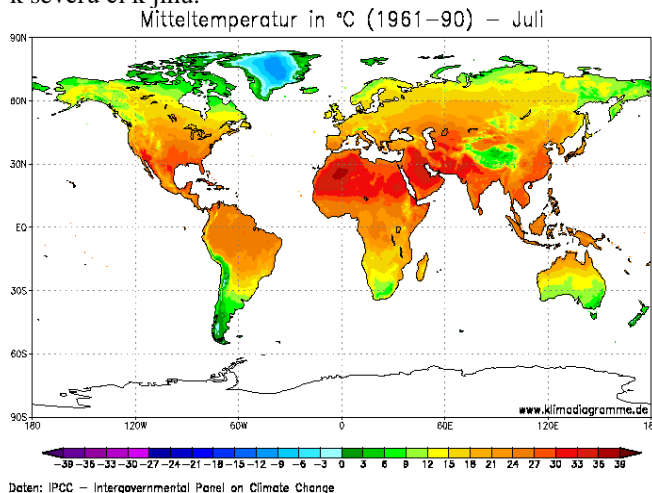
Možná vám přijde poněkud zvláštní mluvit o suchém klimatu v souvislosti s polárními oblastmi, kde je věčně sníh a i přilehlá oblast tundry nepůsobí na první pohled zrovna aridním dojmem. Je to dáno **relativností srážek** v souvislosti s **teplotou** oblasti – v tundře je sice mnohem méně srážek než u nás (asi desetkrát, tedy srovnatelně se stepními oblastmi), ale díky nízké teplotě je mnohem nižší odpar a vlhkosti je v biomu dostatek. o **humidním** (vlhkém) či **aridním** (suchém) klimatu tedy nerozhoduje absolutní úhrn srážek, ale **poměr srážek a odparu**. **Aridní** klima je tedy v místech, kde **převažuje odpar** vláhy nad **srážkami**.

Náš model pozemského klimatu však není stále úplný! Zanedbáváme důležitý faktor, kterým je **střídání ročních dob** v důsledku sklonění zemské osy (jejíž směr je fixní vzhledem k vesmíru, nehledě na oběh Země okolo Slunce).



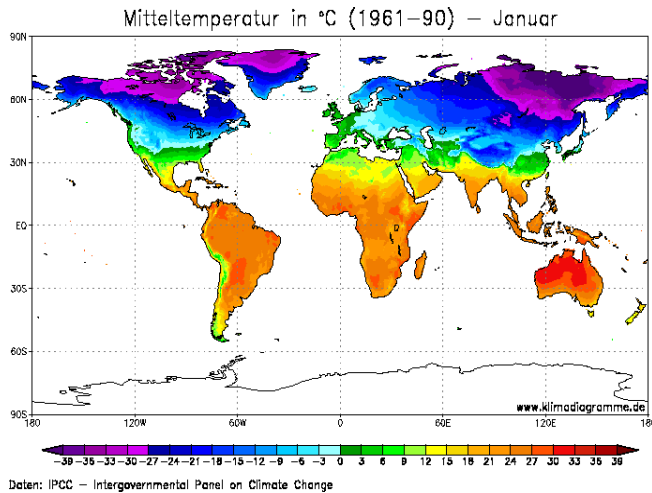
Obr. 5: V létě Slunce ohřívá nejvíce oblast obratníku Raka.

Stále jsme totiž mluvili o **rovníku** jako o místě, kde je **nej-silnější oslunění**, protože zde paprsky dopadají **kolmo** na povrch. To však platí jen v době jarní a podzimní **rovnodennosti**. Oproti tomu v **létě** se přesouvá toto místo na **obratník Raka** na 23. rovnoběžce (jedná se o pás Florida – jižní Egypt – Bangladéš – Taiwan, obr. 5) a v zimě analogicky na **obratník Kozorooha** (Paraguay – jižní Madagaskar – střední Austrálie). Proto se logicky mění i zóna, kde dochází k **vzestupu** nejteplejšího vzduchu a samozřejmě se **posouvá** i celý systém Hadleyovy buňky a polární fronty k severu či k jihu.



Obr. 6: Maximální teploty v létě jsou podél obratníku Raka.

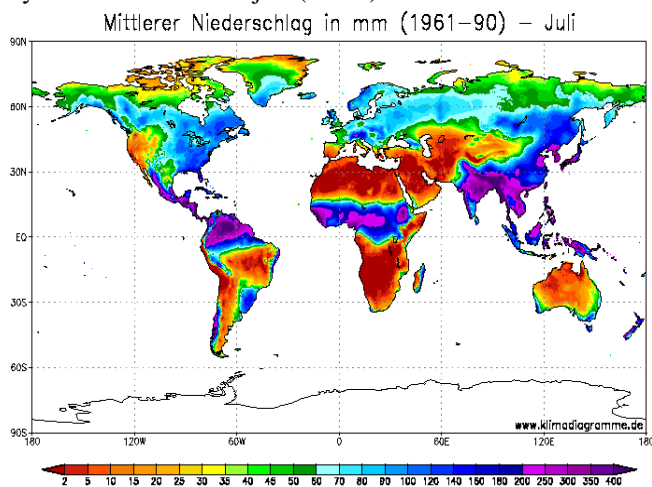
V létě je tedy nejtepleji podél obratníku Raka (obr. 6), v zimě naopak podél obratníku Kozorooha (obr. 7).



Obr. 7: Maximální teploty v lednu jsou podél obratníku Kozorooha.

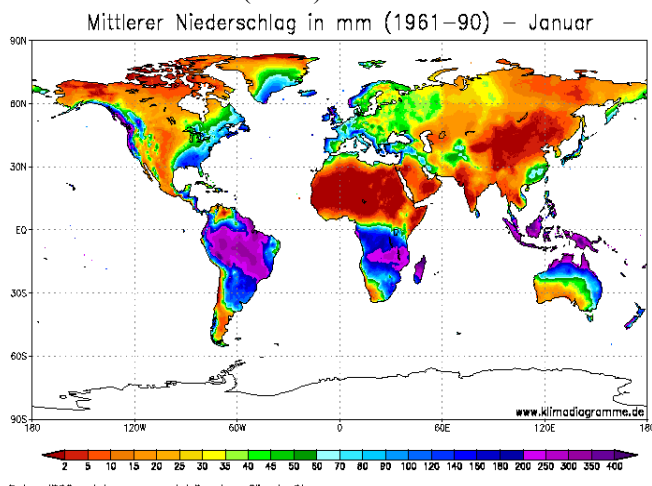


Tyto závěry jistě nikomu z vás nepřijdou jako vzrušující novinky, mnohem zajímavější je však chování srážek. V létě se skutečně oblast **maximálních srážek** nevyskytuje na rovníku, ale poněkud **severněji**, v oblasti Karibiku, severoafrických savan a Indomalajsie (obr. 8).



Obr. 8: Oblast maximálních letních srážek je severně od rovníku.

V zimě naopak nejvíce **prší** v oblastech položených **jižně** od rovníku a nejvlhčí je Amazonie, jihoafrické savany a severní Austrálie a Indonésie (obr. 9).



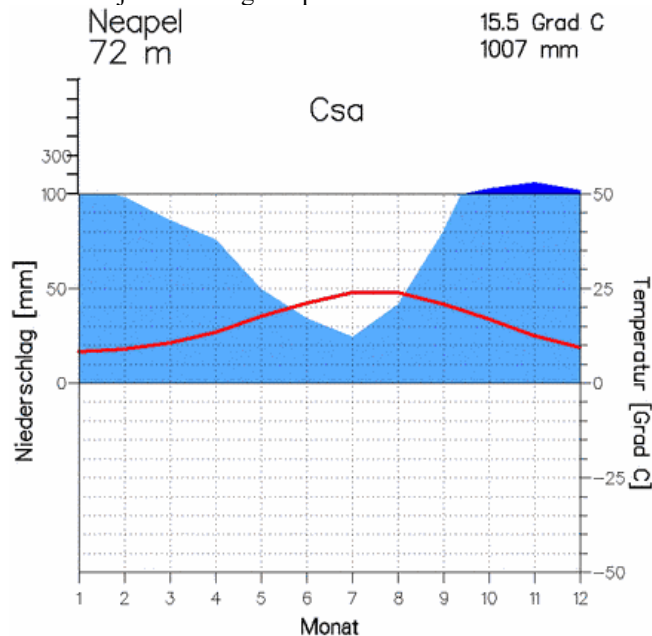
Obr. 9: V zimě je nejvíce srážek jižně od rovníku.

Podobným způsobem se pohybuje i zóna **aridity**, která by v době rovníkosti ležela na 30. rovnoběžce – v létě se přesouvá k **severu**, na severní polokouli až například do oblasti Středomoří, naopak v **zimě** naopak výrazně vysychají třeba severoafrické savany a Indomalajsie, které v létě patřily k nejvlhčím oblastem.

V **mírném pásu** nejsou roční změny vlhkosti tak výrazné, sezonalita panuje pouze na jeho hranici se subtropy, například v Evropě v mediteránu, kam zasahuje v létě pás aridity a v zimě sem naopak sestupuje polární fronta s bohatými srážkami. V ostatních oblastech mírného pásu je naopak **vlhčím** obdobím **léto** (na severní polokouli), kdy nad nimi prochází polární fronta, na které je navíc v této části roku velmi výrazný gradient mezi teplým počasím jižních oblastí (Mexický záliv v Americe či Středomoří v Evropě) a stále chladnými polárními oblastmi. Důsledkem toho máme v Evropě velmi bouřlivé léto s možností výrazných výkyvů počasí v obou směrech, podle toho jak se aktuálně vlní polární fronta mezi subtropickým a arktickým vzduchem.

Jak vidíme, **sezonalita klimatu** je možná ještě významnější, než třeba průměrná vlhkost. Například střední Evropa se od Středomoří neliší nijak výrazně v ročním úhrnu srážek, přesto je ve Středomoří zcela odlišný biot, který je dán zdejší extrémní sezonalitou. Prší zde dokonce více než ve střední Evropě, ale jen půl roku (v zimě) a po zbytek roku je zde naprosté sucho.

Když podrobně prostudujete klimatické mapy, zjistíte, že v mnoha oblastech je **klima** výrazně **odlišné**, než jak by vyplývalo z předcházejících úvah. Podnebí totiž dále ovlivňuje **blízkost oceánu a oceánské proudy**. Proto je obecně jihovýchodní Asie mnohem vlhčí než Afrika, ve střední Asii jsou stepi, ačkoli v Evropě jsou na stejné rovnoběžce lesy, východ USA (ovlivňovaný chladným mořským proudem od Grónska) je chladnější než Evropa (ohříváná Golfským proudem) a celý mírný pás jižní polokoule je velmi chladný kvůli akumulaci studené vody v Jižním oceánu okolo Antarktidy... Představu o konkrétním klimatu na určitém místě vám dá **klimadiagram**, viz <http://www.klimadiagramme.de/>, kde si můžete najít klimadiagram pro libovolnou oblast na Zemi.



Obr. 10: Klimadiagram pro Neapol.

Jak číst z klimadiagramu si ukážeme na obrázku 10, který znázorňuje klima v Neapoli. V hlavičce je uvedena **nadmořská výška** (72 m n. m.), **průměrná roční teplota** (15,5 °C), **průměrné roční srážky** (1007 mm) a **klimatický typ** dle Köppena (podrobněji naleznete význam symbolů například na anglické Wikipedii, Csa znamená temperátní klima s horkým suchým létem). Ve vlastním diagramu je **vlevo** osa pro **srážky** (v mm za měsíc, přičemž od 100 mm je osa 10× hustší) a srážky v konkrétním měsíci (1–12) ukazuje **modrá plocha** (tmavomodrá v případě hodnot nad 100 mm, což indikuje již velmi vlhké klima). **Vpravo** je osa průměrné **denní teploty**, která je vynesena **červenou čarou** a zhruba platí, že je-li linie teploty nad diagramem srážek, panuje v tomto měsíci **aridní** klima. Pro **jižní polokouli** se zpravidla diagram zobrazuje pro rozmezí červenec, srpen, ..., červen a místo čísel měsíců jsou v něm anglické zkratky měsíců J, A, S, ...

A nyní si rozpitváme klima na Zemi při řešení následujících úkolů:

1. Existuje vlastně jen málo oblastí, kde je celoročně humidní klima deštného lesa bez období sucha. Kde se takové oblasti vyskytují? Přiložte klimadiagram pro vybrané místo.
2. Pokud je klima výrazně sezonní, má zpravidla jedno období sucha. Ale například v Makokou jsou dvě sušší období. Kdy k nim dochází a proč?
3. Naleznete klimadiagram nejvlhčího místa na zemi. Čím je klima toho místa (kromě abnormálního úhrnu srážek) zajímavé a zkuste vysvětlit, proč právě zde je tolik srážek (porovnejte s nejbližšími lokalitami v okolí).
4. Pásmo pouští v Africe lemuje oblast se sezonními srážkami. Zjistěte, ve které části roku prší severně a jižně od Sahary a zdůvodněte, proč tomu tak je.
5. Stepi a savany mají na první pohled podobnou vegetaci, ale v principu se klimatem diametrálně liší. Ukažte typické klimadiagramy obou oblastí a popište hlavní klimatické rozdíly. Zdůvodněte, proč se v obou případech jedná o bezlesé oblasti.

