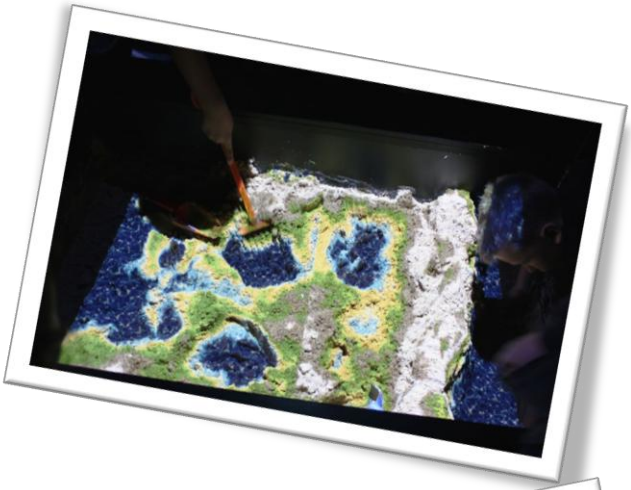
Bádáme v kroužku ekologie na SŠ

Tento modul obsahuje náměty aktivit, které jsou vhodné pro realizaci v kroužku ekologie na střední škole. Jedná se o kurz, který obsahuje příklady jednotlivých ekologických činností a pro bádání v této oblasti.



Obsah:

- Živá a mrtvá voda
- Robinsoni na ostrovech
- Slunce na Zemi
- Hálky jako příklad ekologických vztahů mezi živočichem a rostlinou
- Výstražný vzhled živočichů - aposematismus
- Podvody v přírodě - kamufláže živočichů

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, registrační číslo CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

Živá a mrtvá voda

Cílem cyklu je seznámit studenty s vodními a mokřadními ekosystémy, samočisticími schopnostmi vodních toků a (na stejném principu) založených metod čištění vody v úpravně vody a v čistírně odpadních vod. Živá a mrtvá voda je koncipovaná jako soubor několika aktivit, které na sebe navazují a které se navzájem doplňují.
Začátek cyklu představuje prezentace, která studenty uvede do problematiky a dá jim potřebný vědomostní základ pro další aktivity.
V aktivitě Čistá voda si studenti mohou experimentálně vyzkoušet čistící procesy vody, které se uplatňují v přírodě i v technologiích úpravy a čištění vody (úpravna vod, čistírna odpadních vod).
V části Další náměty aktivit jsou doporučeny další náměty aktivit, které se studenty může učitel provádět v terénu nebo náměty na exkurze, včetně návodů a metodických doporučení. Součástí je také představení mokřadů mezinárodního významu vyhlašovaných v rámci Ramsarské úmluvy.

Využité přístroje:

Jsou podrobně rozepsány u jednotlivých dílčích aktivit.

Cílová skupina/náročnost:

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo vyšším ročníkům víceletých gymnázií, případně středních odborných škol se zaměřením na ochranu životního prostředí nebo blízkých oborů. Při zjednodušení je možné aktivity přenést i na druhý stupeň základních škol, resp. nižší stupeň víceletých gymnázií.

Autor:

Mgr. Alena Dostálová, Ph.D.

Zdroje obrázků jsou citovány u obrázku nebo v dokumentu k prezentaci, pokud není zdroj uveden, jedná se o autorský obrázek.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Cyklus Živá a mrtvá voda

Název: Cyklus Živá a mrtvá voda

Anotace programu/zaměření/hlavní cíl:

Cílem cyklu je seznámit studenty s vodními a mokřadními ekosystémy, samočisticími schopnostmi vodních toků a na stejném principu založenými metodami čištění vody v úpravně vody a v čistírně odpadních vod. Živá a mrtvá voda je koncipovaná jako soubor několika aktivit, které na sebe navazují a které se navzájem doplňují.

Začátek cyklu představuje prezentace, která studenty uvede do problematiky a dá jim potřebný vědomostní základ pro další aktivity.

V aktivitě Čistá voda si studenti mohou experimentálně vyzkoušet čistící procesy vody, které se uplatňují v přírodě i v technologiích úpravy a čištění vody (úpravna vod, čistírna odpadních vod).

V části Další náměty aktivit jsou doporučeny další náměty aktivit, které se studenty může učitel provádět v terénu nebo náměty na exkurze, včetně návodů a metodických doporučení. Součástí je také představení mokřadů mezinárodního významu vyhlašovaných v rámci Ramsarské úmluvy.

Cílová skupina

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, případně středních odborných škol se zaměřením na ochranu životního prostředí nebo blízkých oborů.

Při zjednodušení je možné aktivity přenést i na druhý stupeň základních škol, resp. nižší stupeň víceletých gymnázií.

Cíle a cílové výstupy

Cíle:

1. Seznámit studenty s vodními a mokřadními ekosystémy.

2. Seznámit studenty s procesy čištění vod, které probíhají v přírodě (samočištění vody) i které se používají v technologiích vody (úprava pitné vody, čištění odpadních vod) – jedná se o tytéž metody.

Cílové výstupy:

ad 1.

- studenti znají základní biotopy stojatých i tekoucích vod, mají přehled o základních skupinách organismů, které tyto biotopy osidlují, i o jejich ekologické funkci (dílčí aktivita Prezentace);

- studenti se seznámí s vybranými vodními a mokřadními ekosystémy v terénu, pozorují významné skupiny a druhy, které je osidlují, a poznávají jejich ekologické funkce (dílčí aktivita Další náměty aktivit);

- studenti se seznámí s některými praktickými metodami užívanými v ekologii (např. pozorování, odběr vzorků, mikroskopování…) a dokáží tyto metody vhodně použít (dílčí aktivita Další náměty aktivit).

ad 2.

- studenti se seznámí s principy čištění vody, které se uplatňují v přírodě při samočištění vody (včetně lokalizace v rámci vodního/mokřadního biotopu), i s principy technologického čištění vody (teoretický základ získají v dílčí aktivitě Prezentace Živá a mrtvá voda, jejich prohloubení v rámci aktivity Čistá voda a v rámci aktivity Další náměty aktivit je doporučena exkurze do technologických zařízení včetně metodických doporučení);

- experimentálně si studenti ověří teoretické znalosti (včetně fyzikálních a chemických principů) o mechanismech čištění vody: sedimentace, koagulace, filtrace (aktivita Čistá voda) a získají vhled do významu těchto procesů v přírodě i technologiích životního prostředí.

Organizační podmínky

Jsou podrobně rozepsány u jednotlivých dílčích aktivit.

Pomůcky

Jsou podrobně rozepsány u jednotlivých dílčích aktivit.

Časová náročnost

Je podrobně rozepsána u jednotlivých dílčích aktivit.

Podrobný popis aktivit

V Prezentaci Živá a mrtvá voda studenti získají (nebo si zopakují) klíčové vědomosti o vodních a mokřadních ekosystémech a mechanismech čištění vody (jak přírodních, tak technologických). Součástí Prezentace je podkladový text pro učitele, který jim umožní prezentaci doplnit vhodným doprovodným slovem a kterým je odkáže na případné další zdroje informací, které je možné k tomuto tématu využít. Prezentace je koncipována v krátké variantě (bez rozšiřujících komentářů) na zhruba jednu vyučovací hodinu. Pokud využijete náměty z podkladového textu pro učitele a nebo budete prezentaci podrobněji komentovat, je nutné počítat s dvouhodinovou náročností.

V aktivitě Čistá voda si studenti v praxi ověří základní principy, které se v přírodě i v lidských technologiích uplatňují při čištění vody: koagulace, sedimentace a filtrace. Součástí této aktivity je teoretické vysvětlení pozorovaných principů i metodické poznámky pro učitele pro praktickou výuku tak, aby aktivita nejen demonstrovala uvedené principy, ale aby vedla žáky k hlubšímu pochopení příčin a důsledků jak v přírodě, tak v lidských technologiích. Upozorňujeme, že pokus probíhá ve dvou blocích (1. blok jedna vyučovací hodina; 2. blok dvě vyučovací hodiny), které je nutné zařadit cca 1-2 dny po sobě.

Část Další náměty aktivit shrnuje další možnosti aktivit, které se studenty je možné provádět a které doplní předchozí dvě aktivity. Oproti nim je nejméně pevně svázána, protože velmi záleží na podmínkách, v jakých se nacházíte, zejména v možnostech vycházek do okolí, a také na roční době a aktuálním stavu přírody. Je tedy také náročnější pro učitele z hlediska přípravy a vedení. Na druhou stranu si troufáme tvrdit, že bez ní by předchozí dvě aktivity nebyly zcela uzavřeny. Rozhodně doporučujeme cyklus doplnit alespoň jednou vycházkou do přírody s demonstrací a pozorováním vodních a mokřadních ekosystémů (klidně antropicky vytvořených nebo člověkem značně pozměněných), a pokud to je jen trochu možné, domluvit alespoň jednu exkurzi do úpravny vody nebo do čistírny odpadních vod. Vlastní zážitek totiž je nejen názornější, ale také vede k upevnění teoretických informací získaných v aktivitě Prezentace. Jen upozorňujeme na to, že je důležité, aby se vycházka nebo exkurze nezvrhla ve výlet, a že je tedy nutné studenty správně při vycházce nebo exkurzi vést a získané informace a dovednosti následně ověřit a vracet se k nim.

Vazba na RVP

Cyklus se vztahuje k následujícím cílům RVP pro gymnázia (konkrétní cíle, ke kterým se vztahuje, naleznete v dokumentu Cyklus živá a mrtvá voda):

1. Environmentální výchova (kap. 6.4):

Dotýká se především tématu Problematika vztahů organismů a prostředí, a to všech cílů a části Člověk a životní prostředí

2. Biologie (kap. 5.3.3)

Cyklus se dotýká především částí:

- Ekologie, všech jejích částí;

- Biologie rostlin;

- Biologie živočichů;

- Biologie baktérií, Biologie Protist a Biologie hub

3. Fyzika (kap. 5.3.1)

Cyklus se dotýká:

- Pohyb těles a jejich vzájemné působení

Mezipředmětové vazby

Cyklus se dotýká především fyziky a chemie v dílčí aktivitě Čistá voda

2 Živá a mrtvá voda – prezentace

Technické informace: prezentace je vytvořena v programu Microsoft Powerpoit 2007, formát souboru je .pptx. V prezentaci jsou použity animace – doporučujeme uživatelům před první výukou si projít jednotlivé snímky v režimu „Prezentace“ pro zjištění animací; případně jejich vypnutí v režimu „Vlastní animace“; v prezentaci nejsou použita videa ani aktivní odkazy na internet.

Prezentace je určena studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií a uvádí do problematiky: **vodních ekosystémů; vybraných negativních antropických vlivů** (eutrofizace, znečištění), **samočisticích procesů v přírodě a vybraných technologií vodního hospodářství** (úprava pitné vody, klasická čistírna odpadních vod). V některých částech je možné prezentaci rozšířit slovním komentářem nebo přímo doplněním, případně vhodně na ni navázat exkurzí (do přírody, do úpravny pitné nebo čistírny odpadních vod)- v následujícím textu naleznete odkazy na vhodných místech, uvedeny jsou také odkazy na další aktivity cyklu Živá a mrtvá voda.

Obsah staví na vědomostech a znalostech studentů:

- základních skupin organismů – předpokládá např. znalost toho, co jsou vířníci, prvoci, korýši, vyšší rostliny…;

- znalosti rybích pásem a jejich typické rybí obsádky;

- znalosti základních ekologických vztahů mezi organismy (kompetice/konkurence; symbióza…) a potravních vztahů (primární producent, konzument, destruent).

Naopak nepředpokládá větší znalosti vodních a mokřadních ekosystémů, a proto se jim v příslušných snímcích podrobněji věnuje.

Vyučovací metoda: frontální výuka. Na tuto prezentaci by měly navazovat další (vybrané) dílčí aktivity bloku „Živá a mrtvá voda“.

Učitelům je navíc k **dispozici Podkladový text pro učitele**, který podrobně seznamuje s jednotlivými snímky a poskytuje učiteli dostatečnou odbornou podporu pro prezentaci.

Prezentaci i Podkladový text pro učitele (formát pdf) si můžete stáhnout v této aktivitě jako samostné soubory.
(viz. on-line kurz)

3 Živá a mrtvá voda – Čistá voda

Autor: Alena Dostálová

Anotace

Dílčí aktivita navazuje na prezentaci Živá a mrtvá voda, která seznámila studenty s obecnými informacemi. V této dílčí aktivitě si mohou studenti některé informace vyzkoušet v praxi.

Cílem je seznámit studenty s procesy čištění vody, které se uplatňují v přírodě, i s těmi, které se používají při čištění vody v úpravně vod nebo čistírně odpadních vod. Studenti si v praxi mohou vyzkoušet sedimentaci, koagulaci a filtraci vody formou jednoduchých experimentů.

Cíle a cílové výstupy

Seznámit studenty s metodami čištění vody: sedimentací, koagulací a filtrací a vyzkoušet si je v praxi.

Experimentálně pozorovat sedimentaci, filtraci a koagulaci a seznámit se s fyzikálně-chemickými principy těchto metod.

Seznámit studenty s tím, kde se se sedimentací, filtrací a koagulací setkají a jak tyto metody využívá člověk v praxi při úpravě pitné vody a čištění odpadních vod.

Cílová skupina

Aktivita je určena studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, případně středních odborných škol se zaměřením na ochranu životního prostředí nebo blízkých oborů.

Časová náročnost

Pokus probíhá ve dvou blocích, které musí být od sebe vzdáleny 1-2 dny (pokus v tu dobu běží) – optimální je, pokud je to možné, po 1 a 2 hodinách zkontrolovat založenou sedimentaci a koagulaci (náročnost ca 5 min.) – např. o přestávce, volné hodině.

1. blok: cca 45 min. – zahájení pokusů koagulace a sedimentace;

2. blok: v odstupu 24-48 hod. od 1. bloku cca 1,5 hod. – filtrace, pozorování výsledků koagulace a sedimentace, dodělání a vyhodnocení pokusu, diskuse výsledků.

Pozn. Této dílčí aktivitě by optimálně měla předcházet prezentace Živá a mrtvá voda (1 nebo 2 vyučovací hodiny).

Pomůcky, přístroje a materiál

Koagulace:

2 PET láhve pro skupinu
cca 1 dcl zeminy (optimálně písčité nebo hlinitopísčité bez kořínků, listí apod.; není vhodný zahradní substrát kvůli vysokému podílu ne zcela rozložených velkých organických zbytků a malého podílu písku a jílu)
zelená skalice ($FeSO_4.7H_2O$) – stačí v kvalitě prodávané pro zahradnické účely (1 kg ca 30 Kč); cca 1 lžičku pro skupinu
voda
nůžky – stačí tytéž co v Sedimentaci
vařečka/klacek či jiná pomůcka na míchání uvnitř PET lahve

Sedimentace:

1 PET láhev pro skupinu (jiná než u Koagulace)
cca 1 dcl zeminy (optimálně písčité nebo hlinitopísčité bez kořínků, listí apod.; není vhodný zahradní substrát kvůli vysokému podílu ne zcela rozložených velkých organických zbytků a malého podílu písku a jílu)
voda
nůžky
vařečka/klacek či jiná pomůcka na míchání uvnitř PET lahve – stačí totéž co v Koagulaci

Filtrace I:

1 PET láhev o objemu 2 l (optimálně bez výrazného vykrojení v horní části lahve pro skupinu) - jiná než u Sedimentace a Koagulace
1 PET láhev o objemu 1,5 l pro skupinu (jiná než u Sedimentace a Koagulace)
1 PET láhev libovolného objemu (jiná než u Koagulace a Sedimentace)
cca 2-3 dcl čistého písku pro skupinu (např. pro akvária; naopak není vhodný písek z pískoviště, pokud se před pokusem pečlivě nepromyje). V případě rozšířené varianty pak písky a jemný štěrk o různých velikostech zrna.
voda
2 ks á cca 10 cm silnějšího vázacího drátu do skupiny
kombinačky – stačí jedny na celou třídu (na ohýbání drátů)

špičaté nůžky

Filtrace II:

3 stará, ale čistá trička
2 kýble
voda – nejlépe z rybníka nebo řeky nebo čistá a cca 0,3-0,5 kg zeminy na její znečištění
3 dřevěné tyče á cca 2-2,5 m dlouhé (např. z náletu podél cesty, násady od koštěte…)
klubko provázku
nůžky

Podrobný návod aktivity naleznete v dokumentu: Živá a mrtvá voda – Čistá voda (viz. on-line kurz)

4 Živá a mrtvá voda – Další náměty aktivit

Autor: Alena Dostálová

Anotace

Dokument popisuje další náměty na venkovní aktivity a na exkurze do úpravny vod nebo čistírny odpadních vod. Tyto aktivity jsou pochopitelně velmi závislé na místních podmínkách a budou se lišit podle toho, kam se studenty vyrazíte. Nepodávají tedy jednoznačný a neměnný návod, ale jsou spíše pro Vaši inspiraci, jak vhodně prakticky doplnit výuku týkající se vody na Vaší škole.

Cíle a cílové výstupy

V přírodě nebo lidských provozech ukázat a procvičit teoretické vědomosti a dovednosti získané především v rámci prezentace Živá a mrtvá voda.

Cílová skupina

Aktivita je určena studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, případně středních odborných škol se zaměřením na ochranu životního prostředí nebo blízkých oborů.

Časová náročnost

Je velmi různorodá a závislá na: hloubce procvičování látky, vzdálenosti k vhodné lokalitě/provozu apod.

Pomůcky, přístroje a materiál

Vycházka do přírody,

zápisník s pevnými deskami nebo podložka a papíry + psací potřeby (optimálně tužka tvrdosti 2[1]),
holínky (optimálně všichni účastníci),
hustý cedník (alespoň jeden na skupinku po 2-4),
plastová miska s plochým dnem (alespoň jedna na skupinku po 2-4),
detergent (např. Jar) na ukázku vlivu detergentu na organismy „chodící po vodě“,
lupa (optimálně všichni účastníci, minimálně do trojice) na pozorování vodních bezobratlých[2], případně botanická lupa na rostliny[3],
determinační literatura bezobratlých živočichů, rostlin, ptáků, obojživelníků; Katalog biotopů ČR (Chytrý a kol. 2010),
Secciho deska (případně doplněná o pásmo) – je možné si ji vyrobit, viz návod,
případně rýč na kopání půdní sondy,
případně planktonka pro odběr planktonu (jedna), nádoby na odebrané vzorky[4] a následně mikroskopy ve škole,
dalekohled na pozorování vodních ptáků (alespoň 1 pro skupinu 2-4 studentů),
úpravna pitné vody, čistírna odpadních vod,
zápisník a psací potřeby.

[1] obyčejná měkká tužka píše i na vlhký papír na rozdíl od propisky, zcela nevhodné jsou různé popisovače, pera apod., která se při namočení rozpíjejí. Z praktických důvodů je do terénu také lepší tužku přivázat k podložce nebo zápisníku provázkem, případně tužku opatřit červenou bavlnkou – v zapadlé trávě se pak mnohem snáze hledá.

[2] je vhodnější větší lupa

[3] jedná se o specifickou lupu, která se přikládá na oko a objekt se přibližuje k lupě (optimálně 20x zvětšující)

[4] optimálně čisté šroubovací lahvičky o objemu ca 50-100 ml.

Podrobný popis aktivit

Vycházka do přírody

Vhodné lokality: rybník, potok, řeka (vhodný je i tok ve městě, i zde se dá mnohé ukázat), přehradní nádrž… Pochopitelně je možné tuto aktivitu zařadit jako součást exkurze nebo v rámci školy v přírodě. Samostatně je v této kapitole věnována podkapitolka mokřadům mezinárodního významu, které přímo k těmto aktivitám vybízejí.

Vhodné období: Optimální je situovat vycházku do vegetačního období – cca od března do začátku listopadu. Je však nutné si uvědomit, že v každé roční době budete schopni prezentovat jen některé navržené fenomény.

Co můžete na vycházce dělat:

i) Popsat dynamiku vodního toku a další:

- Všimnout si přirozených meandrů, jesepů, výsepů, náplavů, odstavených ramen, tůní.

- Zkusit v terénu detekovat jednotlivé říční terasy, všimnout si erozních rýh potoků a pohovořit o vodní erozi.

- U rybníků/nádrží můžete popsat návodní a návětrnou stranu hráze, všimnout si konstrukce hráze (sypaná, betonová…), konstrukce výpustního zařízení (stavidlo…), bezpečnostního přepadu.

- V nivě si můžete zkusit vykopat půdní sondu (pozor, aby to bylo v místě, kde nikomu nic nepoškodíte a kde to nebude nijak vadit), což je díra v zemi, jejíž alespoň jedna hrana je svislá a odkrývá tak typický půdní profil. Typickou půdou bude glej, oglejená půda nebo pseudoglej – pro všechny je typický oglejený horizont vznikající redukcí železitých sloučenin na železnaté v důsledku anoxických podmínek způsobených zavodněním. Oglejený horizont je buď vyvinut v určitém horizontu půdy (stálá hladina podzemní vody), nebo jako mramorování (při kolísání a různých půdních podmínkách). V nivách se také typicky setkáte s fluvizeměmi[5].

ii) Popsat jednotlivé vodní a mokřadní biotopy:

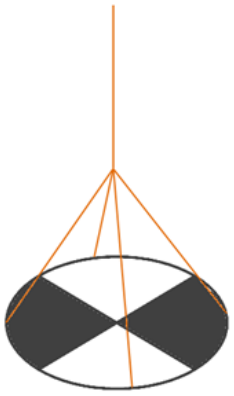
- U rybníků, jezer, nádrží: litorál, pelagiál, bentál, porosty křovin v návaznosti na litorál, případně slatinné/rašelinné biotopy (často při ústí vodoteče do rybníku), vegetaci letněných rybníků (v případě popuštění rybníku apod.) …

- U potoků, řek: reopelagiál, bentál, náplavy a jejich vegetaci, litorál, lužní les (horské olšiny s olší šedou, údolní jasanovo-olšové luhy, tvrdé nebo měkké luhy nížinných řek – více viz Katalog biotopů), nivní louky (aluviální psárkové louky, vlhké pcháčové louky, tužebníková lada, kontinentální zaplavované louky – viz Katalog biotopů), střídavě vlhké bezkolencové louky (ve vyšších částech nivy – např. 2. říční terasa).

- U vodních toků zařadit tok dle charakteru do rybího pásma a zopakovat, podle čeho se to dá poznat a jaké parametry jednotlivá rybí pásma mají.

- U stojatých vod můžete popsat průhlednost pomocí Secciho desky, což je kruh o průměru 30 cm (modifikovanou verzí je čtverec o hraně 20 cm), rozdělený na kvadranty střídavě bílé a černé barvy (viz Obr. 1). Kruh je zavěšen na provázku. Postupně se nechává klesnout pod vodní hladinu až do okamžiku, kdy nelze odlišit bílé kvadranty od černých – tato hloubka (změřená na provázku, na němž je deska zavěšena) je považována za průhlednost (např. 1,2 m). Průhlednost je ztotožňována s fotickou vrstvou čili vrstvou, v níž mohou dlouhodobě existovat fotosyntetizující organismy (proniká minimálně 1 % dopadajícího záření). Secciho desku si můžete vyrobit sami nebo zakoupit pro potřeby školy (cena se pohybuje kolem 2 tis. Kč). Pokud ji budete kupovat, provaz bude rovnou cejchován, pokud si ji budete vyrábět, je možné hloubku ponoru změřit dodatečně metrem nebo si také provaz rovnou nacejchovat po 10 cm (např. uzlíky, barvou). Pokud si ji budete vyrábět, dejte pozor, abyste použili materiál, který neplave (např. kov).

[5] více informací naleznete např. Němeček J., 2011: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU Praha. (verze z roku 2008 dostupná online: http://af.czu.cz/~penizek/TKSP%202008.pdf)



Obr. 1. Secciho deska. Průměr kruhu je 30 cm
(pokud by byla čtvercová, hrana by byla 20 cm)

Je možné si všimnout antropického ovlivnění biotopů: např. regulace, vybetonování koryta, stavidla, hráze, odvodňovací příkopy… a zkusit odhadnout, jak tyto zásahy ovlivnily původní vegetaci.

iii) Determinovat významné vyšší rostliny:

- Výborné je litorální pásmo, olšiny, vlhké a podmáčené louky.

- Nezapomeňte ukazovat klíčové determinační znaky, podle kterých je možné rostliny poznat.

- Nezapomeňte klást důraz na ekologické nároky daných rostlin – např. uvést, pro která společenstva jsou rostliny typické, jaká vyžadují stanoviště (slunná x stinná, vlhká x zamokřená x obnažené dno…).

- Můžete demonstrovat některá fyziologická uzpůsobení mokřadních rostlin – např. aerenchym (sítina, kosatec…) a jeho funkci zásobování kořenů kyslíkem.

iv) Pozorovat a determinovat vodní bezobratlé:

- Vděční jsou bentičtí bezobratlí, které můžete lovit pomocí hustého cedníku a pozorovat v plochých miskách s trochou vody s využitím lupy. K dispozici je celá řada příruček pro určování od různých neziskových organizací, např.: Petřivalská (2008) – velmi jednoduchá pro začátečníky. Pro gymnazisty s již lepší orientací v taxonomii a problematice lze využít Buchara a kol. (1995).

- Samostatnou kapitolou mohou být vážky a jiný létající hmyz vázaný na mokřady.

- Velmi názornou ukázkou důsledků znečištění je prezentace toho, co udělají detergenty s organismy „chodícími“ po vodě, např. bruslařkou. Ulovte takového jedince a nechte jej „běhat“ po vodní hladině v misce s vodou. Přilijte kapku detergentu (např. jaru) a pozorujte okamžitý efekt na schopnost zvířete „chodit“ po vodě. Důvodem je narušení povrchového napětí vody, které je schopné tyto organismy na hladině udržet.

v) Odebrat vzorek planktonu a pozorovat organismy pod mikroskopem:

- Pomocí planktonní síťky (planktonky)[6] odeberte vzorek vody do uzavíratelné čisté nádoby pro následné mikroskopické pozorování ve škole. Stručný návod, pokud jste dosud s planktonkou nepracovali: planktonku s uzavřeným kohoutem vezměte do jedné ruky, lano do druhé a hoďte planktonku co nejdále do vody. Pomalu planktonku přitahujte lankem velkým otvorem směrem k sobě. Nechte vytéct přebytečnou vodu. Vypusťte ventilem obsah planktonky do připravené čisté lahvičky, lahvičku nezapomeňte popsat, abyste byli schopni později vzorek identifikovat. Podrobnější popis zásad odběru (sice jen pro zooplankton, ale základní zásady jsou stejné i pro fytoplankton, který odebíráme z fotické vrstvy) naleznete v Přikryl (2006). Názorné návody k odběru nejen planktonu (ale i bentálních organismů – viz iv) naleznete také v návodu Tošenovského[7].

[6] pořizovací cena ca kolem 2 tis. Kč, ale závisí na velikosti a hustotě ok.

[7] dostupný online: http://www.zoologie.upol.cz/terenni_cviceni/materialy/01_Hydrobiologie.pdf

Odebrané vzorky uchovejte v ledničce a mikroskopujte co nejdříve (např. následující den). K určování planktonních korýšů, vířníků, nálevníků a další živočichů můžete použít např. Buchara a kol. 1995, k určování sinic a řas můžete použít např. specializované stránky věnované sinicím a řasám: http://www.sinicearasy.cz/ nebo Fotoatlas katedry biologie FPE ZČU[8];

- Při mikroskopickém zpracování nezapomeňte na ekologickou informaci, kterou Vám jednotlivé skupiny nebo druhy mohou dát o biotopu, ze kterého jste vodu odebírali.

vi) Pozorovat vodní ptáky:

- Zejména větší vodní plochy (u nás především rybníky) jsou výbornou příležitostí pro sledování různých vodních ptáků. Běžně se můžete setkat s: vrubozobými (např. kachny, čírky, husy, labuť, poláci, berneškу), potápkami a potáplicemi (např. potápka roháč), krátkokřídlými (lyska černá), brodivými (čápi, volavky). Kromě nich litorál obývá také celá řada pěvců, např. rákosníci, cvrčilka, moudivláček. Ty však spíše určíte po zpěvu – nahrávky jsou běžně k dostání i ke stažení na internetu[9]. Setkat se můžete také s kormoránem velkým – můžete případné pozorování využít k diskusi o střetu ochrany přírody s ekonomickými zájmy, neboť kormorán, typicky koloniální pták, způsobuje značné škody především na produkčních rybnících (které jsou mělké a plné ryb, které nemají před kormoránem šanci), a to nejen vlastním lovem, ale také stresem a zraňováním ryb. Škody způsobené kormoránem bývaly propláceny jako škody způsobené zvláště chráněným živočichem. Rozsah škod vzhledem k velikosti populace byl však tak velký, že se od vyplácení ustoupilo a na některých lokalitách se již přistoupilo k odstřelu těchto ptáků. Ornitologie je velmi populární i mezi amatéry a k určování ptáků tedy můžete použít celou řadu kvalitních populárních atlasů, např. Dungel a Hudec (2001). Pro sledování ptáků je nezbytnou výbavou kvalitní dalekohled – z hlediska efektivity je však nutné, aby dalekohled byl minimálně pro skupinku 2-4 studentů.

Zapojit se můžete i do zimního sčítání vodních ptáků, které pravidelně organizuje Český svaz ornitologický[10].

vii) Pozorovat obojživelníky, včetně jejich vývojových stádií:

- Zejména větší vodní plochy (u nás především rybníky) jsou výbornou příležitostí pozorovat různá stádia obojživelníků – především bezocasých. Snadno determinovatelné jsou i snůšky vajíček obojživelníků. Klíčové je však časování vycházky – nejvhodnější je období od konce března do června, kdy se obojživelníci rozmnožují a kdy naleznete dospělé jedince, můžete slyšet hlasové projevy samců žab, které jsou druhově specifické[11], pozorovat snůšky vajíček, larvální stádia i metamorfující se larvy.

K determinaci můžete použít některé populární klíče určené přímo do terénu, které nabízí různé neziskové organizace, např. Klíč k určování obojživelníků (Divizna) nebo např. Vlašín a kol. (1992).

Kromě již výše zmíněné sekce Českého rozhlasu Hlas pro tento den, kde kromě hlasů obojživelníků naleznete i podrobné informace o daném druhu, z internetových zdrojů informací doporučujeme např. web Obojživelníci České republiky[12], kde naleznete kvalitně zpracované informace o daném druhu včetně fotodokumentace (včetně např. vajíček, larev) a rozšíření.

Mokřady mezinárodního významu[13]:

Mezinárodní úmluvy uzavírají mezi sebou státy k regulaci některých svých činností. V oblasti ochrany přírody patří k významným úmluvám Úmluva o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva, známá spíše jako Ramsarská úmluva. Jejím cílem je zachování mokřadů mezinárodního významu a šetrné využívání mokřadů na území jednotlivých států, které jsou signatáři úmluvy.

---

[8] dostupný online: http://www.kbi.zcu.cz/OB/atlas/atlas_rasy2.php

[9] např.: http://www.xeno-canto.org/ nebo na stránkách Českého rozhlasu: http://www.rozhlas.cz/hlas/pevci-ch/_zprava/kos-cerny-video--13310

[10] viz http://www.birdlife.cz

[11] viz např. sekce Hlas pro tento den Českého rozhlasu: http://www.rozhlas.cz/hlas/zaby

[12] http://www.obojzivelnici.wbs.cz/

[13] text čerpá z článku Dostálová a kol. (2013), z části, kterou napsala autorka tohoto textu.

Jedná se o jednu z nejstarších mezinárodních úmluv na ochranu přírody vůbec, existující již více než 40 let. K úmluvě se přihlásilo 163 států, Česká republika je smluvní stranou úmluvy od roku 1990 (tehdy ještě jako součást Československa).

Jedním z požadavků Ramsarské úmluvy na smluvní strany je vymezení alespoň jednoho mokřadu mezinárodního významu (známých též jako ramsarské lokality) na svém území, který je následně zařazen na seznam mokřadů mezinárodního významu.

V České republice je vymezeno 14 mokřadů mezinárodního významu (viz Tab. 1 a Obr. 2). Prostorové vymezení naleznete např. na mapovém serveru Agentury ochrany přírody a krajiny ČR[14], v projektu Ochrana přírody v části Mezinárodně významné části přírody/Mokřady ramsarské úmluvy (levá lišta) – z něj byl také generován Obr. 2.

Tabulka 1. Mokřady mezinárodní významu v České republice.

Název	Rok vyhlášení	Rozloha (km^2)
Horní Jizera	2012	23
Krkonošská rašeliniště	1993	2
Krušnohorská rašeliniště	2006	112
Lednické rybníky	1990	7
Litovelské Pomoraví	1993	62
Mokřady Dolního Podyjí	1993	115
Mokřady Liběchovky a Pšovky	1998	4
Novozámecký a Břehyňský rybník	1990	9
Podzemní Punkva	2004	16
Poodří	1993	44
Pramenné vývěry a rašeliniště Slavkovského lesa	2012	32
Šumavská rašeliniště	1990	102
Třeboňská rašeliniště	1993	11
Třeboňské rybníky	1990	96

[14] http://mapy.nature.cz/

Obr. 2. Mokřady mezinárodního významu ČR. Zdroj: http://mapy.nature.cz.

Několik doporučení k venkovním vycházkám, které nejspíše znáte a dodržujete:

- Potenciální lokalitu navštivte nanečisto před výukou, dobře si projděte trasu, rozmyslete si, které aktivity můžete se studenty dělat, a připravte si podrobnější plán vycházky. Vyzkoušejte si metody, které budete na vycházce používat – např. lov vodních bezobratlých do cedníku…, abyste našli nejvhodnější místo (jak z hlediska přístupu, tak z hlediska možností pozorování) a abyste předešli nedostatkům (např. nedostatečnému vybavení, nemožnosti provedení), až půjdete se studenty naostro;

- Běžné druhy, které budete se studenty pozorovat, si determinujte během své předchozí návštěvy nebo dodatečně z domova/práce, abyste základní druhy poznali, až budete se studenty na lokalitě. Nebojte se, že něco nepoznáte, nikdo nemůže znát všechno a klidně studentům nevědomost přiznejte. Využijte to jako příležitost k determinaci pomocí literatury nebo konzultace s odborníkem.

- Připravte si „kratší“ program pro ošklivé počasí (nebo jiné problémy) a „maximální variantu“, když vše dobře půjde. Nebuďte zklamaní, když vše, co jste si naplánovali, nestihnete.

- Připravte si materiály pro studenty – namnožené klíče, pomůcky apod.

- Nezapomeňte na organizační stránku: přesun, svačiny, domluvu ve škole, další dozor…

- Dejte dostatečně dopředu vědět studentům o vycházce a upozorněte je na vhodné oblečení (!), obuv (!), a to i do špatného počasí; a na pomůcky, které si mají přinést;

- Ještě ve škole (např. den předem) seznamte studenty s tím, kam půjdou, připomeňte, co si mají vzít s sebou, co uvidí a co od nich budete vyžadovat (např. protokoly, nákresy…);

- Nezapomeňte od studentů chtít výstupy (např. protokoly, nákresy, shrnutí pozorování), aby se vycházka nezměnila v bezcílný výlet;

- I v dalších hodinách se k vycházce vracejte – připomeňte jim (to jsme přece viděli tam…), ptejte se jich (např. Jaké biotopy jsme viděli u rybníka?), klidně jim dejte do písemky otázku na informace z vycházky apod.

Exkurze do úpravny pitné vody nebo čistírny odpadních vod

Z hlediska organizace je nespornou výhodou odborný výklad odpovědného pracovníka daného technického zařízení. Doporučujeme však připravit studenty na exkurzi – např. prezentací z tohoto cyklu, aby již měli před vlastní exkurzí teoretické informace o tom, co mohou očekávat

Aby se exkurze nezměnila ve školní výlet, je také dobré dopředu studentům sdělit, co po nich po exkurzi budete vyžadovat, zde je několik typů:

- popsat slepé schéma úpravny vody nebo čistírny odpadních vod (viz Obr. 3 a 4);

- zodpovědět záludné otázky, např.:

V které části úpravy/čištění se používá sedimentace/koagulace/filtrace?

V které části úpravy/čištění vznikají jaké odpadní produkty (štěrk, písek, kal, shrabky)?

V které části čištění se používá biologické čištění?

Co je pro správné biologické čištění klíčové?

Jak se pere filtr v úpravně vody a proč?

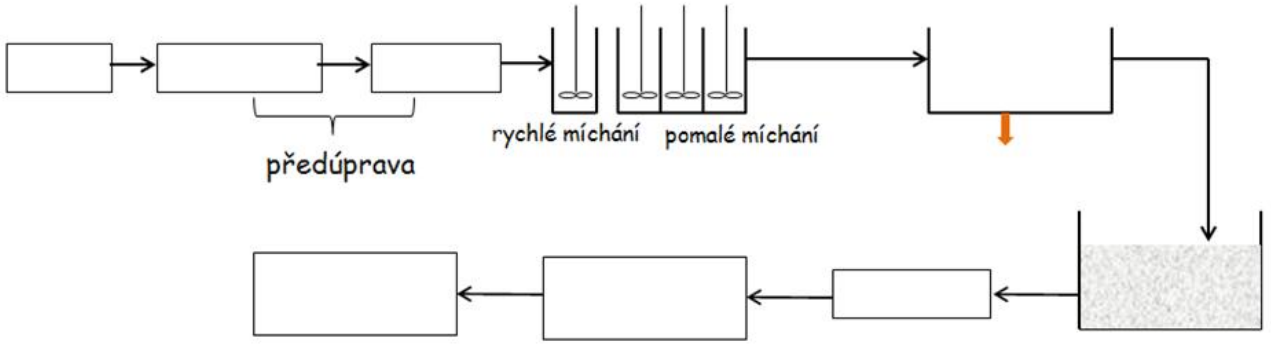
Co je koagulant a proč se do vody přidává?

Jaké parametry vody jsou sledovány na výstupu z úpravny vod/čistírny odpadních vod?

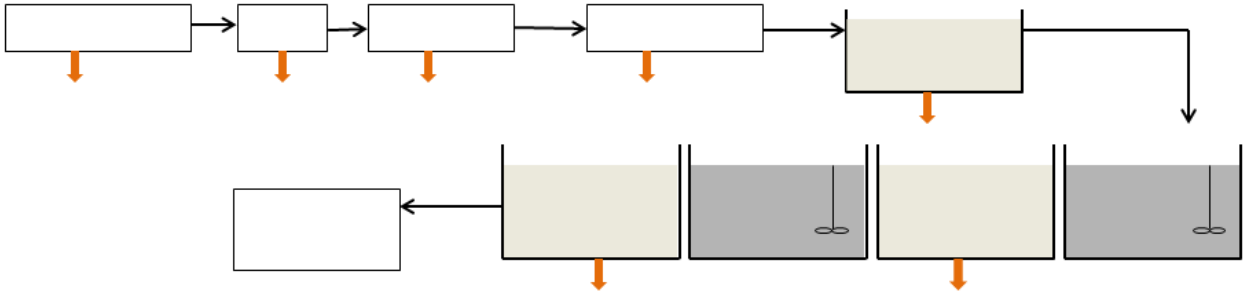
Proč se aktivační nádrž promíchává/probublává a proč dosazovací ne?

Jaké látky se čistí v aktivační nádrži/usazovací nádrži?

Jaké látky se zachycují na filtru?



Obr. 3. Slepé schéma úpravny pitné vody[15]



Obr. 4. Slepé schéma čistírny odpadních vod.

[15] 13 řešení slepého schématu naleznete v prezentaci Živá a mrtvá voda.

Literatura:

Buchar J., Ducháč V., Hůrka K., Lellák J. (1995): Klíč k určování bezobratlých. Scientia spol. s r.o., Praha.

Dostálová A., Mazánková Š., Tájek T. (2013): Neprostupné bažiny a rašeliniště mezinárodního významu. Ochrana přírody 4:11-14.

Dungel J., Hudec K. (2001): Atlas ptáků České a Slovenské republiky. Academia, Praha.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P. (ed.) (2010): Katalog biotopů České republiky. AOPK ČR, Praha, 445 p.

Petřivalská K. (2010): Klíč k určování vodních bezobratlých živočichů. Rezekvítek, Brno.

Přikryl I. (2006): Metodika odběru a zpracování vzorků zooplanktonu stojatých vod. VÚV.
Dostupné online:
http://is.muni.cz/el/1431/podzim2007/Bi7007/um/ZOOPLANKTON_stojate_vody.pdf.

Vlašín M., Vlašínová H., Mikát M. (1992): Klíč k určováníá obojživelníků a plazů. Rezekvítek, Brno.[16]

[16] elektronicky překlopen online: http://www.prirodainfo.cz/klic_k_urceni.php?klic_id=2

Robinsoni na ostrovech

Téma Robinsoni na ostrovech je koncipováno jako několik dílčích aktivit, které na sebe navazují. Díky nim studenti samostatně odhalí principy ostrovní teorie a její důsledky. Učitel v první části hraje spíše pasivní úlohu. Ačkoli je tento princip učení časově náročnější než klasická frontální výuka, vede k dlouhodobějšímu zapamatování informací a zároveň studenti získávají a cvičí další potřebné dovednosti – schopnost logicky přemýšlet a odvozovat obecně platné zákonitosti, spolupracovat a efektivně diskutovat o problému.
V druhé části zaujímá učitel své klasické postavení a doplňuje vědomosti studentů o podstatné informace a ukazuje další možnosti aplikace ostrovní teorie.
Součástí materiálu je také soubor otázek a cvičení umožňující ověření znalostí/dovedností a kompetencí studentů.

Cílová skupina/náročnost:

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, kteří již mají jisté zkušenosti se skupinovou prací a diskusí ve skupině.

Autor:

Mgr. Alena Dostálová, Ph.D.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Robinsoni na ostrovech

Název tématu:

Robinsoni na ostrovech

Autor:

Alena Dostálová

Anotace

Téma Robinsoni na ostrovech je koncipováno jako několik dílčích aktivit, které na sebe navazují. Díky nim studenti samostatně odhalí principy ostrovní teorie a její důsledky. Učitel v první části hraje spíše pasivní úlohu. Ačkoli je tento princip učení časově náročnější než klasická frontální výuka, vede k dlouhodobějšímu zapamatování informací a zároveň studenti získávají a cvičí další potřebné dovednosti – schopnost logicky přemýšlet a odvozovat obecně platné zákonitosti, spolupracovat a efektivně diskutovat o problému.

V druhé části zaujímá učitel své klasické postavení a doplňuje vědomosti studentů o podstatné informace a ukazuje další možnosti aplikace ostrovní teorie. Součástí materiálu je také soubor otázek a cvičení umožňující ověření znalostí/dovedností a kompetencí studentů.

Jednotlivé aktivity:

1. **blok:**

- hra Ostrovy, která byla vymyšlena speciálně pro toto téma;
- vyvození principů ostrovní teorie z hry Ostrovy ve dvojici-čtveřici studentů;
- syntéza závěrů jednotlivých hráčských skupin formou bzučících skupin nabalujících se do sněhové koule až po diskusi v rámci celé třídy;
- zhodnocení a doplnění výsledků učitelem.

2. **blok**

- ostrovní teorie v teoretické rovině;
- vnitrozemské ostrovy.

Ověření znalostí studentů

Cíle a cílové výstupy

Cíle:

1. Seznámit studenty s ostrovní teorií a jejími důsledky.
2. Seznámit studenty s aplikací ostrovní teorie na vnitrozemské ostrovy a v ochraně přírody. Cílové výstupy:

ad 1.

- Studenti rozumí ostrovní teorii a dokáží odvodit základní principy ostrovní teorie.

- ad 2.

- Studenti s využitím znalosti ostrovní teorie dokáží přemýšlet o různých suchozemských ekosystémech (např. horách, rašeliništích) jako o vnitrozemských ostrovech a odvozovat praktické dopady z hlediska druhového složení a biodiverzity.

- Studenti s využitím znalostí ostrovní teorie a dalších ekologických zákonitostí dokáží přemýšlet o praktických dopadech fragmentace na druhové složení daného biotopu a jsou schopni vyvozovat závěry týkající se efektivity ochrany přírody in-situ vzácných nebo ohrožených druhů nebo biotopů.

Cílová skupina

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, kteří již mají jisté zkušenosti se skupinovou prací a diskusí ve skupině.

Časová náročnost

1. **blok:** 4-5 vyučovacích hodin. Optimální je tento blok situovat do neformální části vyučování – např. na hory, školu v přírodě, podvečer v rámci školního výletu případně na konec školního roku. Jednak v takovémto časovém období se snáze sežene delší blok k dispozici pro výuku jediného tématu, jednak jsou studenti více ochotni aktivně pracovat neformálním způsobem.

2. **blok:** následuje 1-7 dní po 1. bloku. Rozsah: 3-4 vyučovací hodiny. Možno vyučovat v kuse nebo rozdělit

   do dvou částí (2 hod. plus 1 – 2 hod.)

Ověření znalostí studentů: dle výběru otázek a formy (několik minut až 1 hod.).

Pomůcky, přístroje a materiál

- příslušná sada her Ostrovy;

- vytištěné kartičky z dokumentu Hra Ostrovy – podklady;

- sada 8 figurek pro každého hráče (lze použít figurky z Člověče, nezlob se nebo jiné deskové hry, kameny na dámu, šachové figurky, kostičky z Lega 4 x 4 puntíky nebo jakékoli jiné vhodné předměty);

- dostatečný počet hráčských stolů (stačí školní lavice) a židlí;

- papír a tužka – každý účastník (minimálně do dvojice);

- velké archy papíru (např. na Flipchart nebo balicí papíry) pro jednotlivé skupiny a fixy na psaní;

- tabule/flipchart nebo notebook s textovým editorem/PowerPointem a promítací technika pro finální shrnutí;

- počítač/laptopy s tabulkovým procesorem (např. Microsoft Excel) – není nebytně nutné, alternativně: kalkulačka, milimetrový papír;

- čtverečkovaný papír formátu A4 nebo lépe A3 - cca 1 ks na každého žáka;

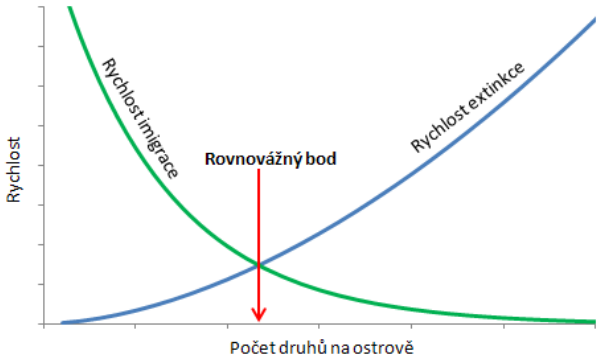
- vytištěný Obr. 12 (str. 17).

Úvod do tématu

Ostrovní teorie rozpracovaná v knize Ostrovní biogeografie (MacArthur a Wilson 1967) je jedním z pilířů ekologie 20. stol. a začátku 21. stol., která inspirovala ohromné množství vědeckých prací a která se dočkala aplikací, o nichž se jejím autorům Robertu MacArthurovi a Edwardu Wilsonovi ani nesnilo. Ačkoli její principy jsou velmi jednoduché, snadno pochopitelné, názorné a navíc aplikovaně využívané v ochraně přírody, do českého středoškolského vzdělání prakticky nepronikla.

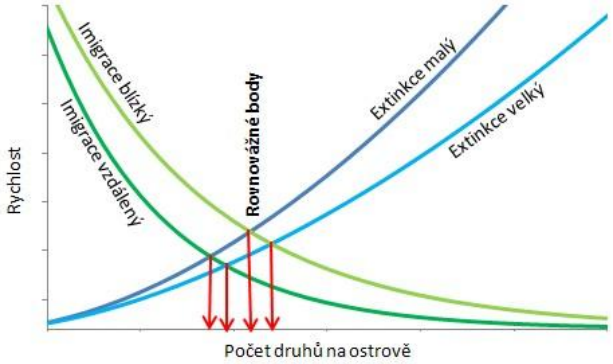
MacArthur a Wilson si při studiu tichomořských ostrovů všimli několika závislostí mezi počtem druhů na ostrově a vzdáleností ostrova od pevniny. Na základě svých pozorování formulovali několik hypotéz týkajících se rychlosti kolonizace (imigrace) a extinkce (vymírání) na ostrovech, které pozorované jevy vysvětlovaly. Vznikla tak slavná **rovnovážná teorie ostrovní biogeografie** (The Equilibrium Theory of Island Biogeography) publikovaná v roce 1963 v článku An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography [rovnovážná teorie ostrovní zoogeografie] (MacArthur a Wilson 1963). Později autoři svou teorii rozpracovali v již zmiňované knize Ostrovní biogeografie.

Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie vychází z toho, že **rychlost imigrace** nových druhů na ostrov s časem klesá (studie potvrdily, že křivka má exponenciální charakter), naopak s časem roste **rychlost extinkce** (závislost je opět exponenciální). Existuje tedy rovnovážný bod - od toho „rovnovážná teorie“ v názvu – na němž se počet druhů na ostrově po určité době ustálí. Rovnovážný bod je na průsečíku křivek rychlosti imigrace a rychlostí vymírání druhů na ostrově – viz Obr. 1.



Obr. 1. Klasický model rovnovážné teorie ostrovní biogeografie. Počet druhů na ostrově se po čase ustálí na počtu druhů rovnovážného bodu.

Rychlosti imigrace a extinkce (resp. koeficienty exponenciálních křivek) jsou různé pro **ostrovy blízké/vzdálené** od pevniny a pro **malé/velké ostrovy**. Imigrace je pochopitelně rychlejší na blízké než vzdálené ostrovy, extinkce je pochopitelně rychlejší na malých než velkých ostrovech (malé populace – viz dále, málo vhodných biotopů a velká konkurence dalších druhů). Různé ostrovy tedy mají různé rovnovážné body - a tedy rovnovážné počty druhů, které mohou dlouhodobě hostit – v závislosti na tom, jestli jsou blízké nebo vzdálené pevnině a jestli jsou malé nebo velké (viz. Obr. 2).



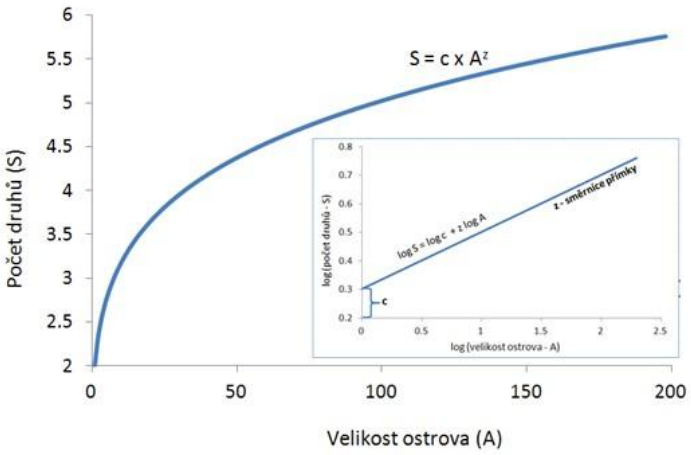
Obr. 2. Klasický model rovnovážné teorie ostrovní biogeografie rozšířený o informace týkající se velikosti ostrova a vzdálenosti ostrova od pevniny. Počet druhů na ostrově se po čase ustálí na počtu druhů rovnovážného bodu. Nejvíce druhů bude hostit velký ostrov blízko pevniny (rovnovážný bod je na ose x nejvíce vpravo), naopak nejméně druhů bude hostit malý vzdálený ostrov (rovnovážný bod je na ose x nejvíce vlevo).

Z ostrovní teorie tedy vyplývá, že větší ostrovy jsou schopny hostit více druhů. **Vztah mezi velikostí ostrova** (resp. velikostí plochy obecně) **a počtem druhů** byl opakovaně v různých studiích popsatelný jednoduchým logaritmickým vztahem (viz také Obr. 3):

$$S = c * A^{Z}, \text{ kde}$$

S – počet druhů na ostrově ("S" z Aj. species = druh), A – plocha ostrova ("A" z Aj. Area = plocha), c – druhově specifická konstanta, z – konstanta (pro ostrovy typicky mezi 0,20-0,35[1])

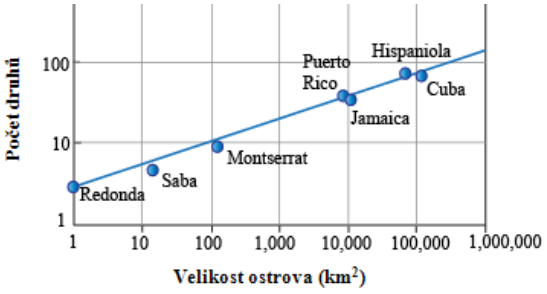
[1] http://www.enviwiki.cz/wiki/Teorie_ostrovn%C3%AD_biogeografie



Obr. 3. Závislost velikosti ostrova na počtu druhů. Konkrétní hodnoty na osách x a y jsou zcela imaginární. V modrém výřezu je vyjádřena lineární závislost proměnných po jejich logaritmické transformaci.

Vysvětlením pro pozorovaný vztah je skutečnost, že ostrov (nebo jakákoli zkoumaná plocha) je schopný hostit jen omezené množství organismů, které si vzájemně konkurují, navíc malé ostrovní populace jsou k extinkci náchylnější (viz dále). Rychlost kolonizace ostrova navíc klesá se stářím ostrova – všechny druhy, které se byly schopny na ostrov dostat, tam po určité době již jsou – logaritmická funkce dobře modeluje tuto skutečnost svým plochým tvarem u velkých hodnot.

Při logaritmické transformaci proměnných (počtu druhů, velikosti ostrova) získáme lineární závislost těchto proměnných, v níž *z* je směrnicí přímky a *c* je průsečíkem přímky s osou y (viz Obr. 3 – graf v modrém výřezu). Z tohoto důvodu se často výsledky různých ekologických studií publikují v grafech s logaritmickým měřítkem – klasickým příkladem je studie počtu obojživelníků a plazů na karibských ostrovech (Brown a Lomolino 1998) – viz Obr. 4.



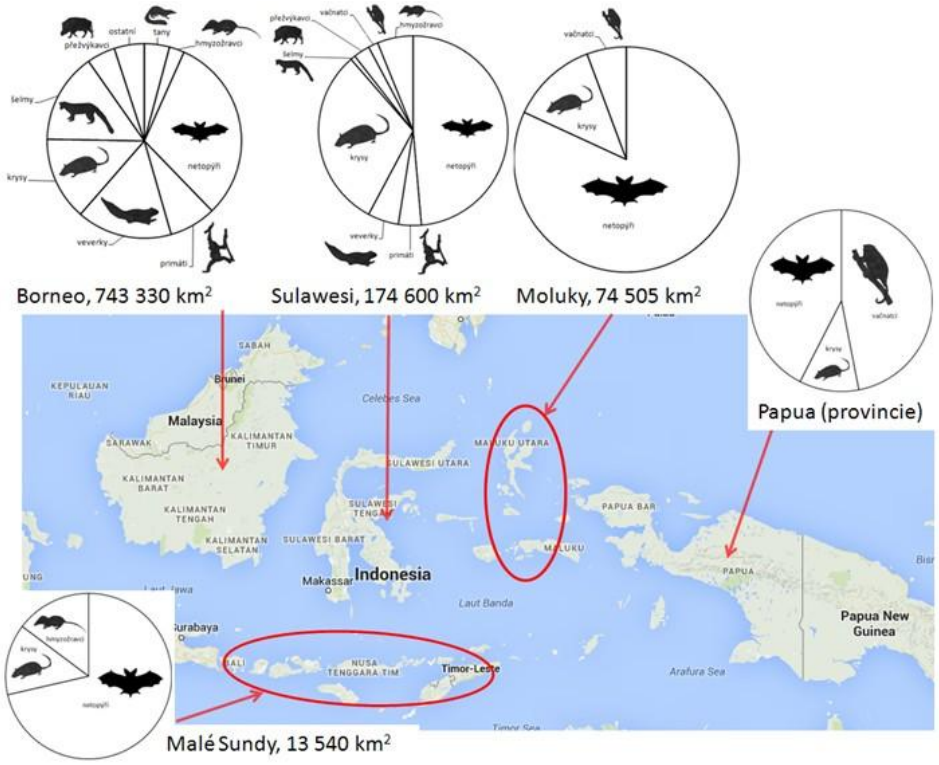
Obr. 4. Závislost počtu druhů na velikosti ostrova v Karibiku. Originální studie Brown a Lomolino 1998, graf byl převzat z webu Shmoop: Current Patterns of Diversity on Earth[2] a byl opatřen českými popisky.

Kromě velikosti ostrova a jeho vzdálenosti od pevniny počet druhů na ostrově také ovlivňuje **geologické stáři ostrova**. Je zřejmé, že u geologicky mladých ostrovů dosud nebyl dostatečný čas pro to, aby se všichni potenciální kolonizátoři na ostrov dostali, a proto jsou druhově chudší než geologicky staré ostrovy.

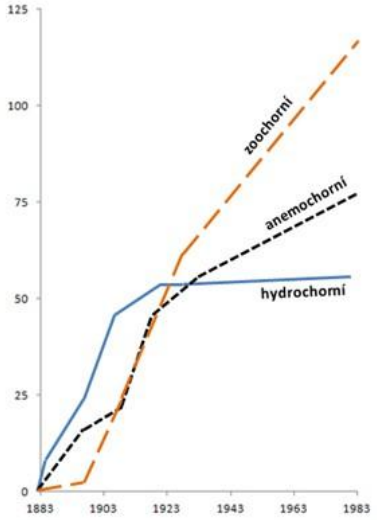
Z dalších faktorů, které ovlivňují osidlování ostrovů, je významná **schopnost migrace**, která je pro různé druhy různá. Je pochopitelné, že na ostrovech nalezneme častěji druhy, které snadno migrují na velké vzdálenosti – ze zvířat typicky ptáky nebo letouny; z rostlin anemochorní nebo hydrochorní druhy. Naopak taxony, které nejsou dobře adaptované na migraci na velké vzdálenosti, nalezneme na ostrovech jen velmi vzácně. Pěkný příklad pro živočichy je zastoupení savců na indonéských ostrovech publikované v MacKinnon a kol. (1996) – viz Obr. 5.

Vynikající ukázkou schopnosti různých skupin kolonizovat ostrov jsou různé studie prováděné na ostrově Krakatau. Krakatau je ostrůvek mezi Sumatrou a Jávou, jehož veškerá vegetace i fauna byly totálně zničeny v roce 1883 výbuchem stejnojmenné sopky. Od té doby je tento ostrov nejpodrobněji studovanou lokalitou primární sukcese[3] na světě. Během 25 let bylo schopno ostrov kolonizovat 13 druhů ptáků. Po padesáti letech (v r. 1934) bylo na ostrově zaznamenáno 34 druhů, ale 5 z nich vymřelo. Během dalších padesáti let (1934-1985) se uchytilo dalších 14 druhů, ale 8 druhů vymřelo (Ehrlich a kol. 1988). Z rostlin se na Krakatau jako první dostaly anemochorní a hydrochorní druhy, časem ale převážily druhy zoochorní (Bush a Whittaker 1991) – viz Obr. 6.

[2] Shmoop, website, 12.2. 2012: http://www.shmoop.com/biogeography/earth-diversity.html
[3] nesezónní, směrovaný a kontinuální proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů na určitém místě. Primární sukcese: společenstva se formují de novo na matečné hornině, např. po výbuchu sopky, výsypky. Sekundární sukcese: společenstva se formují na pozůstatcích předchozích společenstev (např. sukcese dřevin na opuštěné louce).



Obr. 5. Zastoupení různých druhů savců v Indonésii. Koláčové grafy dle MacKinnon et al. (1996) s laskavým svolením nakladatele – upraveno. Mapa Indonésie z Google Maps (únor 2015), silueta netopýra – wiki.rvp.cz.



Obr. 6. Počet druhů různých skupin na Krakatau v období 1883 – 1983. Podle Bush a Whittaker (1991).

Z dalších typických vlastností ostrovů je vysoká míra **endemismu** – čili vysoké zastoupení endemitů. Endemit je označení pro taxon, který je vázán jen na omezený areál a jinde se nevyskytuje. Vysoká míra endemismu na ostrovech je dána:

- radiační speciací druhů=adaptivní radiace (viz dále), které kdysi na ostrov domigrovaly – vznikly tak nové druhy, vázané jen na tento ostrov nebo blízké ostrovy (kam se časem rozšířily);

- tím, že zde byly schopny přežít druhy, které v jiných částech (např. z důvodu kompetice s jiným druhem) vymřely.

Druhy, které se jednou na ostrov dostaly, mívají na začátku unikátní výhodu ve spoustě volných nik[4], které mohou osídlit. Navíc na ostrov se dostávají jen **malé populace**, a tudíž rychlost speciace (čili vznik nových druhů) je mnohem vyšší než u populací velkých[5]. Původní jeden druh se často mění v celou řadu dalších druhů tak, jak se přizpůsobuje využívání zdrojů na ostrově – mluvíme o **adaptivní radiaci**. Klasickým příkladem adaptivní radiace jsou Darwinovy pěnkavy z Galapág[6] nebo šatovníci z Hawajského souostroví[7].

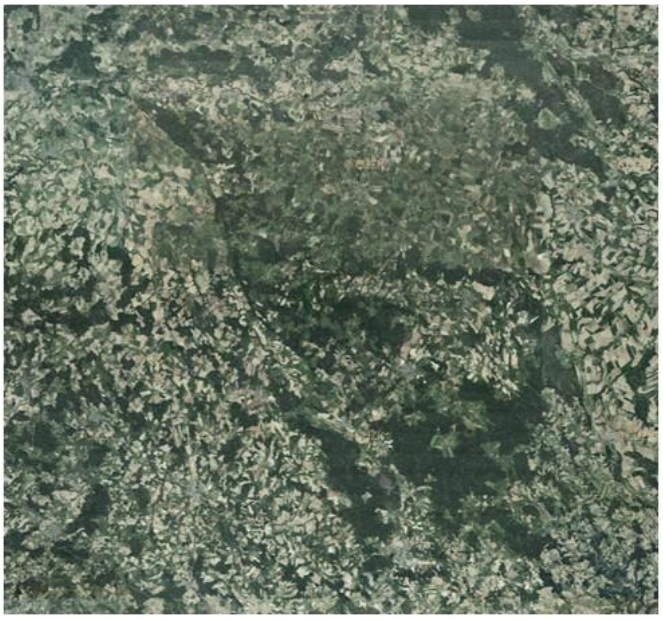
[4] souhrn životních podmínek, které umožňují životaschopnou existenci populace určitého druhu; jedná se o n-naddimenzionální prostor všech relevantních faktorů (každý faktor 1 dimenze)
[5] více viz mechanismy mikroevoluce (např. Flegr J. (2009): Evoluční biologie. 2. vydání. Academia, Praha)
[6] viz např. http://soulz-ro.euweb.cz/texty.22.jpg. Či na mnohých jiných webech po vyhledání hesla Darwinovy pěnkavy.
[7] viz např. http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_2-7-2.html. Či na mnohých jiných webech po

Pro ostrovy je typická vysoká zranitelnost a náchylnost populací na vymření. Důvodem je již jen to, že ostrovní populace jsou typicky malé – úmrtí každého jedince tak často představuje velkou relativní ztrátu vzhledem k velikosti celé populace. Navíc zde přetrvává tzv. **efekt zakladatele**, kdy celá populace pochází z velmi malé původní populace, která ostrov kolonizovala (často jen jeden pár nebo několik málo jedinců). Genetická variabilita je tedy u ostrovních populací velmi nízká a populace jsou náchylné na jakékoli vlivy – především různé nemoci. Na odloučené ostrovy se také málokdy dostanou predátoři či jiní konzumenti nebo konkurenti. Ostrovní druhy tedy nejsou zvyklé se potýkat s nástrahami běžnými pro jejich pevninské příbuzné. Setkají-li se s nimi, často
v soutěži prohrají a vymřou.

Výše popsané zákonitosti neplatí jen pro ostrovy uprostřed moře, ale jsou obecně platné, jak opakovaně bylo potvrzeno v celé řadě dílčích studií. Jako ostrovy se mohou chovat jakékoli raritní a/nebo extrazonální[8] biotopy v rámci převládajícího biotopu, např. vrcholky hor, oázy uprostřed pouště, rašeliniště
v mírném pásu (jedná se vlastně o ostrovy boreální krajiny v biomu temperátního opadavého lesa), sutě, jeskyně, jezera … viz Obr. 7.

Díváme-li se na tyto biotopy jako na ostrovy, umožňuje nám to pochopit celou řadu pozorovaných skutečností, především obecně nízký počet druhů, specifické druhové složení, vysokou míru endemismu a velkou zranitelnost těchto biotopů.

Navíc aplikací ostrovní teorie můžeme vysvětlit i další jevy pozorované v souvislosti se změnou využívání krajiny, především **fragmentací**. Zejména
v průběhu 20. stol. došlo k významné změně ve využívání krajiny v Evropě a celá řada biotopů (např. meze, remízky, květnaté louky aj.) byla z větší části zničena – ze zbylých se staly izolované malé ostrovy uprostřed mozaiky převládajícího krajinného pokryvu. I další biotopy byly výrazně fragmentovány – především lesní porosty (viz Obr. 7a) a opět se z nich staly ostrovy uprostřed převládajícího krajinného pokryvu.



a)

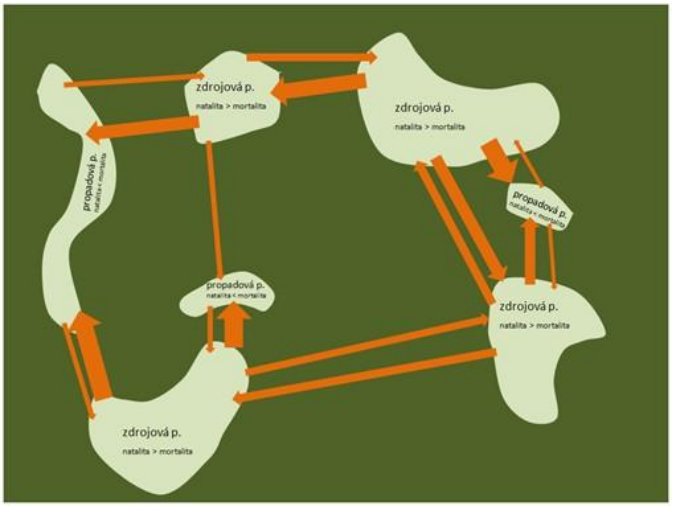
b)

Obr. 7. a) Lesy (tmavě zeleně) jako ostrovy v zemědělské krajině (okolí Pardubic). Zdroj ortofoto ČÚZK publikované na Geoportálu Cenie (http://geoportal.gov.cz/web/guest/map) ze dne 7.2. 2015.
b) Oázy jako ostrovy v poušti na Sahaře. Zdroj Mapy Google (ze dne 7.2. 2015).

vyhledání hesla šatovníci Hawai.

[8] termín extrazonální výskyt se používá pro výskyt biotopu jiného biomu v příznivém mikroklimatu sousední zóny

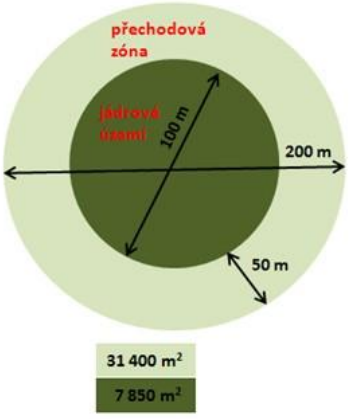
U **vnitrozemských ostrovů** z hlediska ochrany přírody se navíc uplatňují i další ekologické jevy, které mají významný vliv na druhové složení fragmentovaných stanovišť/populací. Jedná se především o metapopulační dynamiku a vliv okraje (edge-effect).



Obr. 8. Metapopulační dynamika. Tmavě zeleně biotopy nevhodné pro daný druh, ale nebránící migraci; světle zeleně biotopy vhodné pro daný druh. Šířka šipky naznačuje intenzitu migrace mezi jednotlivými dílčími populacemi (subpopulacemi). Došlo-li by např. k zániku zdrojové populace v levé dolní části obrázku, zanikla by také propadová populace uprostřed, protože je závislá na imigraci z této zdrojové populace.

Metapopulací označujeme soubor několika dílčích populací – subpopulací, které navzájem spolu komunikují skrze pravidelnou migraci. Rozlišujeme **zdrojové (source[9]) populace**, kde natalita převládá nad mortalitou, a z níž tedy pravidelně jedinci migrují pryč a doplňují tzv. **propadové (sink) populace**, kde natalita je nižší než mortalita a které by tedy bez pravidelné „dotace“ ze zdrojových populací postupně zanikly (viz Obr. 8). Z ostrovní teorie plyne, že tento model může fungovat, jen pokud jsou jednotlivé dílčí populace vzdálené v dosahu migrace jednotlivých jedinců. Dojde-li k prodloužení vzdálenosti anebo se objeví migrační překážka, dojde k zániku dílčí populace. Zanikne-li populace zdrojová pro propadovou populaci, tato propadová populace časem také nutně zanikne, protože nadále nebude doplňována migrací ze zdrojové populace.

Vnitrozemské ostrovy jsou navíc často menší o tzv. **přechodovou zónu (buffer zone)**, protože na pevnině v sebe zpravidla biotopy plynule přecházejí – mluvíme o **ekotonu** (na rozdíl od mořských ostrovů, kde je hranice mezi ostrovem a mořem zpravidla mnohem ostřejší). Pro celou řadu druhů (např. typicky lesní byliny) jsou ekotony nevhodným stanovištěm a mohou žít jen v **jádrové oblasti (core area)** - velikost jejich „ostrova“ je tedy o tuto přechodovou zónu menší a je nutné s tím takto počítat (viz Obr. 9).



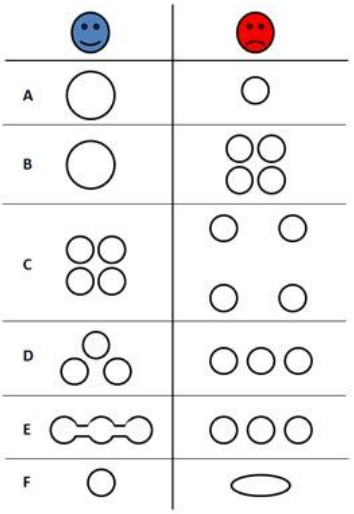
Obr. 9. Schematické znázornění jádrového území a přechodové zóny o šířce 50 m u kruhovitého tvaru území. Celé území i s přechodovou zónou má při průměru 200 m plochu 31 400 m^2, při šířce přechodové zóny 50 m (běžná např. u lesů) je velikost jádrového území 7 850 m, čili jen ¼ rozlohy celého území. Pokud by byl tvar protáhlý a nebo členitý, podíl jádrového území na celkové ploše by byl ještě menší (viz Obr. 11).

Praktickým důsledkem výše popsaných zákonitostí je několik zásad, které by měly platit při vymezování zvláště chráněných území anebo ekologických sítí[10] (ecological network) – ty v zásadě fungují jako ostrovy, které chrání vybrané

[9] anglické odborné termíny uvádím tam, kde není český překlad ustálen a nebo se běžně i v českých textech setkáte s anglickým termínem.
[10] ze zákona č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny se v ČR vymezuje taková síť pod názvem Územní systém ekologické

druhy nebo biotopy (viz také Obr. 10):

- lepší je velké chráněné území než malé;
- lepší je jedno velké chráněné území než více malých o stejné ploše;
- lepší jsou chráněná území blízko sebe než daleko od sebe;
- lepší je uspořádání takové, aby co nejvíce chráněných území bylo v migrační vzdálenosti než aby v ní bylo omezené množství chráněných území;
- lepší jsou chráněná území propojená biokoridory;
- lepší je chráněné území, jehož tvar se co nejvíce blíží kruhu než území členité nebo podlouhlé (malé jádrové území).



Obr. 10. Zjednodušená pravidla pro vymezování chráněných území: A – raději velké než malé; B – raději jedno velké než několik malých o stejné ploše; C – raději blízko sebe než daleko; D – lépe tak, aby mohly druhy co nejvíce komunikovat; E – raději propojené biokoridory než izolované, F – lepší je kulovitý tvar než protáhlý nebo členěný (menší podíl jádrového území). Dle Yu a Lei (2001).

stability (ÚSES). Ta je tvořena biocentry a biokoridory. ÚSES je vymezován zvlášť na lokální, zvlášť na regionální a zvlášť na celostátní=nadregionální úrovni. Více informací viz: http://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/uses/

Podrobný popis aktivit

1. **blok**

Před tímto blokem je potřeba připravit příslušný počet sad hry Ostrovy (viz – Pomůcky, přístroje a materiál, kartičky jsou k vytištění v souboru Hra Ostrovy - podklady), hru budou hrát dvojice (lepší varianta) až čtveřice studentů (případně je možné, aby na každé straně hrála dvojice studentů, např. z důvodu velkého počtu studentů a nedostatku sad her).

Vhodné je hrát hru ve velké místnosti s dostatkem místa a dostatečným počtem hráčských stolů (hru je ale možné hrát i na zemi).

1) Úvod do hry:

Studenti se rozdělí do hráčských dvojic až čtveřic. Učitel uvede studenty do hry příběhem z dokumentu Robinsoni na ostrovech: Pravidla hry ostrovy nebo např. slovy:

„Na pobřeží se přemnožily populace některých zvířat: ptáků, netopýrů, krokodýlů, krys, motýlů a opic. Nově narození jedinci nemají život jednoduchý. Sotva trochu odrostou, jejich rodiče je bez milosti vypakují z hnízd a teritorií a musí si jít hledat obživu jinam. My se podíváme, jaký je jejich osud."

Učitel seznámí studenty s pravidly hry (ca 0,5 hodiny) – viz samostatný dokument Pravidla hry Ostrovy.

2) Vlastní hra

Následuje vlastní hra, která trvá cca 20-30 min. Doporučuji sehrát hru alespoň 2x, aby se studenti během další hry více soustředili na průběh hry než pravidla. Učitel v této části hraje roli supervizora, aby se hráči skutečně soustředili na hru, řeší sporné momenty (např. pokud si hráči nepamatují pravidla), případně může upozornit na některé zajímavé momenty hry (např. „Všimněte si, co se teď s tím ptákem stalo.").

3) Vlastní činnost studentů, kteří se snaží objevit principy ostrovní teorie

Po dohrání učitel vyzve studenty k tomu, aby se pokusili na základě průběhu své hry vyvodit obecné zákonitosti, které se při migraci nadpočetných jedinců a osidlování ostrovů dějí a které měli možnost pozorovat v průběhu vlastní hry. Dá jim časový limit 15 min. Studenti formou bzučících skupin rekapitulují, vymýšlejí a zapisují své postřehy na své papíry v hráčských dvojicích až čtveřicích. Učitel v tuto chvíli jen facilituje a dohlíží na průběh, aby studenti pracovali na zadaném úkolu a neodbíhali od tématu. Sám žádné závěry nečiní.

Po čtvrthodině se vždy dva hráčské týmy spojí do větší skupinky – sněhová koule - a během 10 min. si sdělí oba týmy své závěry a vytvoří společný seznam obecných zákonitostí, na které přišly - pro formulaci výstupů mohou použít flipchart nebo balicí papír. Učitel, stejně jako v předchozí části, jen facilituje a dohlíží na bezproblémový postup. Metodou sněhové koule se po 10 min. opět spojí další skupiny (vždy dvě do jediné) a postupují jako v předchozím kroku se stejným časovým limitem. Úloha učitele je též stejná. Koule se nabaluje, až v závěru se všichni studenti spojí a po společné diskusi vyberou svého mluvčího, který všem prezentuje společné výstupy – např. na flipchartu.

V tuto chvíli vstupuje aktivně do procesu učitel v roli ďáblova advokáta a snaží se najít mezery v závěrech studentů a zároveň studenty navést na pravidla a principy, na které studenti sami nepřišli. Je vhodné, aby učitel přímo nesděloval hotové poznatky, ale snažil se studenty navést tak, aby ke správnému závěru dospěli sami. Další rolí učitele je doplňování zjištěných principů tím, že ilustruje principy formulované studenty různými příklady (viz kap. Úvod do tématu).

Důležité je na konci nezapomenout na syntézu všech principů a zákonitostí, rozhodně by mezi nimi nemělo chybět:

- většina migrujících zvířat při hledání vhodného ostrova zahyne;
- druhy, které migrují na delší vzdálenosti, mají větší šanci najít ostrov;
- nejvíce ostrovů kolonizují druhy s nejlepší schopností kolonizace;
- blízké ostrovy jsou kolonizovány více druhy a mohou je kolonizovat i druhy s horší migrační schopností, naopak vzdálené druhy jsou kolonizovány jen dobře migrujícími druhy;
- geologicky staré ostrovy (ve hře se objeví dříve) mají větší šanci být plně kolonizovány než geologicky mladé;
- druhy na ostrovech také vymírají (rychlost extinkce roste s časem – ve hře je větší pravděpodobnost objevení se kartičky události extinkce daného druhu).

Při diskusi se mohou objevit i další závěry, které bezprostředně nevyplývají ze hry, ale dobře celou problematiku doplňují:

- druhy mohou „přeskakovat" z ostrova na ostrov a využít tedy ostrov mezi pevninou a vzdáleným ostrovem jako **nášlapný kámen (stepping stone)**;
- jen druhy, kde ostrov obsadí alespoň jeden pár (případně oplodněná samička nebo partenogeneticky se množící druh), se na ostrově uchytí;
- druhy mohou využít volného prostoru a adaptivní radiací obsadit volné niky;

- rychlost imigrace s časem klesá (ostrovy jsou již obsazeny);

- ostrov může hostit jen omezené množství jedinců/druhů;

- aj.

Metodické poznámky:

- dobře si prostudujte pravidla hry před jejím uvedením do vyučování. Doporučuji zahrát si hru se známými nebo v rodině nebo jen sám se sebou před vyučováním, abyste chápal(a) veškerá pravidla a ve škole reagoval(a) bezprostředně na otázky studentů týkajících se pravidel;

- učitel by před touto aktivitou měl být dobře seznámen s ostrovní teorií a měl by jí dobře rozumět, bez toho není schopen hrát svou facilitující a supervizní roli během hry ani roli ďáblova advokáta v závěru aktivity – zvládnutí této části je klíčové pro úspěch celé aktivity;

- zapojujte všechny studenty, dbejte, aby každý něčím přispěl;

- dbejte, aby po celou dobu se diskuse studentů týkaly tématu, aby je práce bavila, motivujte je vhodnými pobídkami a poznámkami k aktivitě. Pozor na negativní a odsuzující komentáře (typu: „to je blbost“, „to snad ne“, „to nemyslíš vážně“) – velmi demotivují aktivitu studentů. Snažte se komentáře formulovat pozitivně (např. „kdyby to bylo, jak říkáš, tak by … Jak to tedy může fungovat jinak?“);

- chtějte po studentech při vyslovování závěrů co nejpřesnější formulace se správně použitými odbornými termíny;

- nebojte se propojovat téma s jinými a ukazovat přesahy (např. do zeměpisu - biogeografie, matematiky – modely principů, ochrany přírody…);

- neseznamujte studenty dopředu s principy a ostrovní teorií jako takovou – nechte je si ji znovuobjevit samostatně, budou mít radost z poznávání a budou si tyto principy lépe pamatovat do budoucna;

- finální závěry zaznamenejte trvale – např. na balicí papír, do souboru PowerPoint, abyste se k nim mohli ve 2. bloku vrátit;

- neočekávejte, že s každou skupinou bude hra hladká a že vše pěkně půjde; velmi záleží na složení studentů ve skupině, na náladě v daný den, na Vašem naladění atd. Vždy se ale snažte co nejvíce „mazat kolečka“, aby diskuse probíhala plynule a přirozeně.

2. **blok**

Tento blok by neměl bezprostředně navazovat na první (min. odstup: následující den), ale neměl by být ani časově příliš vzdálen – nejdéle cca 1 týden, aby studenti měli ještě v paměti závěry 1. bloku.

V úvodu hodiny zopakujte výstupy diskuse 1. bloku – nejlépe nechte studenty samotné výstupy prezentovat.

V další části hodiny seznamte studenty se všemi základními principy klasické ostrovní teorie. Důležité je v této části neopomenout zopakovat se studenty rovnici exponenciální funkce[11] a upozornit je, při jakých koeficientech bude křivka modelovat rychlost imigrace (exponent menší než 1) a při jakých rychlost extinkce (exponent větší než 1). Podobně s nimi projděte logaritmickou funkci[12] včetně toho, co s křivkou udělá logaritmická transformace dat, aby chápali, jak se dají pozorované jevy popsat matematicky. Pokud máte k dispozici počítač(e) s tabulkovým procesorem (např. Microsoft Excel), můžete rovnou předvést jednotlivé funkce a jejich chování a vytvořit si přímo patřičné grafy při vyučování (optimálně nechte toto namodelovat samotné studenty).
Exponencielu (příp. logaritmickou funkci) a křivku závislosti počtu druhů na velikosti plochy po logaritmické transformaci dat můžete vynést do grafu i na milimetrový papír, nemáte-li počítač(e) k dispozici.

Následně studentům sdělte možnost aplikace ostrovní teorie na vnitrozemské ostrovy – uveďte jen několik málo příkladů. Další nechte studenty vymyslet samostatně – můžete je nechávat jmenovat jednoho za druhým (kdo vymyslí, dostane např. bod/malou jedničku, může si sednout…) nebo je můžete nechat pracovat ve dvojici/čtveřici (a soutěžit, kdo vymyslí nejvíce příkladů).

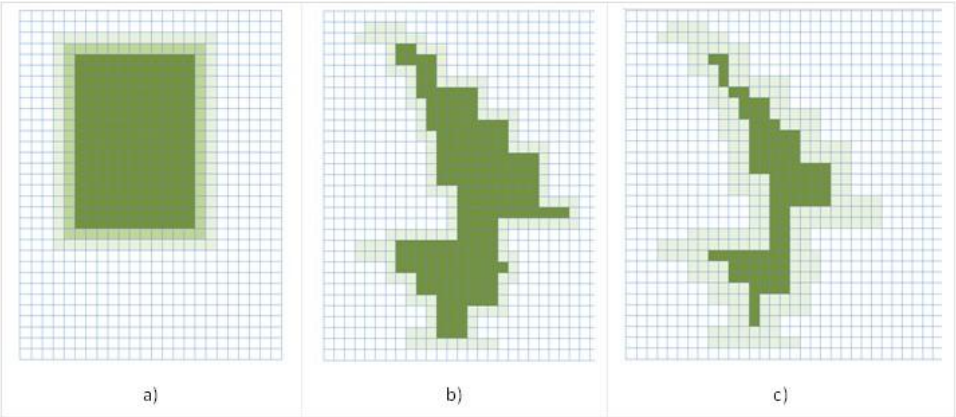
Zde můžete tento blok rozdělit a pokračovat dalšími aktivitami v následující hodině.

V dalším kroku studenty seznamte s metapopulační dynamikou a vlivem okrajového efektu. Při okrajovém efektu spočítejte se studenty pro různě velké kruhové plochy (případně plochy jiného tvaru) velikost jejich jádrového území při různě velkých okrajích (doporučuji 1 m – typická např. pro jezera, 20 m – typická např. pro rašeliniště, a 50 m – typická např. pro les) a určete jejich relativní podíl na celkové velikosti plochy. Poté zkuste na čtverečkovaný papír nakreslit různě složitě členěné plochy (např. o ploše 300 čtverečků) – nejlépe každá dvojice vlastní případ. U těchto ploch vymezte jádrové území 1 a 2 čtverečky od okraje území a spočítejte podíl jádrového území (viz Obr. 11).
Po prezentaci výstupů by mělo být zřejmé:

[11] viz např. http://www.matematika.cz/exponencialni-funkce

[12] viz např. http://www.matematika.cz/logaritmy

- čím širší přechodová zóna (ekoton), tím menší jádrové území;
- čím složitější tvar území, tím menší jádrové území.



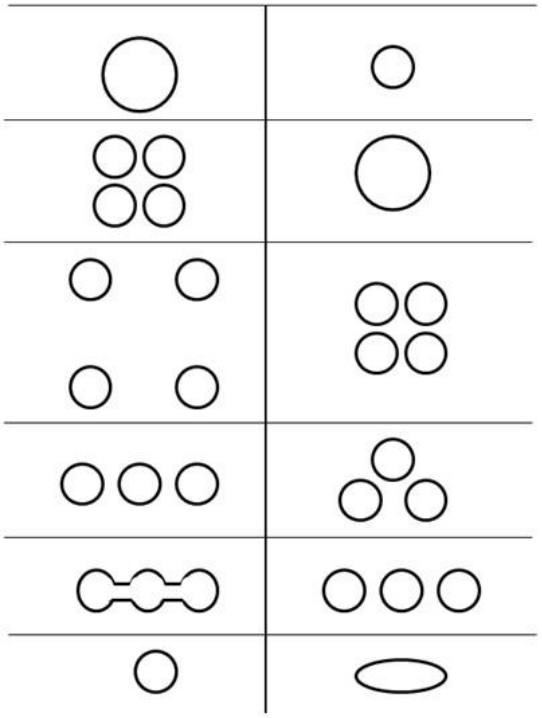
Obr. 11. Velikost jádrového území při celkové velikosti plochy 300 čtverečků čtverečkovaného papíru – příklad; světle zeleně okrajová zóna.

a) plocha 15×20 čtverečků: jádrová zóna při okraji 1 čtvereček (středně zeleně) je 234 čtverečků ~ 78 % celkové rozlohy; při okraji 2 čtverečky je 176 čtverečků ~ 59 % celkové rozlohy.

b) nepravidelný tvar s okrajovou zónou 1 čtvereček: jádrová zóna je 175 čtverečků ~ 58 % celkové rozlohy.

c) nepravidelný tvar s okrajovou zónou 2 čtverečky: jádrová zóna je 91 čtverečků ~ 30 % celkové rozlohy.

Nakonec studenty seznamte s praktickými radami pro vymezování chráněných území (viz Obr. 9). Doporučuji vždy prezentovat dvojici chráněných území – vytištěné z Obr. 12[13] - a nechat třídu hlasovat o tom, která varianta bude lepší a nechat je vymyslet proč. Učitel prozradí správnou variantu a důvody pro ni až na závěr. Alternativně můžete tuto část pojmout jako soutěž – třídu rozdělte na 3 družstva a každému družstvu dejte k posouzení dvě dvojice území. Které družstvo nejlépe posoudí vhodnost území, vyhrává (a např. dostává malou jedničku/bod…).



Obr. 12: Slepé kartičky dvojic chráněných území. Obr. 12 odpovídá Obr. 9, ale byla odstraněna hlavička a pořadí některých dvojic bylo zaměněno, aby řešení nebylo pro studenty jednoduché.

Ověření znalostí studentů

Klíčovou součástí vyučování je ověření znalostí, dovedností a kompetencí studentů. Z tohoto důvodu jsou součástí tohoto učebního cyklu testové otázky. Z praktických důvodů, aby učitelé mohli snadno kopírovat otázky do vlastních testů apod., jsou testovací otázky uvedeny v samostatném dokumentu Robinsoni na ostrovech – Testy ve formátu

[13] ten je totožný s Obr. 10, ale některé položky byly přeházeny

.doc. Dokument obsahuje:

- sadu výběrových otázek;
- sadu otázek s obrázky – studenti mají za úkol popsat obrázek, vyznačit něco na obrázku nebo na základě obrázku odpovědět na položenou otázku;
- sadu úloh, které vyžadují po studentech doplnit vhodné výrazy do textu.

Dle Vaší předchozí výuky a potřeb si můžete různě otázky namixovat a použít do různých testů nebo jiných forem zkoušení. Na závěr každé sady otázek je autorské řešení.

Literatura

Brown J. H., Lomolino M. V. (1998). Biogeography. Sunderland, Mass.: Sinauer.

Bush M.B., Whittaker R.J. (1991): Krakatau: colonization patterns and hierarchies. Journal of Biogeography 18: 341-356.

Ehrlich P.R., Dobkin D.S., Whey D. (1988): Island Biogeography. Dostupné online: https://web.stanford.edu/group/stanfordbirds/text/essays/Island_Biogeography.html (cit. ze dne 7.2.2015)

MacArthur R. H., Wilson E. O. (1963): An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography. Evolution 17: 373-387.[14]

MacArthur R. H., Wilson E. O. (1967). The Theory of Island Biogeography. Princeton, NJ: Princeton University Press.

MacKinnon K., Hatta G., Halim H., Mangalik A. (1996): The Ecology of Kalimantan. Periplus Editions.[15]

Yu A.D., Lei S.A. (2001): Equilibrium Theory of Island Biogeography: A Review. USDA Forest Service Proceedings: 163-171.[16]

Zdroj obrázků je vždy citován v záhlaví příslušného obrázku. Není-li citace uvedena, byl obrázek vytvořen autorkou speciálně pro tuto aktivitu.

silueta netopýra Obr. 5: staženo http://wiki.rvp.cz/Kabinet%2F0.0.0.Kliparty%2FZ%2FLetouni, kde jako zdroj uvedeno: „Tento obrázek pochází ze stránek Wikimedia Commons, kde je publikován pod licencí: Public domain (Volné dílo)“ (citace ze dne 5.2. 2015)

[14] dostupná on-line: http://www.uvm.edu/~pdodds/research/papers/others/1963/macarthur1963a.pdf [15] dostupná on-line: https://books.google.cz/books?

[15] dostupná on-line: https://books.google.cz/books?id=FFXRAgAAQBAJ&pg=PT65&lpg=PT65&dq=whitten+1987+mammal+fauna+indonasian+islands&source=bl&ots=smlu3YC7gv&sig=beNMZwPymgonVmHEwI8T_o873rQ&hl=cs&sa=X&ei=UE7WVN-VI8mj7AbMv4HgBg&ved=0CDIQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false

[16] dostupné online: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p021/rmrs_p021_163_171.pdf

Vazba na RVP

Cyklus se vztahuje k následujícím cílům RVP pro gymnázia:

1. **Environmentální výchova (kap. 6.4):** V oblasti postojů a hodnot:

uvědomovat si specifické postavení člověka v přírodním systému a jeho odpovědnost za další vývoj na planetě;

projevovat pokoru, úctu k hodnotám, které neumí vytvořit člověk, oceňovat hodnotu přírody, vnímat a být schopen hodnotit různé postoje k postavení člověka v přírodě a k chování člověka vůči přírodě;

vnímat místo, ve kterém žije, a změny, které v něm probíhají, a cítit zodpovědnost za jeho další vývoj, a to nejen z hlediska životního prostředí.

V oblasti vědomostí, dovedností a schopností:

poznat složitou propojenost přírodních systémů a pochopit, že narušení jedné složky systému může vést ke zhroucení celého systému;

znát z vlastní zkušenosti přírodní a kulturní hodnoty ve svém okolí, uvažovat o nich v souvislostech a chápat příčiny a následky jejich poškozování;

hledat příčiny neuspokojivého stavu životního prostředí v minulosti i současnosti a hledat možnosti dalšího vývoje;

pochopit velkou provázanost faktorů ekologických s faktory ekonomickými a sociálními a být schopen vybrat optimální řešení v reálných situacích;

nahlížet různé aspekty ekologických problémů, vytvářet si vlastní názor a postoj k nim;

propojit poznatky a dovednosti z jednotlivých vzdělávacích oblastí a využívat je při řešení environmentální problematiky.

PROBLEMATIKA VZTAHŮ ORGANISMŮ A PROSTŘEDÍ

- Jak ovlivňuje prostředí organismy, které v něm žijí, a které abiotické/biotické vlivy na organismus působí
- Jak lze charakterizovat populace, jejich vlastnosti a vzájemné vztahy

ČLOVĚK A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

- Jak ovlivňuje člověk životní prostředí od počátku své existence po současnost a jaké je srovnání těchto forem ovlivňování z hlediska udržitelnosti
- Čím jsou významné organismy pro člověka, jaké jsou příčiny vzniku a zániku některých rostlinných a živočišných druhů a jaké jsou formy jejich ochrany

2. **Biologie (kap. 5.3.3)**

Cyklus se dotýká především částí:

- Ekologie, všech jejích částí, čili:

používá správně základní ekologické pojmy

objasňuje základní ekologické vztahy

Biologie rostlin

- zhodnotí problematiku ohrožených rostlinných druhů a možnosti jejich ochrany

zhodnotí problematiku ohrožených živočišných druhů a možnosti jejich ochrany

3. Metamatika (kap. 5.2 a 5.2.1) Cyklus se dotýká cíle:

Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

- osvojování základních matematických pojmů a vztahů postupnou abstrakcí a zobecňováním na základě poznávání jejich charakteristických vlastností;
- určování, zařazování a využívání pojmů, k analýze a zobecňování jejich vlastností;
- vytváření zásoby matematických pojmů, vztahů, algoritmů a metod řešení úloh a k využívání osvojeného matematického aparátu;
- analyzování problému a vytváření plánu řešení, k volbě správného postupu při řešení úloh a problémů, k vyhodnocování správnosti výsledku vzhledem k zadaným podmínkám;
- práci s matematickými modely, k vědomí, že k výsledku lze dospět různými způsoby;
- rozvoji logického myšlení a úsudku, vytváření hypotéz na základě zkušenosti nebo pokusu, k jejich ověřování nebo vyvracení pomocí protipříkladů;
- pochopení vzájemných vztahů a vazeb mezi okruhy učiva a k aplikaci matematických poznatků v dalších vzdělávacích oblastech;
- přesnému vyjadřování a zdokonalování grafického projevu, k porozumění matematickým termínům, symbolice a matematickému textu;
- zdůvodňování matematických postupů, k obhajobě vlastního postupu;
- rozvíjení dovednosti pracovat s různými reprezentacemi;
- užívání kalkulátoru a moderních technologií k efektivnímu řešení úloh a k prezentaci výsledků;
- rozvíjení zkušeností s matematickým modelováním (k činnostem, kterými se učí poznávat a nalézat situace, v nichž se může orientovat prostřednictvím matematického popisu), k vyhodnocování matematických modelů, k poznávání mezí jejich použití, k vědomí, že realita je složitější než její matematický model, že daný model může být vhodný pro více situací a jedna situace může být vyjádřena různými modely);
- rozvíjení geometrického vidění a prostorové představivosti;
- pochopení matematiky jako součásti kulturního dědictví a nezaměnitelného způsobu uchopování světa.

Z hlediska matematiky a její aplikace:

ZÁVISLOSTI A FUNKČNÍ VZTAHY

Očekávané výstupy

žák

- načrtne grafy požadovaných funkcí (zadaných jednoduchým funkčním předpisem) a určí jejich vlastnosti
- formuluje a zdůvodňuje vlastnosti studovaných funkcí a posloupností

- aplikuje vztahy mezi hodnotami exponenciálních, logaritmických a goniometrických funkcí a vztahy mezi těmito funkcemi
- modeluje závislosti reálných dějů pomocí známých funkcí
- řeší aplikační úlohy s využitím poznatků o funkcích a posloupnostech

2 Pravidla hry Ostrovy

Ostrovy

Ostrovy je didaktická hra pro 2-4 hráče demonstrující základní principy ostrovní biogeografie, která inspirovala nespočet ekologických vědeckých výzkumů. Pro hru je potřeba (šedivým polem označené položky je možné vytisknout z dokumentu Hra Ostrovy - podklady):

64 kartiček hracího plánu představujících moře (54 ks) a ostrovy (10 ks);

2-4 (dle počtu hráčů) × 8 figurek, které budou představovat zvířata (lze použít figurky z Člověče nezlob se nebo jiné deskové hry, kameny na dámu, šachové figurky, kostičky z Lega 4 x 4 puntíky nebo jakékoli jiné vhodné předměty);

36 kartiček zvířat: á 6 kartiček pro zvířata opice (dosah 1, nelétá), motýl (dosah 2, létá), krysa (dosah 3, nelétá), krokodýl (dosah 3, nelétá), netopýr (dosah 4, létá s pamětí), pták (dosah 5, létá s pamětí);

36 kartiček událostí:

a) narození jednoho zvířete (6 ks);

b) vysoká natalita (2 ks): narození všech chybějících zvířat;

c) extinkce (6 ks): zvíře daného druhu na ostrově umře;

d) nepříznivý vítr (5 ks): snižující dosah migrace o 1 pro létající zvířata;

e) příznivý vítr (5 ks): zvyšující dosah migrace o 1 pro létající zvířata;

f) potrava na cestě (6 ks): zvyšující dosah o 1 všem zvířatům;

g) zima (5 ks): snižující dosah o 1 všem zvířatům;

h) orkán (1 ks): snižující dosah o 2 všem kromě krokodýla;

Drobné kartičky s piktogramy zvířat (á 32 ks od každého zvířete). Případně můžete použít jiný označovač (např. jednokostičku Lega různé barvy, kterou postavíte na kostičku Lega, která představuje zvíře).

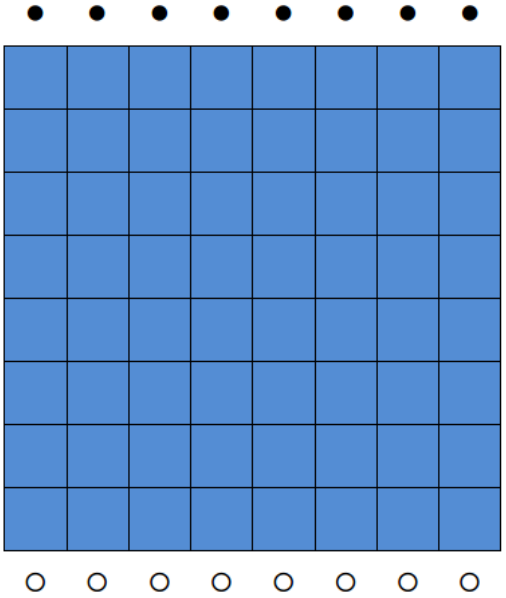
Úvodní příběh:

Na pevnině se přemnožily populace opic, motýlů, krys, krokodýlů, netopýrů a ptáků, které vytlačují nadbytečné jedince ven z původních teritorií. Těm nezbývá nic jiného než migrací se pokusit objevit nové teritorium, kde by mohli v klidu žít a množit se. Cesta však je nejistá a jen někteří z nich přežijí.

Jak hrát:

Namíchané kartičky představující moře a ostrovy rozložte do pravidelné sítě 8 × 8 kartiček prázdnou stranou nahoru tak, aby nebylo zřejmé, kde leží moře (vlna) a kde ostrov (šedivé pole). Pro usnadnění můžete jako podložku použít šachovnici.

Rozmístěte figurky představující zvířata podél pobřeží tak, že 8 zvířat každého hráče stojí právě u jedné krajní kartičky podél jedné strany herního pole - pobřeží (viz Obr. 1). Hrají-li dva hráči, obsadí protilehlá pobřeží. Na začátku hry jsou zvířata anonymní a během hry se mohou stát jakýmkoli druhem, které jim hráč v dalších kolech na základě tahu karet přiřkne.



Obr. 1. Úvodní rozestavení herního pole, pokud hrají dva hráči (s černými a bílými figurami).

Hráči se pravidelně střídají, a to až do doby, kdy **jeden z hráčů nemůže táhnout** – **hra končí**. **Hra končí** také, když hráči **vylížou celé balíky zvířat a událostí**. **Vyhrává hráč, který měl více zvířat na ostrovech.**

V každém kole hráč sejme jednu kartičku z namíchaného balíku kartiček zvířat a jednu kartičku z namíchaného balíku událostí. Po aplikaci kartiček jsou využité kartičky odloženy stranou. Hráč se rozhodne, kterému dosud anonymnímu zvířeti[17] přiřadí roli zvířete (označí zvíře daným druhem tím, že svou figurku postaví na piktogram druhu, které si vytáhl). Alternativou je táhnout již identifikovaným zvířetem daného druhu (na začátku hry žádná taková pochopitelně nejsou). Toto zvíře bude táhnout v daném kole. Hráč uplatní, je-li relevantní, kartičku událostí (viz dále) a táhne zvířetem. V každém kole musí hráč postoupit alespoň o jedno neobjevené (neotočené) políčko nebo postoupit dále do moře od své pevniny. Pokud by to znamenalo nevyhnutelnou smrt jedince (všechna pole směrem do moře jsou známá a zvíře nedoletí na volný ostrov), hráč táhnout nemůže. Pokud nemůže hráč táhnout, hra končí (viz výše).

Zvíře může (ale nemusí) postoupit právě o tolik polí, jaké má dosah (základní dosah může být upraven dle kartičky událostí tažené v daném kole – viz kartičky d až h). Zvířata postupují jen ve směru dopředu/dozadu, vlevo/vpravo (nikoli diagonálně). Postup podél pobřeží je možný jen tehdy, nepřekáží-li zvířeti v cestě jiné zvíře. Pokud zvíře postupuje do moře, odkrývá postupně kartičky pod sebou. Narazí-li na ostrov (šedivá kartička), může ostrov obsadit (nemusí pokračovat dál) – k obsazování ostrova viz dále. Zvířata se mohou <u>při cestě nad mořem</u> vrátit maximálně o 1 pole zpět s výjimkou ptáků a netopýrů, kteří se mohou vracet a měnit směr nad mořem, jak je libo. Zůstane-li zvíře při svém maximálním dosahu nad mořem, umírá a je odloženo stranou – na hřbitov.

Ostrov může být obsazen maximálně 2 zvířaty průměrně na plochu ostrova (tedy ostrov o velikosti 1 mohou obsadit max. 2 zvířata, ostrov o velikosti 2 mohou obsadit 4 zvířata – 3 mohou být na jedné kartičce a jedno na druhé, atd.). Jedinou výjimku představuje chvíle narození zvířete na ostrově (viz kartičky událostí), kdy ihned po narození potomka může být na ostrově zvýšený počet zvířat, v daném kole však musí toto zvíře emigrovat! Na ostrově přednostně zůstávají starousedlíci; nově příchozí nebo narozený jedinec má smůlu a musí si hledat jiný ostrov.

Pohyb a osud zvířat mohou upravovat kartičky událostí:

a) ***Narození zvířete*** – pokud je na hřbitově k dispozici zvíře daného hráče, jedno zvíře ožije. Zvíře se narodí jako zvíře daného druhu (dáno tahem v kole) na pobřeží. Je-li k dispozici více volných míst, hráč si sám zvolí, kde se zvíře narodí. Má-li hráč k dispozici zvíře na ostrově, může se rozhodnout, že narozené zvíře se nenarodí na pevnině, ale je potomkem zvířete na ostrově. Zvíře se může narodit na ostrově, i pokud je ostrov plně obsazen, ale v takovém případě musí během tohoto kola z ostrova emigrovat. Hráč v daném kole může táhnout libovolným zvířetem, které odpovídá danému druhu dle tažené karty zvířete – nikoli nutně narozenou figurou.

b) ***Vysoká natalita*** – obdoba kartičky narození, lišící se tím, že v daném kole se narodí **všechny** figury daného hráče, které byly na hřbitově.

c) ***Extinkce*** – pokud má hráč zvíře odpovídající taženému druhu na ostrově, toto zvíře umírá a putuje na hřbitov. Má-li jich více, může si vybrat, které z nich to bude.

d) až h) Kartičky upravující dosah zvířete dle popisu na kartičce.

[17] Zvíře je anonymní do svého prvního tahu. Jakmile se pohne (byť po pobřeží), je znám jeho druh.

3 Ověření znalostí studentů

Anotace

Dokument doplňuje text Robinsoni na ostrově několika sadami různých otázek a úkolů pro ověření znalostí a pochopení ostrovní teorie. Učitel může vybrané otázky nakopírovat do svých vlastních testů nebo je použít jiným způsobem. Součástí je také autorské řešení otázek. Materiál obsahuje:

- Výběrové otázky: sada 10 výběrových otázek ve variantě A a B lišících se pořadím otázek a odpovědí. Není-li řečeno jinak, je správně 1 odpověď.

- Otázky s obrázky – sada 12 otázek. Studenti mají za úkol popsat obrázek, vyznačit něco na obrázku nebo na základě obrázku odpovědět na položenou otázku.

- Osm úkolů, které vyžadují po studentech doplnit vhodné výrazy do textu.

1. Výběrové otázky:

var. A:

1. Ve kterém případě bude na ostrově nejvíce druhů?

a) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 ha
b) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 km^2
c) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 km^2
d) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 ha

2. Vyberte pravdivá tvrzení. (Více možností může být správně.)

a) rychlost imigrace na ostrov s časem klesá
b) rychlost imigrace s časem roste
c) rychlost extinkce s časem klesá
d) rychlost extinkce s časem roste

3. Kde najdete nejméně druhů?

a) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 m od pevniny
b) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 km od pevniny
c) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 m od pevniny
d) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 km od pevniny

4. Který z následujících druhů snáze kolonizuje ostrov 2 000 km od pevniny?

a) pěnkava
b) myš
c) prase
d) žába

5. Na kterém z následujících vnitrozemských ostrovů bude nejvíce druhů, jsou-li ostatní parametry ovlivňující počet druhů shodné?

a) rašeliniště o ploše 200 m2
b) slatiniště o ploše 2 ha
c) rašelinná louka o ploše 2 ary
d) zrašelinělé prameniště o ploše 10 m2

6. Které rostlinné uzpůsobení umožňuje rostlinám nejrychleji kolonizovat vzdálené ostrovy?

a) epizoochorie
b) barochorie
c) anemochorie
d) endozoochorie

7. Na ostrovech typicky naleznete více:

a) karnivorů
b) parazitů

c) predátorů
d) endemitů

8. Darwinovy pěnkavy nebo šatovníci z Havajských ostrovů jsou typickým příkladem:
a) extinkce
b) adaptivní radiace
c) fragmentace
d) predace

9. Který biotop se v naší krajině typicky chová jako vnitrozemský ostrov? (Více možností může být správně.)

a) smrková monokultura
b) řepkové pole
c) prameniště
d) skalní výchoz

10. Co je to zdrojová populace v metapopulační teorii? (Více možností může být správně.)

a) Populace, u níž je natalita vyšší než mortalita.
b) Populace, u níž je natalita menší než mortalita.
c) Populace, která svými emigranty přispívá k udržení propadové populace.
d) Populace, která díky emigrantům z propadových populací přežívá

Řešení:

1. (b)
2. (a) (d)
3. (d)
4. (a)
5. (b)
6. (c)
7. (d)
8. (b)
9. (c) (d)
10. (a) (c)

var. B:

1. Vyberte pravdivá tvrzení. (Více možností může být správně.)

a) rychlost extinkce s časem klesá
b) rychlost imigrace na ostrov s časem klesá
c) rychlost imigrace s časem roste
d) rychlost extinkce s časem roste

2. Který biotop se v naší krajině typicky chová jako vnitrozemský ostrov? (Více možností může být správně.)

a) skalní výchoz
b) smrková monokultura
c) prameniště
d) řepkové pole

3. Ve kterém případě bude na ostrově nejvíce druhů?

a) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 km^2
b) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 km^2
c) ostrov je 1 000 km od pevniny a má 2 ha
d) ostrov je 500 km od pevniny a má 2 ha

4. Kde najdete nejméně druhů?

a) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 m od pevniny
b) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 m od pevniny
c) na ostrově, který vznikl v prvohorách a je 200 km od pevniny
d) na ostrově, který vznikl ve čtvrtohorách a je 200 km od pevniny

5. Co je to zdrojová populace v metapopulační teorii? (Více možností může být správně.)

a) Populace, která svými emigranty přispívá k udržení propadové populace.
b) Populace, u níž je natalita vyšší než mortalita.
c) Populace, u níž je natalita menší než mortalita.
d) Populace, která díky emigrantům z propadových populací přežívá

6. Které rostlinné uzpůsobení umožňuje rostlinám nejrychleji kolonizovat vzdálené ostrovy?

a) anemochorie
b) endozoochorie
c) barochorie
d) epizoochorie

7. Na ostrovech typicky naleznete více:

a) endemitů
b) predátorů
c) parazitů
d) karnivorů

8. Na kterém z následujících vnitrozemských ostrovů bude nejvíce druhů, jsou-li ostatní parametry ovlivňující počet druhů shodné?

a) rašeliniště o ploše 200 m^2
b) rašelinná louka o ploše 2 ary
c) slatiniště o ploše 2 ha
d) zrašelinělé prameniště o ploše 10 m^2

9. Který z následujících druhů snáze kolonizuje ostrov 2 000 km od pevniny?

a) žába
b) pěnkava
c) myš
d) prase

10. Darwinovy pěnkavy nebo šatovníci z Havajských ostrovů jsou typickým příkladem:

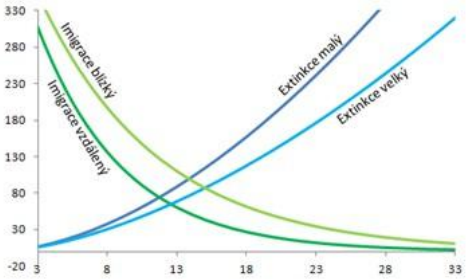
a) adaptivní radiace
b) extinkce
c) predace
d) fragmentace

Řešení

1. (b) (d)
2 . (a) (c)
3. (a)
4. (d)
5. (a) (b)
6. (a)
7. (a)
8. (c)
9. (b)
10. (a)

2. Otázky s obrázky

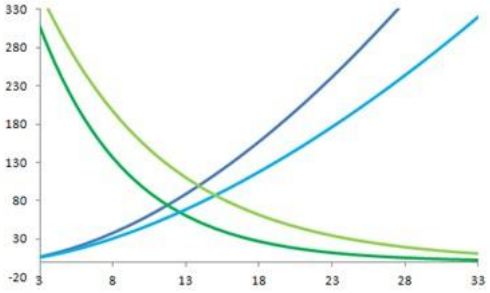
1. Zobrazuje-li graf rychlost imigrace a extinkce na velkých/malých ostrovech a ostrovech blízkých/vzdálených, na které kombinaci vlastností ostrovů bude nejvyšší počet druhů?



_____

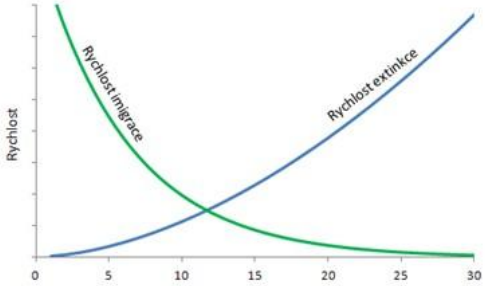
2. Doplňte do obrázku popisky křivek:

Možnosti: imigrace blízký ostrov, extinkce velký ostrov, imigrace vzdálený ostrov, extinkce malý ostrov

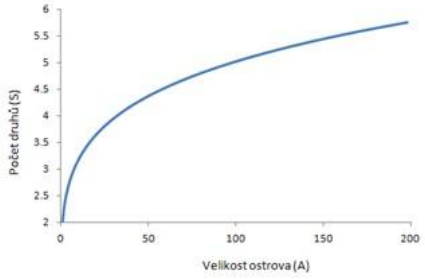


_____

3. V grafu vyznačte, kolik druhů bude na ostrově po dosažení rovnovážného stavu.

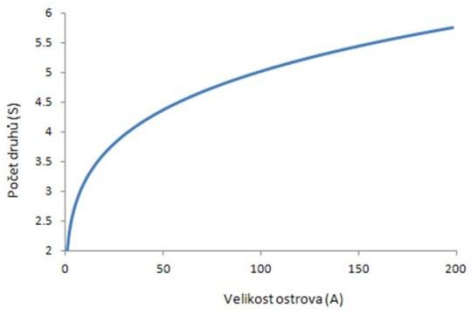


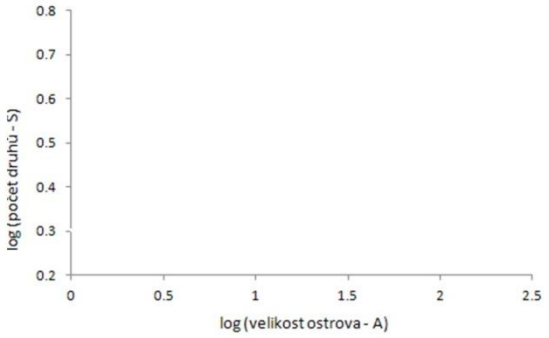
4. Jakou funkcí můžete popsat křivku v grafu popisující závislost počtu druhů na ostrově a velikosti ostrova?



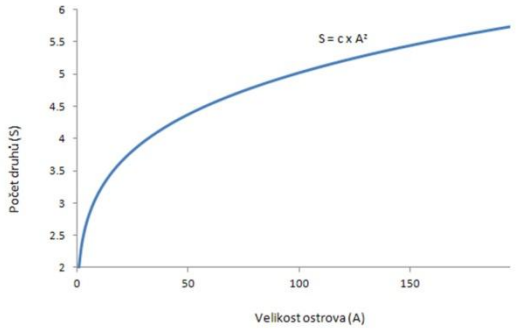
Napište její obecný zápis: _____

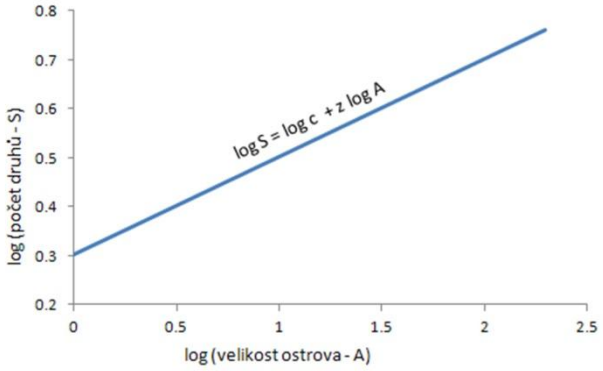
5. Do grafu vpravo načrtněte, co se stane s logaritmickou křivkou popisující závislost počtu druhů (S) na velikosti ostrova (A), zlogaritmujete-li obě proměnné.





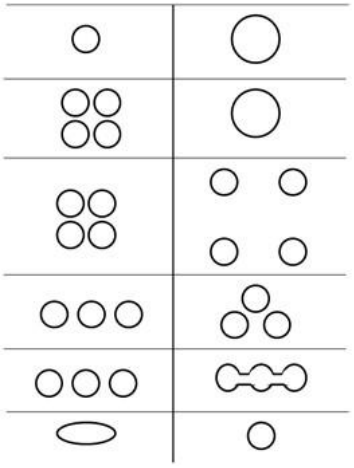
6. Je-li vztah závislosti počtu druhů (S) na velikosti ostrova (A) logaritmickou funkcí, co je koeficient **c** a koeficient **z** této funkce po logaritmické transformaci proměnných? Napoví Vám graf níže.



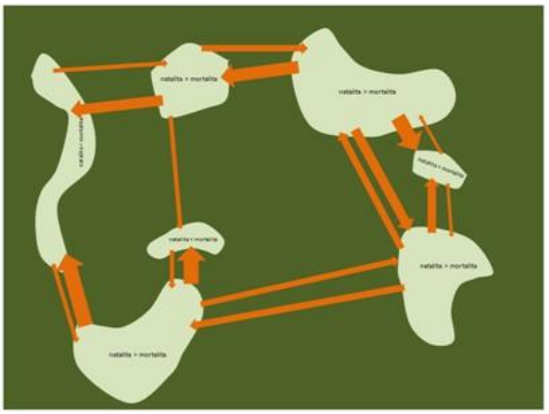


7. Spočítejte plochu jádrového území a jeho zastoupení na celkové ploše území v procentech.

8. Označte, které vymezení z dvojic chráněných území je lepší.



9. Které populace jsou zdrojové a které propadové v následujícím schématu?



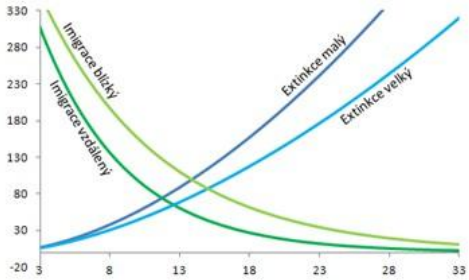
10. Jsou-li ostatní parametry ostrovů stejné, který z těchto ostrovů je větší? MacKinnon et al. (1996)

11. Jsou-li ostatní parametry ostrovů stejné, který z těchto ostrovů je dále od pevniny? MacKinnon et al. (1996)

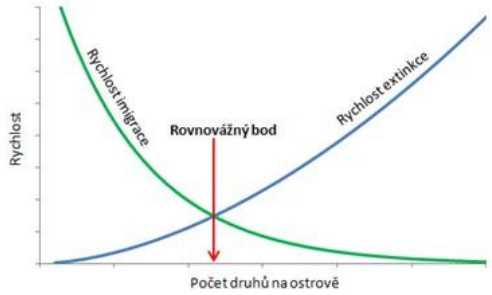
12 . Jsou-li ostatní parametry ostrovů stejné, který z těchto ostrovů je geologicky starší?

Řešení:

1. velký blízký ostrov
2. .

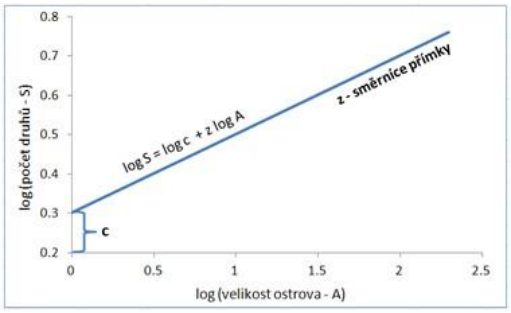


3. ca 12 druhů:



4. logaritmickou: $S = c \times A^Z$ (pro koeficienty c a z mohou být použity i jiné symboly, např. x a y)

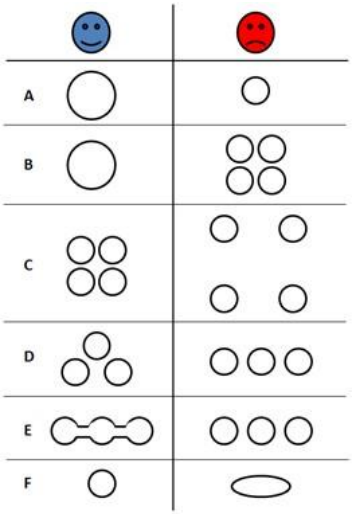
5. .



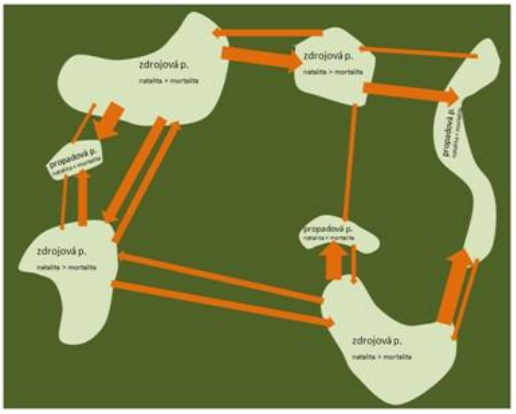
6. z - směrnice přímky, c - průsečík s osou y (počet druhů - S)

7. poloměr jádrového území je 30 m Þ plocha jádrového území je 2 826 m^2 ($30^2 \times \pi$), celková plocha je 31 400 m^2 ($\pi \times 100^2$), čili jádrové území tvoří 9 % území.

8.



9.



10. vpravo

11. vlevo

12. vlevo

2. Doplňte vhodné výrazy do textu

1. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Robert MacArthur a Edward Wilson si při studiu tichomořských ostrovů všimli některých obecně platných vlivů na počet druhů na ostrově, a to především, že na větších ostrovech je (1)_____druhů než na malých, že na ostrovech vzdálených více od pevniny je (2)__druhů než na ostrovech blízkých pevnině a že na geologicky starých ostrovech je (3)_____druhů než na geologicky mladších.

2. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie vychází z toho, že rychlost imigrace nových druhů na ostrov s časem (1)__, naopak s časem (2)_____rychlost extinkce. Obě závislosti můžeme modelovat (3)_____funkcí. Existuje (4)____, na němž se počet druhů na ostrově po určité době ustálí. Nalezneme jej na (5)_____křivek rychlosti imigrace a extinkce.

3. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Rychlost (1)_____je menší na velkých ostrovech než na malých, proto velké ostrovy hostí (2)__druhů než ostrovy malé. Rychlost (3)_____je vyšší na ostrovech blíže pevniny než na ostrovech vzdálených, proto ostrovy blíže pevniny hostí (4) _____druhů než ostrovy vzdálené.

4. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Závislost počtu druhů (S) na velikosti plochy (A), např. ostrova, byla opakovaně popsatelná (1)___funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: (2)__. Pokud logaritmicky transformuje obě proměnné, závislost proměnných je (3)__funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: (4)_____.

5. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Pro ostrovy je typické, že hostí velké množství (1)_____- druhů, které nikde jinde nežijí. Důvodem je, že druhy, které se kdysi na ostrov dostaly, se přizpůsobily místním podmínkám a změnily se v jiné druhy adaptované na specifický způsob života, tak (2)_____z původního jednoho druhu mohla vzniknout celá řada druhů nových.

Tyto druhy jsou však náchylné k vymření, objeví-li se nové vlivy - např. imigrace predátora na ostrov. Důvodem je (jmenujte dva možné důvody): (3)_____; (4)_____.

6. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Ostrovní teorie byla aplikována často i na biotopy na pevnině. Příkladem takových vnitrozemských ostrovů může být (jmenujte alespoň 4 příklady): (1)__, (2)_____, (3)_____. (4)_____.

I u nich můžeme pozorovat specifické druhové složení, vysoký podíl (5)_____(druhů, které jinde nežijí), a velkou zranitelnost a tedy riziko (6)_____jejich druhů.

7. Doplňte vhodné výrazy do textu:

(1)_____dynamika popisuje systém subpopulací, které vzájemnou migrací mezi sebou komunikují. (2)_____ _____populace mají natalitu vyšší než mortalitu, a tedy svými emigranty dotují (3)_____populace. Dojde-li k vymření (4)_____populace nebo ke vzniku migrační bariéry, vymře i (5)_____populace, která je zcela závislá na imigraci.

8. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Při vytyčování chráněných území je potřeba brát v úvahu tzv. (1)_____zónu, která není často vhodným biotopem druhů, které chceme územím chránit. Zde do sebe přecházejí oba sousedící biotopy - mluvíme o tzv. (2)_____.

Tato zóna je relativně (3)_____u protáhlých a nepravidelných tvarů chráněného území než u kruhovitých území. Čím je tato zóna širší, tím je také výrazně (4)_____relativní velikost jádrové zóny.

Řešení:

1. Robert MacArthur a Edward Wilson si při studiu tichomořských ostrovů všimli některých obecně platných vlivů na počet druhů na ostrově, a to především, že na větších ostrovech je **více** druhů než na malých, že na ostrovech vzdálených více od pevniny je **méně** druhů než na ostrovech blízkých pevnině a že na geologicky starých ostrovech je **více** druhů než na geologicky mladších.

2. Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie vychází z toho, že rychlost imigrace nových druhů na ostrov s časem **klesá**, naopak s časem **roste** rychlost extinkce. Obě závislosti můžeme modelovat **exponenciální** funkcí. Existuje **rovnovážný bod**, na němž se počet druhů na ostrově po určité době ustálí. Nalezneme jej na **průsečíku** křivek rychlosti imigrace a extinkce.

3. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Rychlost **extinkce** je menší na velkých ostrovech než na malých, proto velké ostrovy hostí **více** druhů než ostrovy malé. Rychlost **imigrace** je vyšší na ostrovech blíže pevniny než na ostrovech vzdálených, proto ostrovy blíže pevniny hostí **více** druhů než ostrovy vzdálené.

4. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Závislost počtu druhů (S) na velikosti plochy (A), např. ostrova, byla opakovaně popsatelná **logaritmickou** funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: $\mathbf{S=c \times A^Z}$ (*pochopitelně označení koeficientů c a z může být i jinými písmeny*). Pokud logaritmicky transformuje obě proměnné, závislost proměnných je **lineární** funkcí, kterou můžeme zapsat následovně: **logS=logc + zlogA** (*pochopitelně mohou být použity logaritmy o jiných základech včetně přirozeného logaritmu*).

5. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Pro ostrovy je typické, že hostí velké množství **endemitů** - druhů, které nikde jinde nežijí. Důvodem je, že druhy, které se kdysi na ostrov dostaly, se přizpůsobily místním podmínkám a změnily se v jiné druhy adaptované na specifický způsob života, tak **adaptivní radiací/radiační speciací** původního jednoho druhu mohla vzniknout celá řada druhů nových.

Tyto druhy jsou však náchylné k vymření, objeví-li se nové vlivy - např. imigrace predátora na ostrov. Důvodem je (jmenujte alespoň dva možné důvody: **malá genetická variabilita** (z důvodu efektu zakladatele); **druhy nebyly dlouhodobě zvyklé se s tímto vlivem vypořádávat/pokud by byly žily na pevnině, už by dávno vyhynuly a my bychom o nich nevěděly**.

6. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Ostrovní teorie byla aplikována často i na biotopy na pevněni. Příkladem takových vnitrozemských ostrovů může být (jmenujte alespoň 4 příklady):
_____,_____,_____._____. *zde nelze podat úplný výčet správných odpovědí, pro příklady viz dokument Robinsoni na ostrovech.*

I u nich můžeme pozorovat specifické druhové složení, vysoký podíl **endemitů** (druhů, které jinde nežijí), a velkou zranitelnost a tedy riziko **vymření/extinkce** jejich druhů.

7. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Metapopulační dynamika popisuje systém subpopulací, které vzájemnou migrací mezi sebou komunikují. **Zdrojové/source** populace mají natalitu vyšší než mortalitu, a tedy svými emigranty dotují **propadové/sink** populace. Dojde-li k vymření **zdrojové/source** populace nebo ke vzniku migrační bariéry, vymře I **propadová/sink** populace, která je zcela závislá na imigraci.

8. Doplňte vhodné výrazy do textu:

Při vytyčování chráněných území je potřeba brát v úvahu tzv. **přechodovou/okrajovou** zónu, která není často vhodným biotopem druhů, které chceme územím chránit. Zde do sebe přecházejí oba sousedící biotopy - mluvíme o tzv. **ekotonu**.

Tato zóna je relativně **větší** u protáhlých a nepravidelných tvarů chráněného území než u kruhovitých území. Čím je tato zóna širší, tím je také výrazně **menší** relativní velikost jádrové zóny.

Literatura

MacKinnon K., Hatta G., Halim H., Mangalik A. (1996): The Ecology of Kalimantan. — Periplus Editions.[18]

[18] dostupná on-line: https://books.google.cz/books?id=FFXRAgAAQBAJ&pg=PT65&lpg=PT65&dq=whitten+1987+mammal+fauna+indonasian+islands&source=bl&ots=smlu3YC7gv&sig=beNMZwPymgonVVI8mj7AbMv4HgBg&ved=0CDIQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false

Slunce na Zemi

Cyklus Slunce na Zemi zahrnuje několik dílčích aktivit, jejichž prostřednictvím se studenti seznámí s osudem slunečního záření na Zemi, konkrétně s čistou radiací a jejími jednotlivými složkami a dozvědí se, jak vegetace a jiný rostlinný povrch ovlivňuje počasí a jak přispívá k chlazení ekosystémů a malému cyklu vody. Pochopí také fyzikální princip skleníkového efektu, který brání okamžitému vyzáření sluneční energie do vesmíru, a tím udržuje vhodné klima pro život na Zemi. V praxi si studenti ověří některé informace měřením a pomocí výpočtů si uvědomí, o jaké energie se v ekosystémech jedná. V neposlední řadě se v rámci aktivity studenti setkají s běžným populárně naučným textem v angličtině a rozšíří si slovní zásobu. Znalosti si studenti zopakují v poslední aktivitě, která je navíc přiměje přemýšlet o problematice v širším socio-ekonomickém kontextu.

Cílová skupina/náročnost:

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo vyššího stupně víceletých gymnázií, především ve vyšších ročnících.

Autor:

Mgr. Alena Dostálová, Ph.D.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Slunce na Zemi

Anotace

Cyklus Slunce na Zemi zahrnuje několik dílčích aktivit, jejichž prostřednictvím se studenti seznámí s osudem slunečního záření na Zemi, konkrétně s čistouradiací a jejími jednotlivými složkami a dozví se, jak vegetace a jiný rostlinný povrch ovlivňuje počasí a jak přispívá k chlazení ekosystémů a malému cyklu vody. Pochopí také fyzikální princip skleníkového efektu, který brání okamžitému vyzáření sluneční energie do vesmíru, a tím udržuje vhodné klima pro život na Zemi. V praxi si studenti ověří některé informace měřením a pomocí výpočtů si uvědomí, o jaké energie se v ekosystémech jedná. V neposlední řadě se v rámci aktivity studenti setkají s běžným populárně naučným textem v angličtině a rozšíří si slovní zásobu. Znalosti si studenti zopakují v poslední aktivitě, která je navíc přiměje přemýšlet o problematice v širším socio-ekonomickém kontextu.

Ačkoli můžete ve výuce využít jen některé dílčí aktivity cyklu Slunce na Zemi, doporučuji pro komplexní pochopení problematiky, zařadit do výuky všechny, pokud možno v pořadí, v jakém jsou v cyklu za sebou řazeny:

1. **Anglický článek Earth´s Energy Budget**

Studenti se prostřednictvím anglického populárně naučného textu seznámí s osudem slunečního záření na Zemi, s energetickou bilancí Země a s vlivem skleníkových plynů na energetickou bilanci Země. Součástí aktivity je seznam anglických termínů, které rozšíří slovní zásobu o odborné termíny z této problematiky.

2. **Prezentace Slunce na Zemi**

Prezentace navazuje na předchozí aktivitu a seznamuje studenty s osudem té části slunečního záření, která výrazně ovlivňuje terestrické ekosystémy. Důraz je kladen na vliv bioty na změnu poměrů hlavních energetických toků – především latentního tepla a pocitového tepla, včetně vazby na malý cyklus vody.

3. **Mikroklimatická měření**

Mikroklimatickým měřením na různých stanovištích si studenti ověří, že různé krajinné povrchy transformují sluneční záření do různých složek, a některé pokryvy se tedy více zahřívají než jiné.

4. **Kdesi v hlubokém vesmíru – revize znalostí studentů**

Aktivita formou příběhu proloženého otázkami reviduje znalosti studentů o tématu a nutí je uvažovat o problematice v širokém socio-ekonomickém kontextu.

Cíle a cílové výstupy

Cíle:

1. Seznámit studenty s osudem slunečního záření na Zemi.
2. Seznámit studenty s jednotlivými složkami radiační bilance a vštípit jim základní představu o tom, jak různé krajinné pokryvy ovlivňují jednotlivé složky radiační bilance.
3. Pochopit, jak změny v radiační bilanci mohou měnit klimatické podmínky na Zemi, biotu i jak mohou

   ovlivňovat socio-ekonomické prostředí. Cílové výstupy:

ad 1.

- studenti ví, co je solární konstanta a znají jednotlivé složky radiační bilance Země;

- studenti rozumí proč je solární záření především ve viditelném spektru a proč je odražené záření Země především v dlouhovlnném infračerveném záření a rozumí vlivu skleníkových plynů v atmosféře na celkovou radiační bilanci planety;

- studenti znají klíčové odborné termíny týkající se tématu anglicky.

ad 2.

- studenti chápou, jak mohou různé krajinné pokryvy ovlivnit jednotlivé složky radiační bilance;

- studenti rozumí tomu, jak změny v distribuci slunečního záření mezi jednotlivými složkami ovlivňují energetickou bilanci krajiny, jak jsou propojeny s malým cyklem vody, jak ovlivňují mikroklima a mezoklima daného území a jaký mohou mít vztah k některým klimatickým jevům (přívalovým srážkám, vichřicím, kroupám…).

ad 3.

- studenti dokáží přemýšlet o důsledcích změn v tocích energie na Zemi a dokáží dedukovat možné dopady těchto změn na socio-ekonomické prostředí společnosti.

Cílová skupina

Aktivity jsou určeny studentům čtyřletých gymnázií nebo druhému stupni víceletých gymnázií, především ve vyšších ročnících.

Časová náročnost

ad 1. Anglický článek Earth´s Energy Budget

- 1 až 2 vyučovací hodiny (při domácí přípravě překladu 1 vyučovací hodina, bez ní 2 vyučovací hodiny).

ad 2. Prezentace Slunce na Zemi

- 1 až 2 vyučovací hodiny (dle míry diskuse problému a hloubce komentářů učitelem).
-

ad 3. Mikroklimatická měření

- minimálně 2 vyučovací hodiny na terénní část aktivity (demonstrace měření, přesun na plochy, vlastní měření, přesun do školy);
- minimálně 1 vyučovací hodina, lépe 2 vyučovací hodiny na zpracování a interpretaci dat.

ad 4. Kdesi v hlubokém vesmíru – revize znalostí studentů

- 2 vyučovací hodiny (i déle v závislosti na hloubce diskuse problematiky), část časové dotace lze přenést na domácí přípravu studentů.
-

Pomůcky, přístroje a materiál

ad 1. Anglický článek Earth´s Energy Budget

- příslušný počet kopií článku a seznamu slovíček pro studenty (dokument earth_energy_budget.pdf; slovíčka z dokumentu slunce_na_zemi_earths_energy_budget.pdf – str. 12-13);

- projekční technika pro přehrání videí k článku (dokumenty: NPP_Ceres_Longwave_Radiation.ogv.720p.webm, NPP_Ceres_Shortwave_Radiation.ogv.720p.webm);

- předpokládaná úroveň znalosti angličtiny učitele Upper Intermediate, je však možné spojit hodinu biologie s hodinou angličtiny s tím, že jazykovou stránku problému bude řešit angličtinář.
-

ad 2. Prezentace Slunce na Zemi

- projekční technika schopná prezentovat prezentaci ve formátu .pptx.

3. Mikroklimatická měření

- několik sad teploměrů a vlhkoměrů, případně měřičů intenzity slunečního záření. Důležité je, aby se jednalo o stejné přístroje. Počet sad musí odpovídat počtu měřících stanovišť;

- případně tyč a upínkák pro upnutí čidla měřiče intenzity slunečního záření;

- tužka a papír pro každou měřící skupinu;

- počítač s tabulkovým procesorem (např. Microsoft Excel, VisiCalc OpenOfficu) a projekční technika, případně tužka a milimetrový papír a pastelky pro prezentaci výsledků měření.

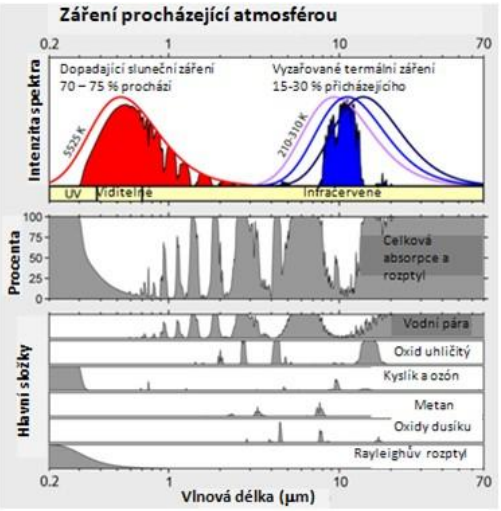
ad 4. Kdesi v hlubokém vesmíru – revize znalostí studentů

- u varianty 1: velké papíry nebo flipcharty, případně notebooky s prezenční technikou pro každou půlku třídy - pro zaznamenávání odpovědí na otázky v textu;

- u varianty 2: tabule nebo notebook s projekční technikou pro celou třídu.

Úvod do tématu

Prakticky veškerá energie, která je na Zemi dostupná pro potravní řetězce pochází ze Slunce (další energetické zdroje, např. sirné nebo metanové baktérie, z hlediska primární produkce můžeme zanedbat). Sluneční energie také pohání cirkulaci atmosféry, mořské proudy a koloběh vody. Z tohoto důvodu je porozumění těmto energetickým tokům klíčové pro pochopení celé řady dějů na úrovni biomů[1] a ekosystémů.



Obr. 1. Hustota toků záření pro dopadající záření – červeně, a záření vyzařované Zemí – fialová, modrá a černá křivka (v závislosti na teplotě povrchu). Za „vykouslé“ části spektra můžou absorpce jednotlivých plynů atmosféry. Absorbanční křivky jednotlivých plynů jsou znázorněné v části grafu „Hlavní složky“. Za absorpci přicházejícího UV záření může stratosférický ozón, za pohlcení některých vlnových délek dopadajícího záření především voda a kyslík. Spektrum vyzařovaného dlouhovlnného záření mění především vodní pára, z dalších plynů je významný oxid uhličitý, který absorbuje i v části, kde je vodní pára málo účinná. Z dalších skleníkových plynů jsou znázorněny oxidy dusíku a metan. Na horním grafu je patrné tzv. „atmosférické okno“ – modré pole
v píku dlouhovlnného IR, čili ta část dlouhovlnného infračerveného záření, která není atmosférou pohlcena a je tedy volně vyzařována do vesmíru.

Zdroj: Wikipedia („Atmospheric Transmission“. Licencováno pod CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmospheric_Transmission.png#mediaviewer/File:Atmospheric_Transmission.png; 23.2 2015). České popisky autorka textu.

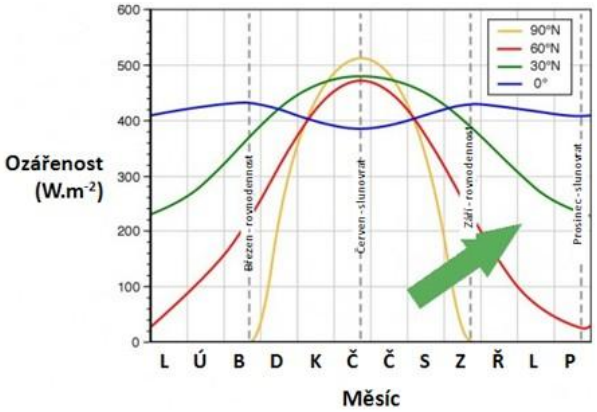
Na vrchní část atmosféry přivrácenou ke Slunci dopadá neustále téměř stejné množství energie, mluvíme o tzv. **solární konstantě**, která činí 1 373 W.m^{-2}. Odchylky od této hodnoty v průběhu roku[2] i během delších cyklů (např. Milankovičových) jsou malé. Většina záření je ve viditelném spektru (viz Box. 1), tu část, která je v UV spektru z větší části pohltí ozónová vrstva ve stratosféře. Část sluneční energie se odrazí od atmosféry a mraků (průměrně ca 23 %) a na zemský povrch se vůbec nedostane. Část energie pohltí atmosféra – především vodní pára a kyslík, takže na zemský povrch dopadá upravené spektrum oproti vrcholu atmosféry, viz Obr. 1.[3]

Zbylých ca 77 % celkového záření dopadne na zemský povrch – mluvíme o **dopadajícím záření (ozářenosti)**. Energie však dopadá jen na osluněnou část Země, a to v plné výši jen pokud je úhel dopadu blízký 90°, při větších úhlech, je odrazivost atmosféry mnohem větší. To je důvod, proč se počítá s průměrnou hodnotou 55 %. Pochopitelně, na rovníku jsou rozdíly v čisté radiaci během roku minimální. Čím více je dané místo vzdálené od rovníku na sever nebo na jih, tím je větší rozdíl v čisté radiaci v létě a v zimě s tím, že nejvyšších hodnot dosahuje čistá radiace v době letního slunovratu, nejméně naopak v době zimního slunovratu (viz Obr. 2).

[1] dílčí oblast biosféry, charakterizovaná určitým typem biotických a abiotických podmínek (tj. klimatickými a hydrologickými faktory a půdními a geologickými poměry, které dávají vznik určitým charakteristickým typům rostlinných a živočišných společenstev). Např. biom tropických deštných lesů, temperátních opadavých lesů, tundra…

[2] 1 438 – 1 345 W.m^{-2} (Pokorný 2011)

[3] stejný obrázek, ale v anglickém originále je použit v prezentaci Slunce na Zemi



Obr. 2. Závislost čisté radiace na zeměpisné šířce pro severní polokouli. Zdroj Lindeke (2014), české popisky autorka textu. Česká republika se nachází mezi 48º 33′ 06,50807″ a 51º 03′ 20,53724″ s.s., čili mezi červenou a zelenou křivkou.

Po dopadu záření na zemský povrch, se část energie odrazí – mluvíme o **albedu**. Dopadající energie očištěná o albedo se nazývá **čistá raidace (R_n)**.
V důsledku Wienova posunovacího zákona, je maximum vlnových délek odraženého záření v dlouhovlnné infračervené oblasti (viz Box. 1). Část tohoto záření zůstává v atmosféře nebo se vrací na zemský povrch po absorpci a následném vyzáření skleníkovými plyny (např. vodní pára, oxid uhličitý, oxidy dusíku, metan – viz Obr. 1).

Albedo závisí na odrazivosti povrchu, na který záření dopadne. Bílá plocha odrazí téměř veškeré záření, zatímco černá plocha většinu záření pohltí – typické hodnoty pro vybrané povrchy viz Tabulka 1. Protože se krajinné pokryvy mohou měnit během roku, mění se albedo s ohledem na ročním období (např. u nás v přírodě v létě je albedo ca 25 %, v zimě na sněhové pokrývce až 90 %) Pro globální pohled na průměrná albeda viz http://cimss.ssec.wisc.edu/wxwise/gifs/ALBALL.mpg.

Box. 1. V jaké části spektra září Slunce a v jaké části spektra je odražené záření?

Každý objekt ve vesmíru vyzařuje energii. Maximální tok vlnové délky je závislý na teplotě tělesa – tuto závislost popisuje Wienův posunovací zákon:

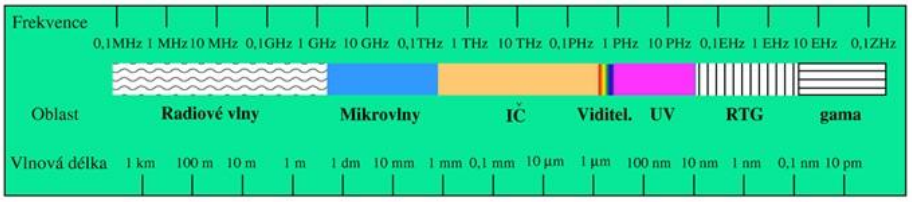
$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

[mm],
kde

b - Wienova konstanta ~2,9 mm.K; T – Termodynamická teplota [K]

Teplota povrchu Slunce je zhruba 5 800 K, proto $l_{max.}$ = 2,9 / 5 800 mm = 0,0005 mm = 500 nm. Maximální tok záření Slunce tedy leží ve viditelném spektru (viz Obr. 3).

Teplota povrchu Země je přibližně 293 K, proto $l_{max.}$ = 2,9 / 293 mm = 0,0099 mm @ 10 mm. Maximální spektrální hustota odraženého záření od zemského povrchu leží tedy v dlouhovlnné infračervené oblasti (viz Obr. 3).



Obr. 3. Typ záření v závislosti na vlnové délce a frekvenci. Maximální spektrální hustota Slunce je 500 nm, tedy ve viditelné části spektra, maximální spektrální hustota odraženého záření od zemského povrchu je ca 10 mm, tedy v oblasti dlouhovlnného infračerveného záření.

Zdroj: Wikipedia („ElmgSpektrum“ od Original uploader was Kf at cs.wikipedia – Originally from cs.wikipedia; description page is/was here. Licencováno pod Volné dílo via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ElmgSpektrum.png#mediaviewer/File:ElmgSpektrum.png)

Tabulka 1. Typické hodnoty albeda různých povrchů (dle 1) Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Albedo; 2) Prezentace Radiation Balance[4]; 3) Radiation and Climate, Iowa State University[5], veškeré odkazy ze dne 23.2. 2015).

Typ povrchu	Typické albedo (%)
čerstvý asfalt	4[1)]
opotřebovaný asfalt	12[1)]
jehličnatý les v létě	(8) 9-15[1)]
holá půda	17[1)]
zelená tráva	25[1)]
pouštní písek	40[1)]
nový beton	55[1)]
ledová kra	50-70[1)]
čerstvý sníh	80-90[1)]
světlá střecha	35-50[2)]
tmavá střecha	8-18[2)]
vodní plocha (dle úhlu dopadu záření)	10-60[2)]
suché zorané pole	5-20[3)]

Část energie ohřeje vzduch – mluvíme o **pocitovém** nebo také **zjevném teple (H)**. Vzduch se může sekundárně ohřát i od povrchu, který se zahřál pohlcením záření. Teplo, které ohřeje povrch Země nazýváme **tok tepla do půdy (G)**. Pochopitelně se také zahřívá i vegetace, na níž záření dopadá (Q). Energie spotřebovaná na ohřev vegetace je však ve srovnání s pocitovým teplem malá.

Rozdíly v teplotě jednotlivých vzdušných mas, a tedy i jejich tlaku, vedou k pohybu vzdušných mas a tedy k vzniku větru. Čím větší teplotní rozdíly mezijednotlivými masami vzduchu panují, tím prudší vítr vznikne[6]. Podobně ohřátá voda oceánu v tropických oblastech se snaží vyrovnat teplotu chladných mas v polárních oblastech a vznikají tak mořské proudy.[7]

Významná část energie se může spotřebovat na výpar vody, a to buď z volné hladiny vody, nebo z půdy – mluvíme o **evaporaci**; nebo skrze průduchy rostlin – **transpiraci** (viz Box. 2); souhrnně pak o **evapotranspiraci**. Toto teplo v radiační bilanci nazýváme **latentní teplo (LE)**. Energie spotřebovaná na výpar vody, je-li tato k dispozici, je značná, protože voda má vysoké měrné skupenské teplo (2 257 $kJ.kg^{-1}$). Teplo, které se spotřebuje na výpar vody, neohřeje vzduch – tak evapotranspirace snižuje teplotu prostředí. Odhaduje se, že transpirací se v Evropě dostává do ovzduší až 70 % vodní vlhkosti (Šantrůček 2008). Typické hodnoty evapotranspirace pro různé porosty viz Tab. 2.

Tabulka 2. Typické hodnoty evapotranspirace pro různé vegetace (dle Larcher 1995).

Společenstvo	Evapotranspirace	
	[$mm.rok^{-1}$]	[% ročních srážek]
Les		
opadavý středoevropský	600	67
jehličnatý středoevropský	730	60
horský středoevropský	1 000	43
Travní porosty		
středoevropská rákosina	800	>150[8]
středoevropská pastvina	700	62
východoevropská step	500	95
Pouště a polopouště		
subtropická polopoušť	200	95
subtropická poušť	50	>100
severoamerická tundra	180	55

[4] dostupná online: http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=0CIEBEBYwDA&url=http%3A%2F%2Fwww.uky.edu%2F~jast239%2Fcourses%2Fclimate%2FRadheat.ppt&ei=CKjwVPiiPMnYPcGKgYg

[5] http://agron-www.agron.iastate.edu/courses/Agron541/classes/541/lesson03b/3b.3.html (odkaz ze dne 23.2. 2015)

[6] Na usměrňování větrů a především vzniku pravidelných větrů (např. pasátů, převládajícího západního proudění v temperátních oblastech apod.) má vliv i rotace Země a ovlivňují je i další vlivy (např. reliéf souše).

[7] jejich proud je také ovlivňován pevninami a slapovými jevy.

[8] hodnota větší než 100 % je umožněna přísunem vody z okolí.

Jak již bylo v úvodu této kapitoly nastíněno, část záření pohltí rostliny a využijí ji v rámci **fotosyntézy** na výrobu cukrů z oxidu uhličitého a vody. Tento tok je však velmi malý.

To, že **čistá radiace (R_n)** přechází do některých z výše uvedených toků, lze vyjádřit pomocí **radiační bilance**:

$$R_n = A + Q + G + H + LE, \text{ kde}$$

R_n - čistá radiace; R_a - albedo (procento odraženého záření); A – fotosyntéza (vyjádřená v energetických tocích); Q - teplo spotřebované na ohřev vegetace; G - tok tepla do půdy; H - pocitové teplo; LE - latentní teplo výparu

Teplo na ohřev vegetace (Q) a fotosyntéza (A) se zpravidla, kvůli jejich malému podílu na celkových tocích, zanedbávají, radiační bilance pak bývá vyjadřována vztahem:

$$\mathbf{R_n = G + H + LE}$$

Významným ukazatelem hlavních toků radiační bilance je **Bowenův poměr (β)** - pro zjednodušení probírané látky, není tento ukazatel zmiňován v materiálech pro studenty, je však možné jej v rámci výuky zařadit:

Ten ukazuje, jak velký podíl energetického toku směřuje do evapotranspirace a jak velký podíl do pocitového tepla. Hodnoty Bowenova poměru výrazně menší než 1 indikují krajinný pokryv dobře zásobený vodou (např. mokřady), naopak hodnoty blízké 1 nebo vyšší jsou typické pro krajinné pokryvy, v nichž prakticky chybí voda (např. pouště, asfaltové plochy apod.) nebo, kde je rychlost evapotranspirace limitována jinými faktory, např. teplotou v případě tundry. Běžné hodnoty Bowenova poměru uvádí Tab. 3.

Tabulka 3. Typické hodnoty Bowenova poměru. (zdroje: 1) Wikipedia[9], 2) Chapin a kol. 2012[10])

Typ krajinného pokryvu	Bowenův poměr
Volný oceán v tropech	0,1[1)]
Mesický trávník	0,5[2)]
Opadavý les	0,2-0,5[2)]
Jehličnatý les	0,5-1,1[2)]
Tundra	0,7- 1,2[2)]
Smrčina	2[2)]
Polopoušť	2 - 6[1)]
Poušť	>10[1)]

Jednotlivé složky radiační bilance jsou tradičně měřeny pomocí mikroklimatických měření (viz prezentace Slunce na Zemi, 10. snímek), i když v posledních letech se hojněji využívá automatizovaných stanic (např. Eddy Covariance[11]). Nevýhodou tohoto způsobu měření je:

- bodové měření dat, které je jen limitně aplikovatelné na širší okolí;
- velká časová a prostorová náročnost.

V poslední době se stále více uplatňuje dálkový průzkum Země. Především snímky z infračervených kanálů a snímky ve viditelném spektru družic umožňují analyzovat teplotu zemského povrchu, odrazivost apod. a modelovat radiační bilanci na velkých plochách[12]. Jejich výhodou je pokrytí velkých ploch zemského povrchu najednou a možnost automatického zpracování dat. Nevýhodou je menší přesnost měření, poměrně značná generalizace na větší plochu, potřeba dat z meteorologických stanic pro kalibraci parametrů používaných modelů a případné nedostatky dané metodou (např. chybějící data pro místa zastíněná oblačností, nepřesnosti dané georeliéfem terénu, omezení bilance na dobu snímkování povrchu atd.).

---

[9] http://en.wikipedia.org/wiki/Bowen_ratio (odkaz ze dne 23.2. 2015)

[10] dostupné online: https://books.google.cz/books?id=68nFNpceRmIC&pg=PA97&lpg=PA97&dq=sensible+latent+heat+flux+deciduous+conifer+forest&source=bl&ots=V1CVdv9nvn&sig=nudRfoIOiNeBPQagUTPmLdQc7bU&hl=cs&sa=X&ei=mIv9VPCeBsb3PP6_gYgJ&ved=0CE8Q6AEwBQ#v=onepage&q=sensible%20latent%20heat%20flux%20deciduous%20conifer%20forest&f=false (odkaz ze dne 9.3. 2015)

[11] viz např. http://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_covariance (odkaz ze dne 23.2. 2015)

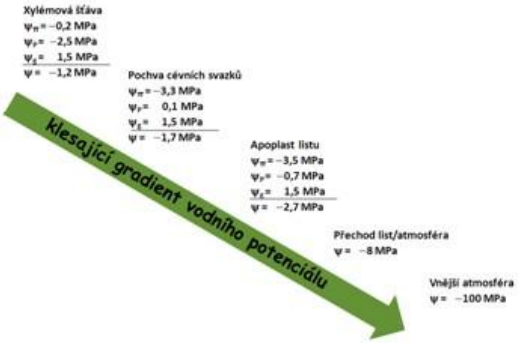
[12] viz např. http://www.slideshare.net/GISITR/2013-asprs-track-developing-an-arcgis-toolbox-for-estimating-evapotranspiration-of-vegetation-using-remote-sensing-approach-automation-of-surface-energy-balance-model-reset-by-aymn-elhaddad (odkaz ze dne 23.2. 2015)

Box. 2. Transpirace.

Transpirace je klíčový fyziologický děj, který v rostlině udržuje pohyb vody (a tedy i tok rozpuštěných minerálních látek) z kořenů do nadzemních částí rostliny. Voda s rozpuštěnými minerálními látkami (řada z nich je aktivně čerpána z půdy) přechází kořenovými vlásky do primární kůry kořene a dále dovnitř kořene do vodivých pletiv. Zde přechází do cév a/nebo cévic – xylému, které vedou vodu rostlinným tělem. Proud je poháněn čtyřmi hlavními mechanismy:

- **kořenový tlak** – aktivně „tlačí“ vodu v xylému směrem vzhůru;
- **kapilární síla** – „šplhá“, voda ve vodivých pletivech drží kapilárními silami, kam během života rostliny vrostla;
- **vypařování vody v listech** – „táhne“ transpirační proud v důsledku nedostatku vody v listech;
- **vlastnosti vody**:
- osmóza – osmotický tlak je jednou ze složek vodního potenciálu;
- adheze – přilnavost vody k vodivým elementům;
- koheze – soudržnost vody udržující sloup vody ve vodivých pletivech.

Proud v xylému teče po směru klesajícího gradientu vodního potenciálu (y) – viz Obr. 4 a obrázek na snímku 10 v prezentaci Slunce na Zemi. Voda se v mezofylu listu vypařuje – v mezibuněčných prostorách listu je 100 % relativní vlhkost vzduchu. Vodní pára na základě gradientu vodního potenciálu uniká průduchy ven z rostlinného těla. Tím je v listu relativní nedostatek vody, čímž klesá vodní potenciál pletiv, a transpirační proud je táhnut směrem k těmto místům.



Obr. 4. Typické hodnoty vodního potenciálu (y) a jeho složek (osmotického potenciálu y_{π}, tlakového potenciáu y_P a gravitačního potenciálu y_g) v jednotlivých částech rostlin a ve vnějším prostředí. Vodní potenciál (y) je součtem y_{π}, y_P a y_g.

Mírou **otevření průduchů** rostlina reguluje svůj výdej vody – pokud má rostlina vody nedostatek, průduchy zavírá. Tím ale výrazně zpomaluje nebo zastavuje xylémový tok a tedy i rozvod látek po rostlinném těle, rostlina vadne, případně umírá.

Xylémový tok a floémový tok jsou navíc propojeny. Zastavením xylémového toku tedy také dochází ke zpomalení toku floémového, ačkoli ten je převážně poháněn aktivním transportem a tedy osmotickým tlakem, ale voda je doplňována vodou z xylému. Více k floémovému toku viz např. Strnad (2009).

Více k teoretickému pozadí transpirace viz např. Katedra experimentální biologie rostlin (neuvedeno).

Radiační bilance a její změny mají vliv na biotu dané oblasti, produktivitu a úrodnost. Z tohoto důvodu historicky korelují období stability a rozkvětu s teplotními optimy (např. středověké teplotní optimum 950 – 1250 n.l.[13]), naopak doby bouří, válek a velkých společenských změn s ochlazením klimatu (např. malá doba ledová mezi 14. a 19. stol, s vrcholem v 17. stol. – třicetiletá válka)[14]. Kromě globální změny klimatu na socioekonomické poměry společností má i vliv využívání krajiny a jeho dopady na krajinný pokryv, toky energií a živin v přírodě. Typickým příkladem sebezničujícího chování změnou využívání krajiny a exploatací zdrojů představuje Mayská civilizace. Ačkoli jednoznačný konsenzus o důvodu pádu mayské civilizace neexistuje, vědci se dnes kloní k tomu, že právě nadměrné využívání zdrojů, které také způsobilo změnu mezoklimatu, vedlo k úpadku této technicky a společensky vyspělé americké civilizace (viz **Stöckl 2011**, který navrhuji případně zařadit do výuky v rámci tohoto cyklu).

Několik poznámek ke skleníkovému efektu/globálnímu oteplování/globální klimatické změně.

Ačkoli bych se raději této části tématu vyhnula, v rámci dané aktivity se nelze nezmínit o politickém rozměru problematiky změny radiační bilance Země.
V předchozích částech bylo vysvětleno, jak skleníkový efekt vzniká a proč některé plyny označujeme za skleníkové. Termínem

[13] více viz např. http://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99edov%C4%9Bk%C3%A9_klimatick%C3%A9_optimum

[14] více viz např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Mal%C3%A1_doba_ledov%C3%A1

skleníkový efekt nebo **globální oteplování**, v modernějším pojetí **globální klimatická změna**, se zpravidla rozumí **antropicky zvýšený přísun skleníkových plynů do atmosféry** (především spalováním fosilních paliv a deforestací), který mění radiační bilanci Země a vede ke globálnímu zvýšení teploty (oteplování). V posledních letech se spíše používá termín **globální klimatická změna** (aj. global climate change), neboť změna v energetické bilanci planety nemusí nutně ústit v oteplení ve všech jejích částech. Na základě některých klimatických modelů se změna v energetických tocích může projevit i ochlazením na určitém území.
Navíc změna radiační bilance nevede jen k oteplení klimatu, které samo o sobě by mohlo být vnímáno kladně (v dobách teplotního optima docházelo
k rozvoji lidských kultur, viz výše), ale provází ji i další klimatické jevy, především zvýšená pravděpodobnost extrémních klimatických událostí, např. vichřic, přívalových dešťů, záplav apod. a také riziko zvýšení mořské hladiny po odtátí ledovců.

Koncentrace skleníkových plynů v atmosféře se skutečně v posledních desetiletích výrazně zvýšila (viz Obr. 5). Nejasný je podíl antropických činností a přírodních sil na tomto trendu, i když lidské aktivity bezesporu k nárůstu přispívají.

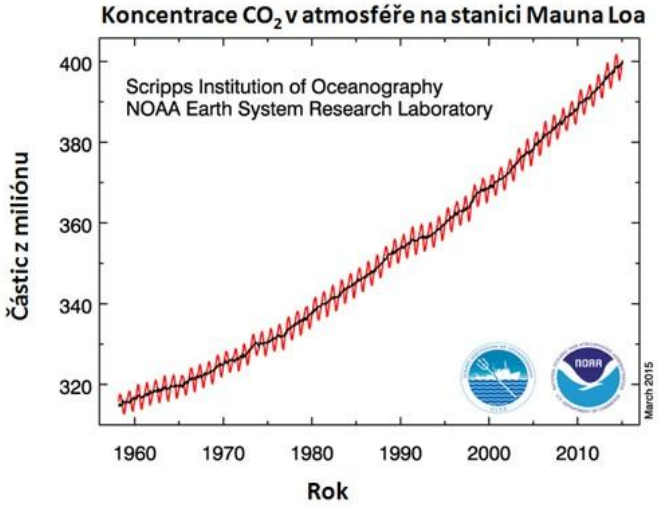
Ačkoli souvislost mezi koncentrací skleníkových plynů a průměrnou globální teplotou bývá zpochybňována, studie především ledovcových vrtů ukazují těsnou souvislost – viz např. Petit a kol. (1999)[15]. Bohužel vzhledem k nedostatku dlouhodobých studií na jiných planetách, které by nám mohly dát přesnější představu, jsou veškeré modely budoucího vývoje klimatu spekulací, a tedy snadno napadnutelné.

Při diskusích i čtení různých názorů je také potřeba mít neustále v paměti, že klima na planetě nikdy nebylo konstantní – viz např. střídání dob ledových a meziledových v kvartéru[16]. Ani poslední interglaciál - holocén, ve kterém nyní žijeme, nebyl klimaticky homogenní a vyskytovaly se v něm teplejší a vlhčí období než nyní (atlantik) i chladnější a sušší období (subboreál) než nyní (viz např. Treml 2009).

Ačkoli se mohou zastánci globální klimatické změny přít s jeho odpůrci, fyzikální principy, které určují osud slunečního záření na Zemi (viz dílčí aktivity tohoto cyklu), nepřestanou energetickou bilanci ovlivňovat.

Zejména vzhledem k různým výpadům a osočováním z obou táborů, stejně jako účelového využívání dat a argumentů, které pravidelně vyplňují běžně dostupná média, je důležité, aby studenti znaly principy a síly, které tyto jevy ovlivňují a byly tedy snáze schopni odhalit, kde jde o věrohodné argumenty a kde již autoři přecházejí do ryze spekulativní roviny. Objektivně je nutné přiznat, že účelové jednání a emocionální zabarvení diskusí lze pozorovat v obou znepřátelených táborech.

Ačkoli je téma široce veřejně diskutováno, většinou v něm postrádám tu část problematiky související se změnou využívání krajiny, která je proto v rámci tohoto cyklu akcentována.



Obr. 5. Koncentrace oxidu uhličitého – měřeno na Mauna Loa. S laskavým souhlasem: *Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL (www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/) and Dr. Ralph Keeling, Scripps Institution of Oceanography (scrippsco2.ucsd.edu/), dostupné online: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html (13.3. 2015)*

Od roku 1960 je na stanici Mauna Loa měřena koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu – ta je globálně vyrovnávána cirkulací atmosféry, a proto tyto hodnoty můžeme bez problémů použít i pro naší oblast. Koncentrace oxidu uhličitého vykazuje v průběhu roku sezónní variabilitu – vyznačenou v grafu červenou křivkou. Černá křivka znázorňuje spojnici ročních průměrných hodnot. Zatímco v roce 1959 (začátek měření na stanici) byla průměrná koncentrace CO_2 315,97 ppm (viz ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt), v roce 1969 již 324,62 ppm, v roce 1979 – 336,78 ppm, v roce 1989 – 353,07 ppm, v roce 1999 - 368,33 ppm, v roce 2009 – 387,37 ppm a poslední dostupný údaj z roku 2014 – 398,55 ppm. Za 55 let měření tedy průměrná koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře vzrostla o 26 %!

[15] klíčový graf je dostupný online na stránkách UNEPu: http://www.grida.no/publications/vg/climate/page/3057.aspx (odkaz ze dne 13.3. 2015).
[16] např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Doba_ledov%C3%A1

Podrobný popis aktivit

1. Anglický článek Earth´s Energy Budget

Studenti jsou seznámeni s osudem slunečního záření na Zemi prostřednictvím článku z Wikipedie - viz samostatné soubory vygenerované z článku Earth's energy budget dne 20.2. 2015. Český překlad včetně odborných komentářů je k dispozici učitelům v samostatném dokumentu „Slunce na Zemi: Earth´s Energy Budget“, společně se seznamem významných odborných termínů včetně jejich výslovnosti. Součástí aktivity je také výběr užitečných anglických termínů, které by se měli studenti naučit.

S článkem můžete pracovat různými způsoby, zde navrhuji dva možné přístupy:

a) článek se studenty přečtěte v hodině:

- studenti se střídají ve čtení, každý student čte jednu větu a učitel opravuje případné výslovnostní chyby;

- stejný student rovnou větu přeloží do češtiny. Pozor, anglické věty nelze často překládat doslova, doporučuji tedy studenta nejdříve nechat větu přeložit co nejpřesněji doslova a následně nechat studenta větu přeformulovat do vhodné české věty;

- po přečtení každé dílčí části některý ze studentů stručně shrne důležité informace, které se z textu dozvěděl.

b) článek rozdělíte na dílčí části a zadáte jej jako překlad studentům buď jako práci ve dvojicích v hodině nebo za domácí úkol. Následně každý student nebo dvojice studentů:

- přečte svůj text;

- navrhne vhodný překlad;

- upozorní na překladatelské problémy (např. neexistující vhodný termín v češtině, větná konstrukce do češtiny nepřeložitelná apod.) – v diskusi je možné následně překlad upravit.

2. Prezentace Slunce na Zemi

V Prezentaci Slunce za Zemi (slunce_na_zemi_radiacni_bilance.pptx) se studenti dozví (nebo si zopakují) klíčové vědomosti o radiační bilanci a jejích jednotlivých složkách.

Součástí aktivity je **podkladový text pro učitele** (slunce_na_zemi_prezentace_text_pro_ucitele.pdf), který učiteli umožní prezentaci doplnit vhodným doprovodným slovem a který jej odkáže na případné další zdroje informací, které je možné k tomuto tématu využít.

Prezentace je koncipována v krátké variantě (bez rozšiřujících komentářů) na zhruba jednu vyučovací hodinu. Pokud budete prezentaci podrobněji komentovat a diskutovat se studenty, je nutné počítat s dvouhodinovou náročností.

3. Mikroklimatická měření

Tato aktivita je nejnáročnější z organizačních důvodů, protože **musí probíhat ve dni s radiačním počasím**: žádná nebo velmi malá oblačnost, a žádný nebo velmi slabý vítr. Za jiného počasí nemá smysl aktivitu provádět!

Je také náročná na vybavení, a to jak na množství, tak na kvalitě přístrojů. Důležité je, aby jednotlivé měřící skupinky byly vybaveny **přesně stejnými měřícími přístroji**, které je potřeba před měřením venku **zkalibrovat**. Před vlastní aktivitou zjistěte odlišnosti v měření jednotlivých měřících přístrojů v interiéru a např. v chladničce. Odchylky si pro jednotlivé sady přístrojů poznamenejte a o tyto odchylky korigujte naměřené hodnoty venku. Na měření budete potřebovat minimálně teploměry (doporučuji kalibrované rtuťové teploměry, ačkoli dnes se již prakticky nedají zakoupit, jejich přesnost je nejlepší), optimálně s vlhkoměry (pozor na kvalitu přístrojů, zejména u vlhkoměrů jsou nepřesnosti měření velké). Pokud máte ve škole zakoupeny měřiče intenzity slunečního záření (nikoli luxmetry určené pro interiéry), bude měření o to zajímavější.

Vyberte v okolí školy nebo např. na školním výletě (využít lze i lyžařský výcvik) několik zcela odlišných krajinných pokryvů, např. vlhkou louku, zastavěný a vyasfaltovaný intravilán města, vyschlý rozsáhlý trávník (např. golfové nebo fotbalové hřiště); v zimě např. údolní nivu a vršek kopce. Důležité je, aby krajinný pokryv byl relativně velký a měl tedy šanci mikroklima ovlivnit. Není vhodný interiér lesa, pokud nebudete mít kontrolní plochu vně interiéru – pak naopak výsledky měření mohou být velmi zajímavé. Pozor také na srovnatelné nadmořské výšky, a pokud nechcete demonstrovat právě tyto rozdíly, také na expozici a sklon svahu.

Rozdělte studenty do měřících skupinek dle množství měřících stanovišť a vybavte je přístroji. Každá skupinka musí mít také k dispozici časomíru srovnanou na „velitelský čas“, tak aby měření probíhala opravdu v přesně stejný okamžik. Dále každá skupinka musí mít k dispozici papír a tužku pro zapisování měřených hodnot.

Ještě před vlastním měřením na měřícím stanovišti demonstrujte způsob měření všem studentům najednou a ověřte, že každý ví, co přesně má dělat. Instruujte také studenty, aby protokol z měření splňoval všechny formální náležitosti, především v něm musí být uveden: datum a čas měření, autor měření, naměřená hodnota včetně jednotek, významné jsou také poznámky (např. malý mráček na obloze, rozbití přístroje…).

Na měřícím stanovišti zaznamenávejte:

- teploty/vlhkosti ve dvou výškách (např. 2 cm nad povrchem a 200 cm nad povrchem) v pravidelných 10ti minutových intervalech. Dbejte na zastínění čidla/teploměru (například archem bílého papíru, ale tak, aby vzduch mohl k čidlu/teploměru);

- pokud měříte intenzitu slunečního záření, je optimální mít vždy dva přístroje na jednom stanovišti a jedním měřit dopadající záření, druhým odražené záření (čidlo je namířeno kolmo k zemskému povrchu – pozor na přesné umístění čidla ověření např. olovnicí). Pochopitelně pokud máte nedostatek přístrojů, můžete vždy těsně po sobě odečíst hodnotu dopadajícího a hodnotu odraženého záření, ale jen za naprosto jasného počasí. Důležité je, aby čidlo nebylo nijak zastíněno, proto jej raději umístěte pomocí upínáku na samostatnou tyč zabodnutou do země a hodnoty odečítejte zpovzdálí (např. v podřepu). Stejně tak, čidlo musí být umístěno v dostatečné vzdálenosti od všech překážek (např. domů, stromů, sloupů…).

Měření provádějte alespoň jednu hodinu, čím delší čas, tím lépe. Pokud budete provádět měření ve vegetačním období, doporučuji měřit kolem poledne, kdy budou rozdíly mezi měřícími stanicemi nejmarkantnější. Zajímavé jsou ale i výsledky z brzkého rána a podvečera, kdy dochází k postupnému oteplování/ochlazování stanoviště a rozdíly mezi jednotlivými stanovišti budou také dobře patrné. Pokud byste prováděli měření v zimním období, je optimální začít mezi 6 a 7 hodinou ranní, kdy je vyzařování tepla ze zemského povrchu maximální, a kdy získáte největší rozdíly mezi jednotlivými měřícími misty (i 10-15°C rozdílu na vzdálenosti několika set metrů při vhodně zvolených stanovištích).

Doporučuji naměřené hodnoty po korekci odchylek měřících přístrojů zpracovat v tabulkovém procesoru (např. Microsoft Excel, VisiCalc OpenOfficu), v němž snadno vypočtete rozdíly mezi jednotlivými stanovišti a v němž můžete rovnou vytvořit grafy – doporučuji vytvořit bodové grafy se spojnicemi jednotlivých měření, kde na ose x bude čas, na ose y měřená hodnota (teplota, vlhkost, ozářenost). V jednom grafu můžete vynést výsledky měření ze všech měřících stanovišť – rozdíly budou dobře graficky patrné. Pokud nemáte k dispozici počítač s tabulkovým procesorem, je možné data vynést do grafu na milimetrovém papíru s použitím různě barevných pastelek.

Pokud jste zároveň měřili dopadající a odražené sluneční záření, můžete vypočítat hodnotu albeda (poměr mezi odraženým a dopadajícím zářením) a porovnat albeda jednotlivých ploch. Pokud jste prováděli delší měření, do samostatného grafu také můžete vynést hodnoty ozářenosti v průběhu měření.

Nejvýznamnější část aktivity představuje závěrečná **interpretace dat.** Porovnejte naměřené hodnoty na různých stanovištích a snažte se se znalostmi, které jste získaly z předchozích dvou aktivit vysvětlit rozdíly v naměřených hodnotách. Pozor, za některé rozdíly může být také zodpovědná např. chyba měření nebo rozdíly v počasí (pokud není ideálně radiační počasí), i toto při interpretaci výsledků zohledněte. Kritická analýza dat a jejich interpretace je klíčovou dovedností, kterou by se měli studenti touto aktivitou naučit.

Bohužel tím, že naměřené hodnoty budou při každém měření unikátní, není možné v tomto textu podat učiteli jednoduchý návod na to, jak data interpretovat a tato aktivita tedy klade zvýšené nároky na pochopení problematiky učitelem. Z tohoto důvodu také je velmi obšírná kapitola Úvod do tématu a doporučuji si ji dobře před vlastní aktivitou prostudovat společně s prezentací a podkladovým textem pro učitele. Obecně:

- pokud budete měřit ve vegetačním období, vyšší teploty naleznete na místech špatně zásobených vodou a nebo s malým vegetačním pokryvem (např. intravilán obce, vysychavý trávník). Naopak místa s bujnou vegetací dobře zásobená vodou budou mít teploty nižší. Jejich ohřívání nebo ochlazování ráno či večer bude pozvolnější než u ploch s řídkou nebo žádnou vegetací a nebo špatně zásobených vodou. Důvodem je, že u ploch porostlých vegetací a dobře zásobených vodou, významná část energie je využita na evapotranspiraci a neproudí tedy do ohřevu vzduchu. Podobně pokud budete měřit vlhkosti – vlhčí vzduch naleznete na plochách dobře zásobených vodou porostlých vegetací než na vysychavých plochách s řídkou nebo žádnou vegetací.

- měření ve 2 cm nad povrchem budou odlišná od výšky 2 m. Ve 2 cm je často měření ovlivněno okolní vegetací (pokud je přítomna), která stíní a zároveň zvyšuje vlhkost. U obnažených ploch je tato část významně ovlivněna ohřevem od povrchu (tok tepla do půdy částečně jde na ohřev vzduchu). Naopak ve 2 m se již atmosféra více mísí a je méně ovlivněna povrchem.

- pokud budete mikroklimatické měření provádět v zimním období, nižší teploty ráno naleznete v depresích, obzvláště pokud je v nich voda (vodní tok, rašeliniště apod.). Důvodem je, že v tuto chvíli bylo nejvíce tepelného záření vyzářeno pryč ze zemského povrchu, vzduch se výrazně ochladil a studený vzduch, který má vyšší hustotu, „stekl“ do terénní deprese. Tyto rozdíly mohou být značné (až 10-15°C oproti sousednímu návrší), pochopitelně takové mikroklimatické podmínky výrazně ovlivňují vegetaci, a proto typicky údolní nivy nebo mrazové kotliny mívají jiné druhové složení – např. v nich přirozeně dominuje smrk i v nižších vegetačních stupních, objevují se mrazové formy (viz Obr. 6.) apod.

- pokud byste srovnávali bezlesou plochou s interiérem lesa (jen ve vegetačním období!), zjistíte chladnější, vlhčí a temnější podmínky v interiéru lesa než na kontrolní bezlesé ploše. Denní výkyvy v teplotě i vlhkosti budou také mnohem menší než u kontrolní plochy. Důvodem je jednak zastínění korunovým zápojem, jednak evapotranspirace vegetace, která udržuje toto mikroklima lesa. Pochopitelně v takových podmínkách rostou jiné druhy rostlin – uzpůsobené nízkým ozářenostem (viz Box. 3) než na osvětlených stanovištích a tyto rostliny jsou také mnohem více náchylné na výkyvy teplot nebo na vyschnutí, které se mohou objevit např. po vykácení lesa.

Box. 3. Uzpůsobení rostlin nízkým ozářenostem (např. v lesním podrostu) - sciofyty

- listy jsou tmavší. Důvodem je vyšší koncentrace fotosynteticky aktivních barviv, které umožňují zachytit i to málo světla, které do interiéru lesa dopadá. V chloroplastech je také velký podíl světloměrných antén (LHC), které zachycují fotony a jejich energii následně předávají do reakčních center fotosyntézy;

- uvnitř buněk je sice méně chloroplastů, ty ale obsahují více tylakoidů v granech a více chlorofylu (viz také výše);

- listy mají méně vyvinut palisádový parenchym, který má často čočkovitý tvar. Palisádový parenchym je typickým

ekologickým uzpůsobením ozářených stanovišť. Tím, že buňky palisádového parenchymu na sebe bezprostředně nasedají, je mezi nimi málo mezibuněčných prostor, kam se může vypařovat voda, která by mohla difundovat ven. Rostlina tak snižuje ztráty vody. Sciofyty vzhledem k nižším teplotám a relativně dobré zásobovanosti vodou takové uzpůsobení nepotřebují, a proto je palisádový parenchym méně vyvinut;

- velká část rostlin v místech se střídáním ročních období, situuje svůj růst a generativní fázi do vhodného období. U nás typicky do brzkého jara před olistění korun – tzv. **jarní efekt.**

Obr. 6. Mrazová forma smrku po pozdním mrazu (květen) na rašeliništi, kdy došlo k omrznutí nových letorostů (rezavě zbarvené dolů otočené výhony).
V tomto roce tedy smrk prakticky nepřirostl. Opakované omrznutí v různých letech vede ke kompaktní, relativně nízké formě – tzv. mrazové formě, smrku. Takový jedinci mohou být i velmi staří.

4. Kdesi v hlubokém vesmíru – revize znalostí studentů

Aktivita formou odpovědí na otázky v textu příběhu Kdesi v hlubokém vesmíru… (viz samostatný dokument Slunce na Zemi: Kdesi v hlubokém vesmíru…; slunce_na_zemi_kdesi_v_hlubokem_vesmiru.pdf) reviduje znalosti studentů získané z předchozích aktivit a nutí je přemýšlet o důsledcích změn krajinného pokryvu v socio-ekonomických souvislostech. Ačkoli je příběh pohádkou s černobílým viděním světa, jak je pro žánr typické, snaží se studentům ukázat, že pohled na takovouto problematiku jen z jedné strany může znamenat celou řadu problémů do budoucna, které bude potřeba řešit. Snaží se také ukázat, že jednoduchá a elegantní řešení dle ideologie jedince nebývají ta nejlepší možná.

Jednoduchý příběh je proložen otázkami a úkoly pro studenty vždy ohraničenými šedým polem (stupeň šedi slouží jen k odlišení dvou skupin otázek pro skupinovou práci, viz dále) s místem pro odpovědi studentů. Autorské řešení otázek a úkolů je v závěru dokumentu.

Navrhuji dva možné metodické přístupy:

1) Skupinová práce v hodině:

Rozdělte třídu na dvě skupiny, které budou pracovat samostatně formou diskuse ve skupině. Každá skupina dostane za úkol zodpovědět půlku otázek – z tohoto důvodu jsou v textu otázky zvýrazněny různým pozadím: jedna skupina bude odpovídat na dotazy s tmavým pozadím a druhá na dotazy se světlým pozadím. Na práci ve skupině dejte studentům 30 min.

Při práci ve skupině mohou studenti použít velký balicí papír nebo flipchart na poznamenávání si důležitých bodů diskuse. Důležité je, aby se na řešení problému podíleli všichni členové skupiny, a aby za závěry skupiny stála celá skupina. Vybraný zástupce skupiny prezentuje druhé skupině výstupy diskuse své skupiny. Na prezentaci má dotyčný 10 min. (dbejte na to, aby byly časové limity dodržovány). Druhá skupina může navrhnout doplnění nebo změnu řešení první skupiny.

Následně se role obrátí a své závěry prezentuje druhá skupina (opět s časovým limitem 10 min.) a první skupina je oponuje a doplňuje.

Až po této části vstupuje se svými připomínkami a náměty učitel. Ten dosud fungoval jen jako facilitátor diskuse: dohlížel na to, aby studenti opravdu pracovali na zadaném úkolu, aby diskuse směřovala k cíli a aby v diskusi nebyly používány nevhodné prostředky (např. zesměšňování oponenta).

V závěru shrňte (např. opět vybraní zástupci skupin, kteří prezentovali první verzi výstupů) finální verzi odpovědí na otázky. Každému účastníkovi by v tuto chvíli mělo být zřejmé, proč právě tato verze je ve finálním dokumentu a proč některé z předchozích odpovědí byly chybné nebo nepřesné.

2) Domácí příprava a práce v hodině

Zadejte studentům vypracování úloh v textu za domácí úlohu – doporučuji, abyste jim dali dostatek času (např. týden) a upozornili je na náročnost úkolu. Případně můžete půlce třídy zadat světle šedé úkoly, druhé půlce tmavě šedé.

V hodině postupujte úlohu po úloze a nechte vždy prezentovat jednoho studenta svou odpověď. Zeptejte se ostatních studentů, jestli dospěli ke stejnému závěru nebo nikoli, jestli mají něco navíc nebo jestli se domnívají, že má dotyčný student odpověď nesprávně. Postupně u každé úlohy vypracujte finální řešení úlohy – např. na tabuli, nebo elektronicky a výsledek promítněte.

Ať již zvolíte jakoukoli výše uvedenou nebo svou vlastní metodu, doporučuji při hledání některých odpovědí umožnit (a dokonce jim to doporučit) studentům hledání informací na internetu.

Literatura

Chapin III F.S., Matson P. A., Vitousek P. (2012): Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer Verlag, Berlin.[17]

Katedra experimentální biologie rostlin (neuvedeno): Teoretický úvod: Vodní režim rostliny. Praktikum fyziologie rostlin. Dostupné online: http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/edmunz/praktika_fr/mb130c14/navody/4_vodnirezim_odbornici.pdf (odkaz ze dne 2.3. 2015)

Larcher W. (1995): Ecophysiology. Springer-Verlag, Berlin.

Petit J. R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N. I., Barnola J.-M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis M., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V. M.,Legrand M., Lipenkov V. Y., Lorius C., Pépin L., Ritz C., Saltzman E., Stievenard M. (1999): Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. Nature 399: 429-436.

Pokorný J. 2011: Slunce, voda, rostliny. Vodní hospodářství 7: 284-286.[18]

Stöckl P. (2011): Mayové - civilizace, která se snědla. National Geographic Česko. Dostupný on-line: http://www.national-geographic.cz/clanky/mayove- civivilizace-ktera-se-snedla.html#.VQLF6o7-aaw (odkaz ze dne 13.3. 2015).

Strnad M. (2009): Floémový transport. Prezentace v rámci projektu Inovace studia botaniky prostřednictvím e-learningu. Dostupné online: http://ibotanika.upol.cz/Pages/Webcast.aspx?id=60. (odkaz ze dne 2.3 2015)

Šantrůček J. (2008): Rostliny v měnícím se světě. Stres. Sekundární metabolity. Prezentace kurzu Fyziologie rostlin Přírodovědecké fakulty, Jihočeské univerzity. Dostupná online: http://kebr.prf.jcu.cz/?act=2#KEBR562. (odkaz ze dne 2.3.2015)

Treml V. (2009): Středoevropská krajina v holocénu. Geologické rozhledy 5/08-09:6-7.[19]

Obrázky, pokud není plná citace v popisku obrázku:

Lindeke B. (2014): Chart of the Day: Daily Incoming Solar Radiation (By Latitude). streets.mn! dostupný online: http://streets.mn/2014/11/04/chart-of-the- day-daily-incoming-solar-radiation-by-latitude/ (odkaz ze dne 2.3. 2015)[20].

Zdroj obrázků je vždy citován v záhlaví příslušného obrázku. Není-li citace uvedena, byl obrázek vytvořen autorkou speciálně pro tuto aktivitu nebo se jedná o autorské foto.

[17] dostupné online: https://books.google.cz/books?id=68nFNpceRmIC&pg=PA97&lpg=PA97&dq=sensible+latent+heat+flux+deciduous+conifer+forest&source=bl&ots=V1CVdv9nvn&sig=nudRfoIOiNeBPQagUTPmLdQc7bU&hl=cs&sa=X&e

[18] dostupný ke stažení: http://www.enki.cz/cs/publikace/ke-stazeni (odkaz ze dne 2.3. 2015)

[19] dostupné online: http://geography.cz/geograficke-rozhledy/wp-content/uploads/2009/06/6-7.pdf (odkaz ze dne 13.3. 2015)

[20] V zápatí stránky: This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 United States License.

Vazba na RVP

Cyklus se vztahuje k následujícím cílům RVP pro gymnázia:

Klíčové kompetence:

všechny s výjimkou kompetence k podnikavosti

Environmentální výchova:

Přínos průřezového tématu k rozvoji osobnosti žáka

V oblasti postojů a hodnot má průřezové téma žákovi pomoci:

- uvědomovat si specifické postavení člověka v přírodním systému a jeho odpovědnost za další vývoj na planetě;
- projevovat pokoru, úctu k hodnotám, které neumí vytvořit člověk, oceňovat hodnotu přírody, vnímat a být schopen hodnotit různé postoje k postavení člověka v přírodě a k chování člověka vůči přírodě;
- pochopit, že člověk z hlediska své existence potřebuje využívat přírodní zdroje ve svůj prospěch, ale vždy tak, aby nedošlo k nevratnému poškození životního prostředí;
- uvědomit si, že k ochraně přírody může napomoci každý jedinec svým ekologicky zodpovědným přístupem k běžným denním činnostem;
- vnímat místo, ve kterém žije, a změny, které v něm probíhají, a cítit zodpovědnost za jeho další vývoj, a to nejen z hlediska životního prostředí.

V oblasti vědomostí, dovedností a schopností má průřezové téma žákovi pomoci:

- poznat složitou propojenost přírodních systémů a pochopit, že narušení jedné složky systému může vést ke zhroucení celého systému;
- znát z vlastní zkušenosti přírodní a kulturní hodnoty ve svém okolí, uvažovat o nich v souvislostech a chápat příčiny a následky jejich poškozování;
- hledat příčiny neuspokojivého stavu životního prostředí v minulosti i současnosti a hledat možnosti dalšího vývoje;
- pochopit velkou provázanost faktorů ekologických s faktory ekonomickými a sociálními a být schopen vybrat optimální řešení v reálných situacích;
- nahlížet různé aspekty ekologických problémů, vytvářet si vlastní názor a postoj k nim;
- propojit poznatky a dovednosti z jednotlivých vzdělávacích oblastí a využívat je při řešení environmentální problematiky.

Tematické okruhy průřezového tématu

PROBLEMATIKA VZTAHŮ ORGANISMŮ A PROSTŘEDÍ

- Jak ovlivňuje prostředí organismy, které v něm žijí, a které abiotické/biotické vlivy na organismus působí
- Jak probíhá tok energie a látek v biosféře a v ekosystému

ČLOVĚK A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

- Jak ovlivňuje člověk životní prostředí od počátku své existence po současnost a jaké je srovnání těchto forem ovlivňování z hlediska udržitelnosti
- Jaké jsou příčiny a důsledky globálních ekologických problémů a jaký postoj k tomu zaujímají zainteresované skupiny
- Jaké jsou prognózy globálního rozvoje světa na podkladě současného environmentálního jednání lidstva

Cizí jazyk

RECEPTIVNÍ ŘEČOVÉ DOVEDNOSTI

Očekávané výstupy

žák

- porozumí hlavním bodům a myšlenkám autentického čteného textu či písemného projevu složitějšího obsahu na aktuální téma
- identifikuje strukturu textu a rozliší hlavní a doplňující informace
- vyhledá a shromáždí informace z různých textů na méně běžné, konkrétní téma a pracuje se získanými informacemi
- odvodí význam neznámých slov na základě již osvojené slovní zásoby, kontextu, znalosti tvorby slov a internacionalismů

KOMUNIKAČNÍ FUNKCE JAZYKA A TYPY TEXTŮ

- **čtený či slyšený text** – jazykově nekomplikované a logicky strukturované texty, texty informační, popisné, faktografické, dokumentární, imaginativní i umělecké
- **informace z médií** – tisk, rozhlas, televize, internet, film, audionahrávky, videonahrávky, veřejná hlášení, telefon

TEMATICKE OKRUHY A KOMUNIKACNI SITUACE

- **oblast společenská** – příroda, životní prostředí, ekologie, globální problémy, věda a technika, pokrok

Biologie

EKOLOGIE

Očekávané výstupy

žák

- používá správně základní ekologické pojmy
- objasňuje základní ekologické vztahy

Fyzika

FYZIKÁLNÍ VELIČINY A JEJICH MĚŘENÍ

Očekávané výstupy

žák

- měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření

Učivo

- **elektromagnetické záření** – elektromagnetická vlna; spektrum elektromagnetického záření
- **vlnové vlastnosti světla** – šíření a rychlost světla v různých prostředích; stálost rychlosti světla v inerciálních soustavách a některé důsledky této zákonitosti; zákony odrazu a lomu světla, index lomu; optické spektrum; interference světla
- **vlastnosti látek** – normálové napětí, Hookův zákon; povrchové napětí kapaliny, kapilární jevy; součinitel teplotní roztažnosti pevných látek a kapalin; skupenské a měrné skupenské teplo

Geografie

PŘÍRODNÍ PROSTŘEDÍ

Očekávané výstupy

žák

- objasní mechanismy globální cirkulace atmosféry a její důsledky pro vytváření klimatických pásů
- objasní velký a malý oběh vody a rozliší jednotlivé složky hydrosféry a jejich funkci v krajině

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Očekávané výstupy

žák

- zhodnotí některá rizika působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globální úrovni

Matematika

PRÁCE S DATY, KOMBINATORIKA, PRAVDĚPODOBNOST

Očekávané výstupy

žák

- volí a užívá vhodné statistické metody k analýze a zpracování dat (využívá výpočetní techniku)
- reprezentuje graficky soubory dat, čte a interpretuje tabulky, diagramy a grafy, rozlišuje rozdíly v zobrazení obdobných souborů vzhledem k jejich odlišným charakteristikám

Informatika a informační a komunikační technologie

ZDROJE A VYHLEDÁVÁNÍ INFORMACÍ, KOMUNIKACE

Očekávané výstupy

žák

- využívá dostupné služby informačních sítí k vyhledávání informací, ke komunikaci, k vlastnímu vzdělávání a týmové spolupráci
- posuzuje tvůrčím způsobem aktuálnost, relevanci a věrohodnost informačních zdrojů a informací

ZPRACOVÁNÍ A PREZENTACE INFORMACÍ

Očekávané výstupy

žák

- zpracovává a prezentuje výsledky své práce s využitím pokročilých funkcí aplikačního softwaru, multimediálních technologií a internetu
- aplikuje algoritmický přístup k řešení problémů

Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech

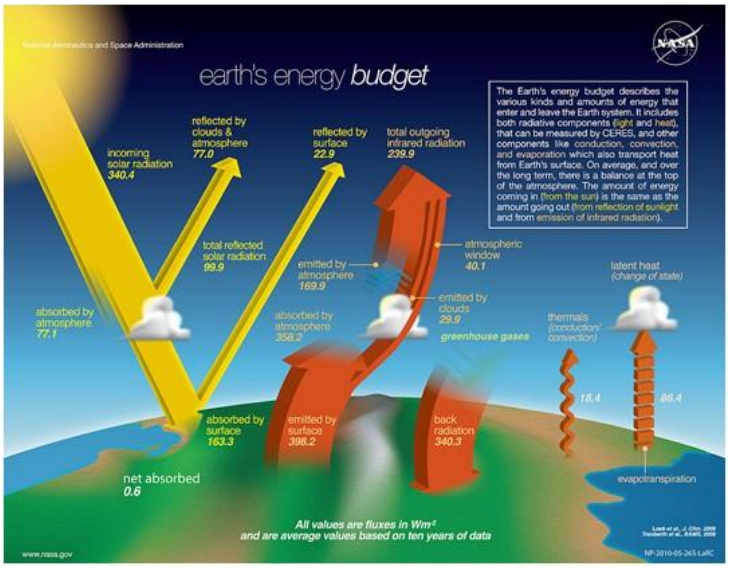
V oblasti vědomostí, dovedností a schopností má průřezové téma žákovi pomoci:

- myslet systémově a hledat souvislosti mezi jevy a procesy;
- spolupracovat aktivně a efektivně s jinými lidmi, vcítit se při poznávání a posuzování jejich názorů do situace a prostředí, ze kterého vycházejí jejich přístupy;
- vytvořit si na základě osvojených informací vlastní názor, umět ho vyjádřit a obhajovat ho argumentací v diskusích o politických, ekonomických a sociálních problémech v kontextu s evropskými a globálními vývojovými tendencemi;
- umět přijmout názor ostatních a korigovat své původní pohledy na danou problematiku;
- vnímat a hodnotit lokální a regionální jevy a problémy v širších evropských a globálních souvislostech;

2 Earth´s Energy Budget - článek

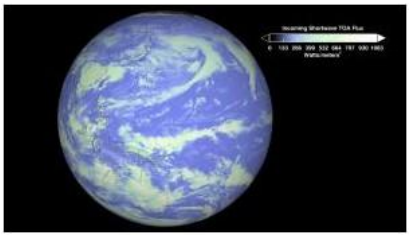
Earth's energy budget

From Wikipedia, the free encyclopedia (downloaded on Febuary 20 2015; last modified on 9 February 2015)



Earth's climate is largely determined by the planet's energy budget, *i.e.*, the balance of incoming and outgoing radiation. It is measured by satellites and shown in W/m^2.[1]

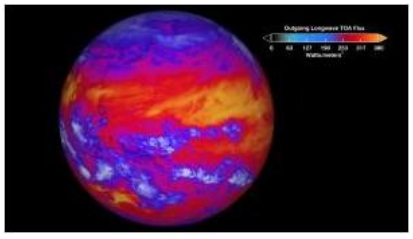
Earth's energy budget or **Earth's radiation balance** describes the net flow of energy into Earth in the form of shortwave radiation and the outgoing infrared longwave radiation into space.[2] Thus, the energy fluxes are important to understand climate change, defined by changes in Earth's energy balance.[3]



video NPP_Ceres_Shortwave_Radiation.ogv.720p.webm

Incoming, top-of-atmophere (TOA) shortwave flux radiation, shows energy received from the sun (Jan 26–27, 2012).

Received radiation is unevenly distributed over the planet, because the Sun heats equatorial regions more than polar regions. Energy is absorbed by the atmosphere and hydrosphere, known as Earth's heat engine, coupled processes which constantly even out solar heating imbalances through evaporation of surface water, convection, rainfall, winds, and ocean circulation, when distributing heat around the globe. When incoming solar energy is balanced by an equal flow of heat to space, Earth is in radiative equilibrium and global temperatures become relatively stable.



video NPP_Ceres_Longwave_Radiation.ogv.720p.webm

Outgoing, longwave flux radiation at the top-of-atmosphere (Jan 26–27, 2012). Heat energy radiated from Earth (in watts per square metre) is shown in shades of yellow, red, blue and white. The brightest-yellow areas are the hottest and are emitting the most energy out to space, while the dark blue areas and the bright white clouds are much colder, emitting the least energy.

Disturbances of Earth's radiative equilibrium, such as the rise of heat-trapping gases, change global temperatures in response, because of the greenhouse effect, since energy radiated back to space is in part absorbed by greenhouse gas molecules.[4] However, Earth's energy balance and heat fluxes depend on many factors, such as the atmospheric chemistry

composition (mainly aerosols, and greenhouse gases), the albedo (reflectivity) of surface properties, cloud cover, and vegetation and land use patterns. Changes in surface temperature due to Earth's energy budget do not occur instantaneously, due to the inertia (slow response) of the oceans and the cryosphere to react to the new energy budget. The net heat flux is buffered primarily in the ocean's heat content, until a new equilibrium state is established between incoming and outgoing radiative forcing and climate response.[5]

1. Energy budget

Incoming radiant energy (shortwave)

The total amount of energy received by Earth's atmosphere is normally measured in watts and determined by the solar constant. Earth's incoming solar radiation depends on day-night cycles and the angle at which sun rays strike, thus calculated by its cross section and distribution on the planet's surface, calculated with $4 \cdot \pi \cdot RE^2$, in sum one-fourth the solar constant (approximately 340 W/m², plus or minus 2 W/m²).[1][6] Since the absorption varies with location as well as with diurnal, seasonal, and annual variations, numbers quoted are long-term averages, typically averaged from multiple satellite measurements.[1]

Of the ~340 W/m² of solar radiation received by the Earth, an average of ~77 W/m² is reflected back to space by clouds and the atmosphere, and ~23 W/m² is reflected by the surface albedo, leaving about 240 W/m² of solar energy input to the Earth's energy budget.

Earth's internal heat and other small effects

The geothermal heat flux from the Earth's interior is estimated to be 47 terawatts.[7] This comes to 0.087 watt/square metre, which represents only 0.027% of Earth's total energy budget at the surface, which is dominated by 173,000 terawatts of incoming solar radiation.[8]

There are other minor sources of energy that are usually ignored in these calculations: accretion of interplanetary dust and solar wind, light from distant stars, the thermal radiation of space. Although these are now known to be negligibly small, this was not always obvious: Joseph Fourier initially thought radiation from deep space was significant when he discussed the Earth's energy budget in a paper often cited as the first on the greenhouse effect.[9]

Longwave radiation

Longwave radiation is usually defined as outgoing infrared energy, leaving the planet. However, the atmosphere absorbs parts initially, or cloud cover can reflect radiation. Generally, heat energy is transported between the planet's surface layers (land and ocean) to the atmosphere, transported via evapotranspiration, and latent heat fluxes or conduction/convection processes.[1] Ultimately, energy is radiated in the form of longwave infrared radiation back into space.

Recent satellite observations indicate additional precipitation, which is sustained by increased energy leaving the surface through evaporation (the latent heat flux), offsetting increases in longwave flux to the surface.[3]

Earth's energy imbalance

If the incoming energy flux is not equal to the outgoing thermal (infrared) radiation, the result is an energy imbalance, resulting in net heat added to the planet (if the incoming flux is larger than the outgoing). Earth's energy imbalance measurements provided by Argo floats detected accumulation of ocean heat content (OHC) in the recent decade. The estimated imbalance is 0.58 ± 0.15 W/m².[10]

Several satellites have been launched into Earth's orbit that indirectly measure the energy absorbed and radiated by Earth, and by inference the energy imbalance. The NASA Earth Radiation Budget Experiment (ERBE) project involves three such satellites: the Earth Radiation Budget Satellite (ERBS), launched October 1984; NOAA-9, launched December 1984; and NOAA-10, launched September 1986.[11]

Today the NASA satellite instruments, provided by CERES, part of the NASA's Earth Observing System (EOS), are especially designed to measure both solar-reflected and Earth-emitted radiation from the top of the atmosphere (TOA) to the Earth's surface.[12]

2.Natural greenhouse effect

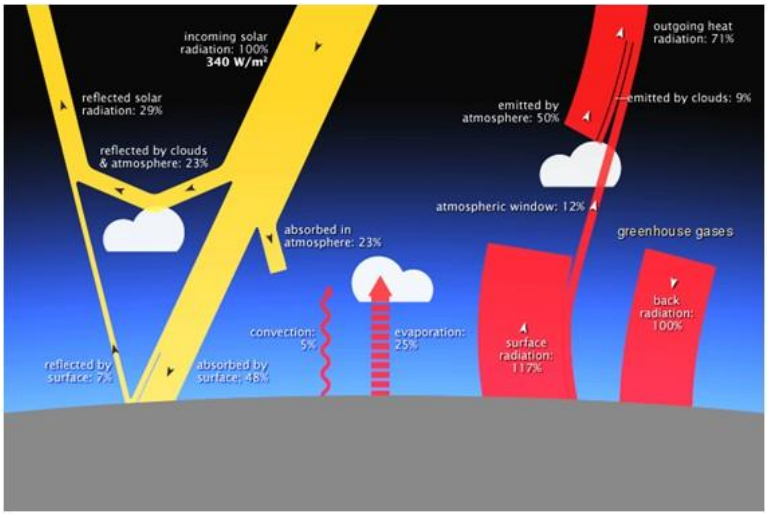
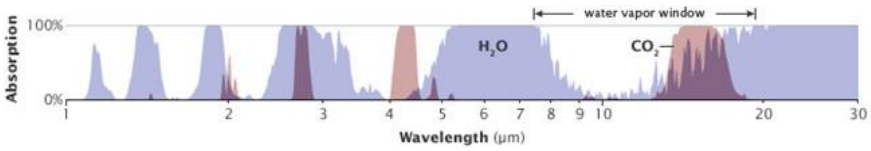


Diagram showing the energy budget of Earth's atmosphere, which includes the greenhouse effect. See also: Greenhouse effect

The major atmospheric gases (oxygen and nitrogen) are transparent to incoming sunlight, and are also transparent to outgoing thermal infrared. However, water vapor, carbon dioxide, methane, and other trace gases are opaque to many wavelengths of thermal infrared energy. The Earth's surface radiates the net equivalent of 17 percent of incoming solar energy as thermal infrared. However, the amount that directly escapes to space is only about 12 percent of incoming solar energy. The remaining fraction—a net 5-6 percent of incoming solar energy—is transferred to the atmosphere when greenhouse gas molecules absorb thermal infrared energy radiated by the surface.[13]

When greenhouse gas molecules absorb thermal infrared energy, their temperature rises. Like coals from a fire that are warm but not glowing, greenhouse gases then radiate an increased amount of thermal infrared energy in all directions. Heat radiated upward continues to encounter greenhouse gas molecules; those molecules absorb the heat, their temperature rises, and the amount of heat they radiate increases. At an altitude of roughly 5–6 kilometres, the concentration of greenhouse gases in the overlying atmosphere is so small that heat can radiate freely to space.[13]



Atmospheric gases only absorb some wavelengths of energy but are transparent to others. The absorption patterns of water vapor (blue peaks) and carbon dioxide (pink peaks) overlap in some wavelengths. Carbon dioxide is not as strong a greenhouse gas as water vapor, but it absorbs energy in wavelengths (12– 15 micrometres) that water vapor does not, partially closing the "window" through which heat radiated by the surface would normally escape to space. (Illustration NASA, Robert Rohde)[14]

Because greenhouse gas molecules radiate infrared energy in all directions, some of it spreads downward and ultimately comes back into contact with the Earth's surface, where it is absorbed. The temperature of the surface becomes warmer than it would be if it were heated only by direct solar heating. This supplemental heating of the Earth's surface by the atmosphere is the natural greenhouse effect.[13]

3.Climate sensitivity

Main article: Radiative forcing

A change in the incident or radiated portion of the energy budget is referred to as a radiative forcing.

The climate sensitivity is defined as the steady state change in the equilibrium temperature as a result of

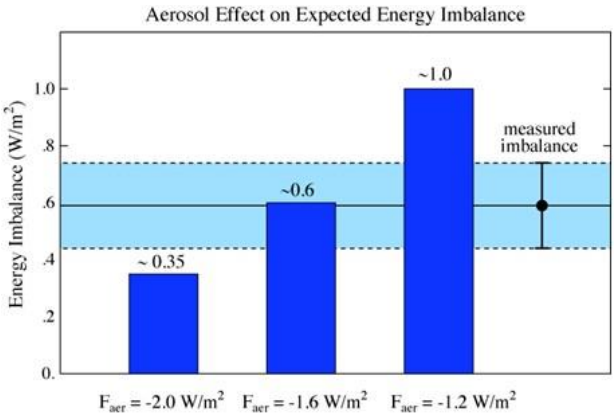
changes in the energy budget. **Climate forcings and global warming**

Changes in Earth's climate system that affect the energy which enters or leaves the system alters Earth's radiative equilibrium, and thus can force temperatures to rise or fall, are called climate forcings. Natural climate forcings include changes in the Sun's brightness, Milankovitch cycles (small variations in the shape of Earth's orbit and its axis of rotation that occur over thousands of years), and large volcanic eruptions that inject light-reflecting particles as high as the stratosphere. Man-made forcings include particle pollution (aerosols), which absorb and reflect incoming sunlight; deforestation, which changes how the surface reflects and absorbs sunlight; and the rising concentration of atmospheric carbon dioxide and other greenhouse gases, which decrease heat radiated to space.

A forcing can trigger feedbacks that intensify (positive feedback) or weaken (negative feedback) the original forcing. For

example, loss of ice at the poles, which makes them less reflective, is an example of a positive feedback.[14]

The observed planetary energy imbalance during the recent solar minimum shows that solar forcing of climate, although significant, is overwhelmed by a much larger net human-made climate forcing.



Expected Earth energy imbalance for three choices of aerosol climate forcing. Measured imbalance, close to 0.6 W/m², implies that aerosol forcing is close to
−1.6 W/m². (Credit: NASA/GISS)[10]

Today, anthropogenic perturbations in greenhouse gas concentration are responsible for a positive radiative forcing which reduces the net longwave radiation loss out to space, hence the radiative equilibrium is disturbed. It has been suggested to reduce atmospheric CO_2 content to about 350 ppm, in order to stop further global warming. The data also show that climate forcing by human-made aerosols is larger than usually assumed, hence more global aerosol monitoring would improve people's understanding of interpretation of recent climate change.[10]

4.See also

Planetary equilibrium temperature
Clouds and the Earth's Radiant Energy System

5.References

[1] "The NASA Earth's Energy Budget Poster". NASA.

[2] Chiacchio, Marc; Solmon, Fabien; Giorgi, Filippo; Stackhouse, Paul, Jr. (April 2013). *The global energy budget with a regional climate model over Europe*. Copernicus. Bibcode:2013EGUGA..15.6581C.

[3] Graeme L. Stephens, Juilin Li, Martin Wild, Carol Anne Clayson, Norman Loeb, Seiji Kato, Tristan L'Ecuyer, Paul W. Stackhouse Jr, Matthew Lebsock and Timothy Andrews (September 23, 2012). "An update on Earth's energy balance in light of the latest global observations". Nature Geoscience.
Bibcode:2012NatGe...5..691S. doi:10.1038/NGEO1580.

[4] Lindsey, Rebecca (2009). "Climate and Earth's Energy Budget". *NASA Earth Observatory*.

[5] M, Previdi et al. (2013). "Climate sensitivity in the Anthropocene". *Royal Meteorological Society*.
Bibcode:2013QJRMS.139.1121P. doi:10.1002/qj.2165.

[6] Wild, Martin; Folini, Doris; Schär, Christoph; Loeb, Norman; Dutton, Ellsworth; König-Langlo, Gert (2013). *The Earth's radiation balance and its representation in CMIP5 models*. Copernicus. Bibcode:2013EGUGA..15.1286W.

[7] Davies, J. H., & Davies, D. R. (2010). Earth's surface heat flux. Solid Earth, 1(1), 5–24.

[8] Archer, D. (2012). *Global warming: Understanding the Forecast*. ISBN 978-0-470-94341-0.

[9] Connolley, William M. (18 May 2003). "William M. Connolley's page about Fourier 1827: MEMO IRE sur les temperatures du globe terrestre et des espaces planetaires". William M. Connolley. Retrieved 5 July 2010.

[10] James Hansen, Makiko Sato, Pushker Kharecha and Karina von Schuckmann (January 2012). "Earth's

Energy Imbalance". NASA. [11] Effect of the Sun's Energy on the Ocean and Atmosphere (1997)

[12] B.A. Wielicki, et al. (1996). "Mission to Planet Earth: Role of Clouds and Radiation in Climate". *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* **77** (5): 853–868. Bibcode:1996BAMS...77..853W.
doi:10.1175/1520-0477(1996)077<0853:CATERE>2.0.CO;2.

[13] Edited quote from public-domain source: Lindsey, R. (January 14, 2009), *The Atmosphere's Energy Budget (page 6), in: Climate and Earth's Energy Budget: Feature Articles*, Earth Observatory, part of the EOS Project Science Office, located at NASA Goddard Space Flight Center

[14] "NASA: Climate Forcings and Global warming". January 14, 2009.

6. External links

NASA: The Atmosphere's Energy Budget
Clouds and Earth's Radiant Energy System (CERES) NASA/GEWEX Surface Radiation Budget (SRB) Project

7 Text and image sources, contributors, and licenses

Text

• **Earth's energy budget** *Source:* http://en.wikipedia.org/wiki/Earth'{}s%20energy%20budget?oldid=646422485 *Contributors:* BryanDerksen, Heron, William M. Connolley, Julesd, Zoicon5, Dragons flight, Alan Liefting, Sj, Peruvianllama, Wwoods, Bobblewik, Andycjp, Thincat, Neutrality, Rich Farmbrough, Vsmith, Dave souza, Berkut, Bender235, Art LaPella, Plumbago, Stillnotelf, Ultramarine, Kmg90, GregorB, Mandarax, Josh Parris, Tomtheman5, RexNL, Bgwhite, Wavelength, Huw Powell, DarkPhoenix, Daniel C, Arthur Rubin, Geoffrey.landis, SmackBot, C.Fred, ASarnat, Ohnoitsjamie, Chris the speller, RDBrown, Hibernian, AussieLegend, AstroChemist, Blouis79, Mierlo, A876, Poodleboy, Bob Stein - VisiBone, Res2216firestar, Enquire, Icseaturtles, Coppertwig, KylieTastic, Enescot, Amikake3, CrossoverManiac, Kr-val, SieBot, Virtual Cowboy, Jason Patton, JSpung, Duae Quartunciae, ImageRemovalBot, ClueBot, Mild Bill Hiccup, NuclearWarfare, N p holmes, Muro Bot, Nathan Johnson, MystBot, Addbot, Battye, Eivindbot, BepBot, Tide rolls, Lightbot, Yobot, Veteran0101, Slow entrophyy, AnomieBOT, Jim1138, Materialscientist, Citation bot, AdmiralHood, FrescoBot, Menwith, D'ohBot, Citation bot 1, Cutelyaware, Tbhotch, Jfmantis, Marknutley, Giorgiogp2, Heracles31, RIS cody, ClueBot NG, Vacation9, Tideflat, Frietjes, Widr, Bibcode Bot, NewsAndEventsGuy, BattyBot, Frosty, Malerooster, Faizan, Metadox, Prokaryotes, NottNott, Bkilli1, Monkbot, Nidarshana Pandey, Itisnotthecriticwhocounts and Anonymous: 97

Images

• **File:CO2_H2O_absorption_atmospheric_gases_unique_pattern_energy_wavelengths_of_energy_transparent_to_others.png**

Source: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/57/CO2_H2O_absorption_atmospheric_gases_unique_pattern_energy_wavelengths_of_energy_transparent_to_others.png *License:* Public domain *Contributors:* http://earthobservatory.nasa.gov/Features/EnergyBalance/page7.php *Original artist:* NASA, Robert Rohde

• **File:Commons-logo.svg** *Source:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/4/4a/Commons-logo.svg *License:*

? *Contributors:* ? *Original artist:* ?

• **File:Diagram_showing_the_Earth'{}s_energy_budget,_which_includes_the_greenhouse_effect_(NASA).png** *Source:*

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Diagram_showing_the_Earth%27s_energy_budget%2C_which_includes_the_greenhouse_effect_%28NASA%29.png *License:* Public domain *Contributors:* global_energy_budget_components.png, on: The Atmosphere's Energy Budget (page 6), in Climate and Earth's Energy Budget (author: Lindsey, R.), Feature Articles. Publisher: Earth Observatory, part of the EOS Project Science Office, located at NASA Goddard Space Flight Center *Original artist:* Robert Simmon

• **File:Folder_Hexagonal_Icon.svg** *Source:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/4/48/Folder_Hexagonal_Icon.svg *License:* Cc-bysa-3.0 *Contributors:*
? *Original artist:* ?

• **File:NASA_Hansen_Aerosol_effect_on_expected_energy_imbalance_Earth_budget.gif** *Source:* http://upload.wikimedia.org/

wikipedia/commons/0/0a/NASA_Hansen_Aerosol_effect_on_expected_energy_imbalance_Earth_budget.gif *License:* Public domain *Contributors:* http://www.giss.nasa.gov/research/briefs/hansen_16/ *Original artist:* NASA/GISS

• **File:NPP_Ceres_Longwave_Radiation.ogv** *Source:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3b/NPP_Ceres_Longwave_Radiation.ogv *License:* Public domain *Contributors:* Goddard Multimedia *Original artist:* NASA/Goddard Space Flight Center

• **File:NPP_Ceres_Shortwave_Radiation.ogv** *Source:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/NPP_Ceres_Shortwave_Radiation.ogv *License:* Public domain *Contributors:* Goddard Multimedia *Original artist:* NASA/Goddard Space Flight Center

• **File:The-NASA-Earth'{}s-Energy-Budget-Poster-Radiant-Energy-System-satellite-infrared-radiation-fluxes.jpg** *Source:* http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/The-NASA-Earth%27s-Energy-Budget-Poster-Radiant-Energy-System-satellite-infrared-radiation- fluxes.

jpg *License:* Public domain *Contributors:* http://science-edu.larc.nasa.gov/energy_budget/ *Original artist:* NASA

Content license

• Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0

3 Earth´s Energy Budget - překlad, slovíčka a doprovodný text

Anotace

Dokument je součástí cyklu Slunce na Zemi a je určen jako podkladový text pro učitele pro aktivitu Anglický článek Earth´s Energy Budget. Dokument obsahuje:

- překlad anglického článku z Wikipedie Earth´s Energy Budget (ze dne 20.2. 2015) včetně komentářů k překladu a k užívání odborných termínů v českém jazyce (kurzívou nebo formou poznámek pod čarou);

- seznam odborných anglických termínů pro učitele, který umožní učiteli se střední pokročilostí znalostí angličtiny porozumět tomuto populárně naučnému textu a tento text použít při výuce;

- seznam 47 odborných anglických termínů pro studenty, které by se měli studenti s článkem naučit. Vlastní text článku

pro výuku naleznete v následujících souborech:

- earth_energy_budget.pdf – článek Earth´s Energy Budget stažený z Internetu. V článku jsou podtržena slovíčka, jež by se studenti měli s článkem naučit (viz seznam v tomto dokumentu);

- earth_energy_budget_podtr_i_pro_ucitele.pdf – dokument viz výše, u nějž byly navíc zvýrazněny červeným přerušovaným podtržením slovíčka pro učitele;

- NPP_Ceres_Longwave_Radiation.ogv.720p.webm – video k článku Wikipedie;

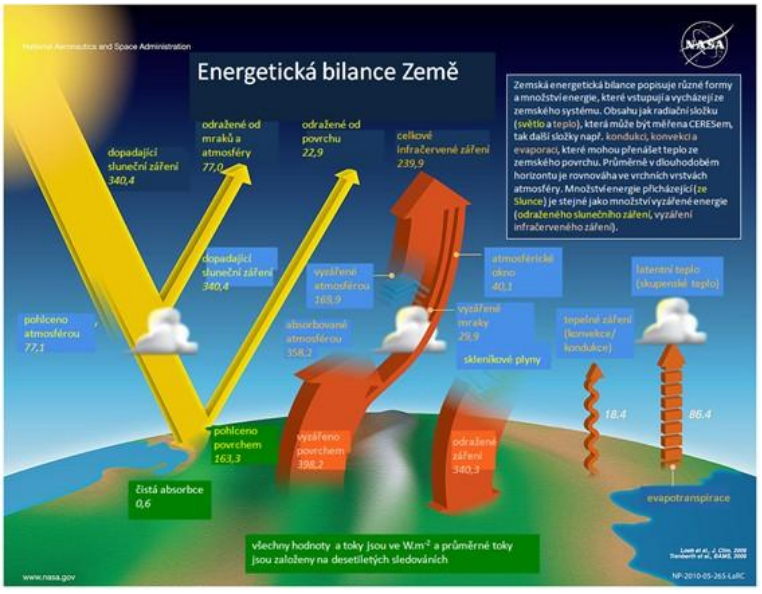
- NPP_Ceres_Shortwave_Radiation.ogv.720p.webm – video k článku Wikipedie

Český překlad článku:

kurzívou nebo formou poznámek pod čarou jsou uvedeny poznámky k překladu nebo užívání českých termínů. Číselné odkazy formou horního indexu jsou zachovány dle anglického originálu, v němž odkazují na příslušné literární zdroje.

Popisky obrázků (i uvnitř obrázků) byly také přeloženy.

Energetický rozpočet Země[21]

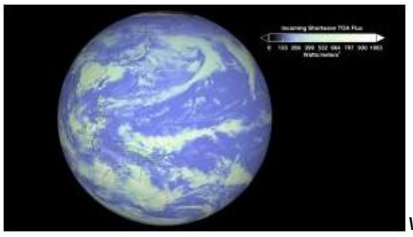


Zemské klima je převážně ovlivňováno zemskou energetickou bilancí, tedy rovnováhou mezi přicházejícím a vyzářeným zářením. Měří jí satelity a vyjadřuje se ve $W.m^{-2}$.

Z Wikipedie, internetové encyklopedii, kterou může každý upravovat[22] (staženo 20.2. 2015; poslední úprava 9.2. 2015)

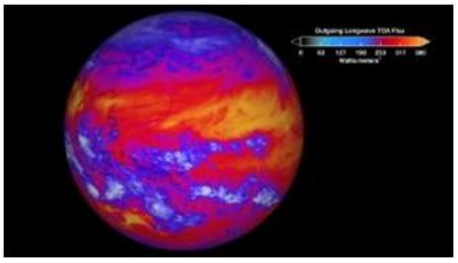
[21] tento termín se v češtině prakticky nepoužívá. Ustáleným termínem je „energetická bilance“ Země

[22] použitá doslovná formulace z české Wikipedie, původní termín free v angličtině znamená jak volný, tak zadarmo.


video NPP_Ceres_Shortwave_Radiation.ogv.720p.webm

Dopadající *záření,* krátkovlnné záření dopadající do horní části atmosféry (TOA) ukazuje záření, které bylo přijato ze Slunce (26.-27.1. 2012).

Energetický rozpočet Země nebo také energetická bilance Země (*doslovný překlad: zemská radiační bilance*, *v českém překladu byl použit ustálený termín*) popisuje čistý tok energie na Zemi ve formě krátkovlnného záření a infračerveného dlouhovlnného záření, které je vyzařováno do vesmíru[2]. Porozumění energetickým tokům nám umožňuje porozumět klimatické změně, která je definována jako změna v energetické bilanci Země[3] (*pozn. anglická věta je uvozena anglickým slovem „thus“, které se dá přeložit jako parazitické „tedy“ - bylo vypuštěno*).
Dopadlá (*doslova přijatá, pro překlad byl použit ustálený český termín*) energie je na planetě distribuována nerovnoměrně, protože Slunce ohřívá více rovníkové než polární oblasti. Energie je absorbována atmosférou a hydrosférou, která se též nazývá zemským tepelným strojem (*tento termín se však v češtině vůbec neužív; věta rozdělena*). To je doprovázeno procesy, které neustále vyvažují výkyvy v solárním záření skrze výpar (*odborně evaporaci*) povrchové vody, vedení tepla, dešťovými srážkami, větrem a oceanickou cirkulací (*myšleno cirkulací mořských proudů*), aby se tepelná energie rozmístila po zeměkouli. Když je vyrovnán poměr mezi přijatou energií a výdejem tepelné energie do vesmíru, Země je z hlediska záření v rovnováze a teploty v planetárním měřítku jsou relativně stabilní.


video NPP_Ceres_Longwave_Radiation.ogv.720p.webm

Vyzářené *záření,* dlouhovlnné záření opouštějící horní část atmosféry (26.-27.1. 2012). Tepelná energie ze Země (ve wattech na m^2) zobrazená v odstínech žluté, červené, modré a bílé. Nejzářivější žluté oblasti jsou nejteplejší a vyzařují nejvíce energie do vesmíru, zatímco tmavě modré a bílé oblasti jsou mnohem chladnější, vyzařující nejméně energie.

Zásahy (*doslova rušivé vlivy*) do relativní rovnováhy radiační bilance, jako je např. nárůst skleníkových plynů (*doslova teplo lapajících plynů*) mění celosvětovou teplotu z důvodu skleníkového efektu neboť energie, která by byla vyzářena do vesmíru, je částečně pohlcena molekulami skleníkových plynů[4]. Zemská energetická bilance a tepelné toky závisí na mnoha faktorech, jako jsou chemické atmosférické depozice (především *obsahu* aerosolů a skleníkových plynů), albedu (odrazivosti) zemských částí, oblačnosti a vegetačního pokryvu a využití krajiny (*anglická věta je uvozena problematickým termínem however, zde v tomto použití majícím význam přibližně „ale je nutné si uvědomit“*). Změny teploty na povrchu Země v důsledku změny energetické bilance Země se nemusí bezprostředně projevit kvůli jejich zpoždění (*věta byla kvůli srozumitelnosti a požadavcích češtiny rozdělena*). To je způsobeno oceány a ledovci, které jsou schopny reagovat na nový přísun energie. Tepelný tok je vyrovnáván (*doslova pufrován*) především ohříváním oceánů, a to až do doby, kdy je dosaženo nového rovnovážného stavu mezi přicházející a odcházející energií, která způsobí klimatickou změnu.

1. Energetická bilance (*anglicky doslova energetický rozpočet – termín se ale v češtině neužívá, viz výše*)

Dopadající krátkovlnné záření (*doslova přicházející energie krátkovlnného záření*)

Celková energie dopadající na atmosféru se zpravidla vyjadřuje ve wattech a nazývá se solární konstantou[23]. Dopadající záření závisí na cirkadiálním rytmu a na úhlu pod nímž sluneční paprsky dopadají, proto se počítá jako přísun energie na příslušnou část zemského povrchu, kam dopadne, který se vypočítá jako $4 \times \pi \times r^2$ (*RE v anglickém originále odpovídá poloměru rotujícího globu*), a činí souhrnně jednu čtvrtinu solární konstanty[24] (přibližně 340 $W.m^{-2}$ ± 2 $W.m^{-2}$).[1][6] Protože absorpce závisí na lokalitě i na fázi dne, ročním období a meziročních výkyvech, uvedené hodnoty odpovídají dlouhodobým průměrům typicky získaných z různých satelitních měření.[1]

Z přibližných 340 $W.m^{-2}$ záření, které dopadne na zemský povrch, průměrně 77 $W.m^{-2}$ je odraženo zpět do vesmíru od mraků a atmosféry a dalších 23 $W.m^{-2}$ je odraženo zemským povrchem – *nazýváme je* albedo. Zbývajících 240 $W.m^{-2}$ solárního záření vstupuje do zemského rozpočtu (*tím je myšleno, že představuje toky v zemských ekosystémech*).

[23] 1 373 $W.m^{-2}$

[24] anglický text je tu až příliš zjednodušený a nevyplývá z něj, jak se autoři k výsledné průměrné hodnotě dostali. Chcete-li se na to podívat podrobněji, viz např. http://shadow.eas.gatech.edu/~jean/paleo/Lectures/Lecture_2.pdf

Zemské teplo a další malé vlivy

Geotermální teplo produkované uvnitř Země je odhadem 47 TW[25].[7] To odpovídá 0,087 W.m^{-2} [26], což představuje jen 0,027 %[27]celkové energie, která je na povrchu k dispozici, v níž dominuje 173 000 TW[28] dopadajícího slunečního záření.[8]

Existují i další minoritní zdroje energie, které se zpravidla v těchto výpočtech zanedbávají: přísun vesmírného prachu a sluneční vítr, světlo ze vzdálených hvězd, tepelné vesmírné záření. Ačkoli dnes víme, že jsou zanedbatelně malé, toto nebylo vždy zřejmé: Joseph Fourier se nejdříve domníval, že záření z hlubokého vesmíru je významné, když poprvé diskutoval radiační bilanci Země v článku, který bývá citován jako první práce týkající se skleníkového efektu.[9]

Dlouhovlnné záření

Dlouhovlnné záření bývá definováno jako dlouhovlnné záření opouštějící planetu. Přestože atmosféra část záření nejdříve pohltí nebo mraky část záření mohou odrazit, obecně se tepelná energie přesouvá mezi jednotlivými zemskými povrchy (pevninou a oceány) do atmosféry skrze evapotranspiraci[29], latentní teplo[30] nebo vedením či zářením (*zde byly původní dvě věty spojeny do jedné*). Na konci je energie vyzářena jako dlouhovlnné infračervené záření zpátky do vesmíru.

Nedávné satelitní pozorování indikují také vliv srážek na zvýšení toku dlouhovlnného záření do vesmíru, to je způsobeno energií opouštějící povrch ve formě evaporace (tok latentního tepla).

Energetická nerovnováha Země[31]

Pokud není příjem energie a výdej energie ve formě tepelného (infračerveného) záření stejný, výsledkem je energetická nerovnováha, která se projeví nárůstem tepla na planetě (pokud jsou přicházející toky vyšší než odcházející). Měření energetické nerovnováhy Země prováděné „Argo floats“ (plováky Argo) zjistili v posledních dekádách akumulaci tepla oceány (OHC – obsah tepla v oceánech). Odhadovaná nerovnováha je 0,58±0,15 W.m^{-2}.[10]

Několik satelitů měřících nepřímo energii absorbovanou a vyzářenou Zemí bylo vypuštěno na zemskou orbitu, z rozdílů *těchto měření* i energetickou nerovnováhu. Projekt (*doslova* pokus) ERBE (The NASA Earth Radiation Budget Experiment – *Pokus NASA: Zemská energetická bilance*) zahrnuje tři takové satelity: ERBS (The Earth Radiation Budget Satellite – *Satelit energetické bilance Země*) vypuštěný v říjnu 1984; NOAA-9 vypuštěný v prosinci 1984 a NOAA-10 vypuštěný v září 1986.[11]

Dnes satelitní přístroje NASA poskytované CERESem, který je součástí světového observačního systému NASA EOS, jsou speciálně navrženy k měření jak sluneční energie odražené zpět na zemský povrch i energie vyzařované Zemí ve vrchních částech atmosféry (TOA).[12](*anglická věta má velmi složitou konstrukci, bohužel pro tento typ textů zcela typickou, která musela být při překladu do češtiny zcela změněna.*)

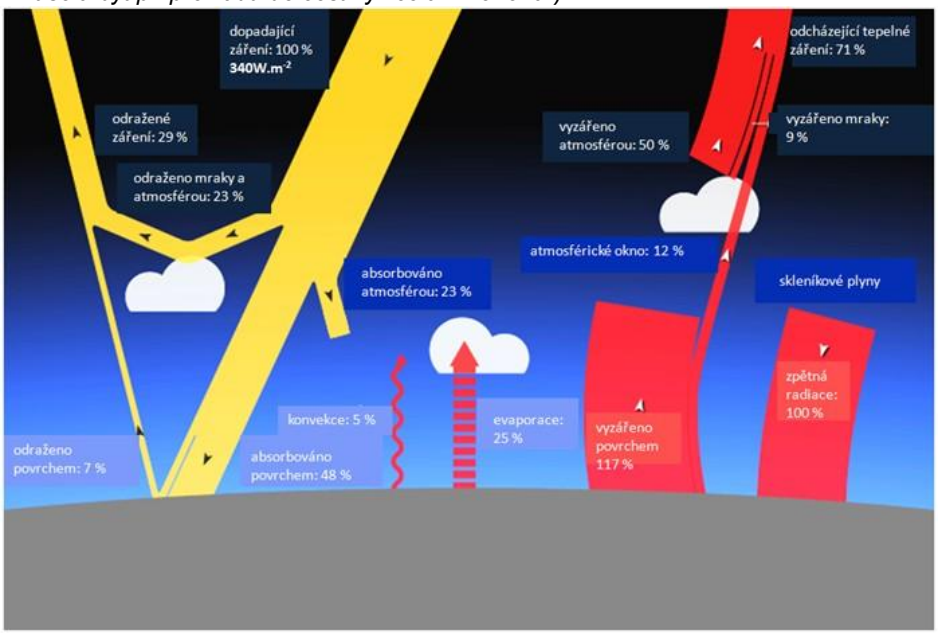


Schéma ukazující energetickou bilanci zemské atmosféry se zahrnutím skleníkového efektu.

---

[25] terawatt - 10^{12} W

[26] doporučuji upozornit na rozdíly psaní desetinných čísel v angličtině a češtině.

[27] doporučuji upozornit na rozdíl mezi psaním procent v angličtině – mezi číslo a znak procenta se mezera nevkládá, a češtině – mezi číslici a znak procenta se vkládá pevná mezera (Ctrl+Shift+mezerník)

[28] doporučuji upozornit na rozdíly v oddělování řádů, v angličtině se oddělují čárkou (případně pevnou mezerou – vzácně), v češtině pevnou mezerou, případně tečkou.

[29] evapotranspirace – souhrnné označení pro výpar vody z volné vodní hladiny (příp. půdy) a skrze transpiraci rostlin.

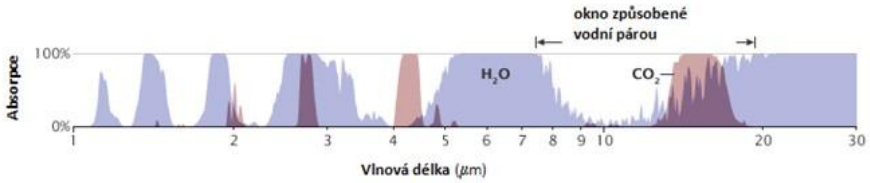
[30] latentní teplo = teplo spotřebované na výpar vody.

[31] energetická nerovnováha Země není pojem běžně užíván v češtině z důvodu nedostatku vhodných textů v českém jazyce, ale doslovný překlad v tomto případě nezní v češtině cize.

2. Přirozený skleníkový efekt Viz také Skleníkový efekt.

Hlavní atmosférické plyny (kyslík a dusík) jsou pro sluneční záření průchozí, stejně tak jsou průchozí i pro odcházející dlouhovlnné infračervené tepelné záření. Na druhou stranu, vodní pára, oxid uhličitý, metan a další stopové plyny jsou pro mnohé vlnové délky tepelného infračerveného záření neprostupné. Zemský povrch vyzařuje průměrně (*net equivalent - doslova čistý podíl*) 17 % dopadajícího slunečního záření ve formě tepelného infračerveného záření.
Přesto jen zhruba 12 % dopadajícího záření přímo unikne do vesmíru. Zbývající podíl 5-6 % dopadajícího slunečního záření je přeneseno do atmosféry, v níž skleníkové plyny absorbují tepelné infračervené záření vyzařované povrchem.

Když molekula skleníkového plynu absorbuje (*pohltí*) tepelné infračervené záření, její teplota vzroste. Podobně jako žhavé uhlí, které je teplé, ale nezáří (*ve smyslu nesvítí*), skleníkové plyny vyzařují větší podíl tepelného infračerveného záření do všech směrů. Teplo vyzářené vzhůru dále naráží na molekuly skleníkových plynů, tyto molekuly absorbují teplo, jejich teplota vzroste a tím se zvýší množství vyzářeného tepla. Ve výšce zhruba 5-6 km je koncentrace skleníkových plynů v atmosféře tak malá, že teplo může volně vyzařovat do vesmíru.[13]



Atmosférické plyny absorbují jen některé vlnové délky (*vlnová délka koreluje s energií, která je uvedena v anglickém originálu*), ale pro jiné jsou průchozí. Absorpce vodní páry (modré vrcholy) a oxidu uhličitého (růžové vrcholy) se v některých vlnových délkách překrývají. Oxid uhličitý není tak silným skleníkovým plynem jako vodní pára, ale absorbuje energii vlnových délek (12-15 mm), které vodní pára nepokrývá, zejména poblíž „okna“ skrz něž by teplo z povrchu normálně uniklo do vesmíru. (Obrázek NASA, Robert Rohde)[14]

Protože molekuly skleníkových plynů vyzařují energii v infračerveném spektru do všech směrů část z ní se šíří dolů a nakonec přichází opět do kontaktu se zemským povrchem, kde je absorbována. Teplota povrchu bude teplejší (*doslova se stává teplejší*) než kdyby byla ohřívána jen přímým slunečním ohřevem. Toto dodatečné ohřátí zemského povrchu atmosférou je přirozeným skleníkovým efektem.[13]

3. Citlivost klimatu

Hlavní článek: Radiactive forcing [*Radiační působení*[32]]

Rozdíl mezi příchozí a vyzářenou energetickou bilancí se nazývá radiační působení.

Citlivost klimatu je definována jako změna trvalého stavu rovnovážné teploty, která je výsledkem změn v energetické bilanci.

Klimatická zpětná vazba[33] a globální oteplování

Climate forcings [*Klimatickou zpětnou vazbou*] nazýváme změny v zemském klimatickém systému ovlivněné změnami v energiích, které do systému vstupují nebo vystupují, které mění rovnováhu energetické bilance Země, a mohou tedy způsobit zvýšení nebo snížení teploty. Přirozenou klimatickou zpětnou vazbou zahrnuje např. změny ve sluneční aktivitě (*doslova jasnost Slunce, při překladu byl užit ustálený český termín*) Milankovičovy cykly (malé výkyvy v tvaru zemské oběžné dráhy a její osy otáčení, které se vyskytují v řádech tisíců let[34]), a velké sopečné erupce vyvrhující světloodrážející částice vysoko do stratosféry. Člověkem způsobené síly zahrnují znečišťující částice (aerosoly[35]), které pohlcují a odrážejí dopadající záření; odlesňování, které mění schopnost zemského povrchu záření odrazit nebo pohltit; a zvyšování koncentrace oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů v atmosféře, které snižují množství tepla vyzářeného do vesmíru.

Působení[36] (*klimatických sil*) může vyvolat zpětné vazby, které zesílí (pozitivní zpětná vazba) nebo zeslabí (negativní zpětná vazba) původní sílu *působící na klima*. Např. ztráta ledovců na pólech, která sníží odrazivost těchto oblastí je příkladem pozitivní zpětné vazby.[14]

---

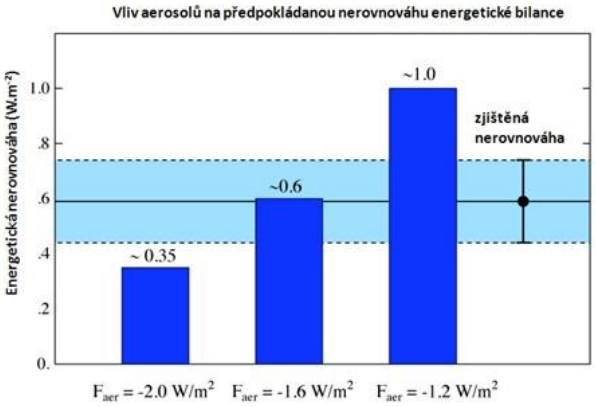
[32] stránka existuje i na české Wikipedii: http://cs.wikipedia.org/wiki/Radia%C4%8Dn%C3%AD_p%C5%AFsoben%C3%AD

[33] původní termín forcing v tomto použití nejlépe odpovídá českému zesílení. V kontextu celého článku je však myšlen komplexní systém zpětných vazeb v klimatických silách, jehož výsledkem je změna klimatu (v kontextu pozorovaných změn zpravidla pojmenovávaná jako oteplování). Protože můj překlad není v češtině ustálen, je u překladu definice termínu jako první ponechán anglický termín a navržený překlad je kurzívou v hranaté závorce.

[34] viz např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Milankovi%C4%8Dovy_cykly

[35] heterogenní směs malých pevných nebo kapalných částic v plynu

[36] forcing je v tomto textu opravdu velmi ošemetné slovo pro překládání do češtiny, vyjadřuje jak sílu, která na něco působí, tak reakci ne nějakou sílu, která na něco působila i mechanismus této reakce; také znamená vliv. Snažila jsem se užít co nejvýstižnější české termíny a zároveň se držet formulace původního anglického textu. Pokud bych článek překládala pro publikaci, byl by překlad méně doslovný, ale češtinářsky snesitelnější



Očekávaná nerovnováha v energetické bilanci pro tři možné síly vlivu aerosolů. Zjištěná nerovnováha blízko 0,6 $W.m^{-2}$ implikuje, že síla vlivu aerosolů je blízko -1,6 $W.m^{-2}$. (dle: NASA/GISS)[10]

Pozorovaná nerovnováha v radiační bilanci během posledních solárních minim ukazuje, že i když je klima významně ovlivňováno změnami v solární aktivitě, vliv člověkem způsobených změn nad nimi významně převažuje.

Dnes člověkem způsobené vychýlení koncentrace skleníkových plynů je zodpovědné za pozitivní zpětnou vazbu, která snižuje vyzařování dlouhovlnného záření do vesmíru, a tedy je narušena energetická (*doslova radiační, ale protože záření je energie, jedná se o lepší překlad*) rovnováha. Bylo navrženo snížit koncentraci atmosférického CO_2 alespoň na 350 ppm[37], aby se zamezilo dalšímu globálnímu oteplování. Data také ukazují, že vliv člověkem vytvářených aerosolů je větší než se obvykle předpokládá a tedy lepší celosvětový monitoring aerosolů by zlepšil lidské pochopení stávající klimatické změny.

4. Odkazy[38]

Planetary equilibrium temperature [*Rovnovážná teplota Země*]

Clouds and the Earth´s Radiation Energy System[39][*Mraky a zemský energetický systém*]

5. Literatura[40]

viz zdrojový článek

6. Externí odkazy *viz zdrojový článek*

7. Text a zdroje obrázků, přispěvatelé a licence[41]

Text

překlad slov kurzívou:

Source – zdroj

Contributor – přispěvatel

Obrázky

překlad slov kurzívou:

Source – zdroj

Contributor – přispěvatel

Original artist – původní umělec

Licence – licence

Licence obsahu[42]

---

[37] ppm = parts per milion, čili milióntina, jinak 1 000 ppm je 1 ‰. Jedná se o běžnou jednotku používanou v anglických textech.

[38] *doslova podívejte se také na*

[39] zkratka CERES

[40] doporučuji ukázat studentům způsoby citací různých zdrojů a probrat/zopakovat pravidla citací zdrojů.

[41] zde doporučuji pohovořit o tom, kdy je legální některá díla (text, obrázky, program, film apod.) převzít a jaká pravidla je potřeba dodržet.

[42] podmínky uvedené licence Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 viz https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/cz/

Slovíčka pro učitele

seznam obsahuje seznam odborných termínů nebo méně frekventovaných anglických výrazů včetně jejich výslovnosti. Tučně jsou slovíčka, která jsou také v seznamu slovíček pro studenty

absorb	[əb´zɔ:b]	absorbovat, pohltit
accretion	[ə´kri:ʃən]	v článku přísun, běžně
aerosol	[´eərə,sɒl]	aerosol
albedo	[æl´bi,doʊ]	albedo, odrazivost
altitude	[´æltɪ,tju:d]	nadmořská výška
angle	[´æŋgəl]	úhel
atmospher	[´ætməs,fɪə]	atmosféra
average	[´ævrɪdʒ]	průměr
balance	[´bæləns]	bilance
budget	[´bʌdʒɪt]	rozpočet
buffer	[´bʌfə]	pufrovat
carbon dioxide	[´kɑ:bən daɪ´ɒksaɪd]	oxid uhličitý
climate change	[´klaɪmɪt tʃeɪndʒ]	klimatická změna
cloud cover	[klaʊd ´kʌvə]	oblačnost
content	[´kɒntent]	obsah, také ve smyslu koncentrace
convection	[kən´vekʃən]	přenos, vedení (odborně též konvekce)
couple	[´kʌpəl]	v článku: spojovat, ve smyslu mít společného
deforestation	[dɪ,fɒɹɪs´teɪʃən]	odlesňování
diurnal	[daɪ´ɜ:nəl]	denní
emit	[ɪ´mɪt]	emitovat, zářit, vydávat
equatorial	[,ekwə´tɔ:rɪəl]	rovníkový
equilibrium	[,i:kwɪ´lɪbrɪəm]	rovnováha
evaporation	[ɪ,væpə´reɪʃən]	výpar (odborně též evaporace)
evapotranspiration	[ɪ:væp·oʊ,tran·spə´reɪ·ʃən]	evapotranspirace (souhrnné označení pro evaporaci=výpar a transpiraci)
even out	[´i:vən aʊt]	vyvažovat
feedback	[´fi:d,bæk]	zpětná vazba
float	[fləʊt]	plovák
flow	[fləʊ]	tok
flux	[flʌks]	tok (spíše fyzikálně)
global warming	[´gləʊbəl wɔ:mɪŋ]	globální oteplování
globe	[gləʊb]	zeměkoule
greenhouse effect	[´gri:n,haʊs ɪ´fekt]	sklekový efekt
heat	[hi:t]	teplo (fyzikálně)
heat-trapping gas	[hi:t træpɪŋ gæs]	skleníkový plyn
imbalance	[ɪm´bæləns]	nerovnováha, výkyv
incident radiation	[´ɪnsɪdənt ,reɪdɪ´eɪʃən]	dopadající záření (myšleno záření přicházející ze Slunce na Zemi)
infrared	[ɪnfrə´red]	infračervené
instrument	[´ɪnstɹʊmənt]	přístroj
land use	[lænd ju:s]	využití krajiny
latent heat	[´leɪtənt hi:t]	latentní teplo = teplo spotřebované na výpar vody
launch	[lɔ:ntʃ]	vypustit
longwave	[lɒŋweɪv]	dlouhovlnné
measurement	[´meʒəmənt]	měření
methan	[´me:θan]	metan
molecule	[´mɒlɪ,kju:l]	molekula
negligibly	[´nɛglɪdʒɪbli]	zanedbatelně
net	[net]	čistý (např. zisk)
nitrogen	[´naɪtrədʒən]	dusík
obvious	[´ɒbvɪəs]	zřejmý
orbit	[´ɔ:bɪt]	orbita, oběžná dráha
overwhelm	[,əʊ.və´welm]	zaplavit, v textu ve smyslu významně převažuje
oxygen	[´ɒksɪdʒən]	kyslík
pattern	[´pætən]	do češtiny prakticky nepřeložitelné slovíčko (proto se často užívá jako převzatý výraz), nejblíže je český termín vzor nebo dezén, čili opakující se prvky, které vytvářejí charakteristický dojem
perturbation	[,pɜ:tə´beɪʃən]	odchylka od normálního stavu
polar	[´pəʊlə]	polární
precipitation	[prɪ,sɪpɪ´teɪʃən]	srážky
radiation	[,reɪdɪ´eɪʃən]	záření
rainfall	[´reɪn,fɔ:l]	dešťové srážky
references	[´refrənsis]	literatura
reflect	[rɪ´flekt]	odrazit
reflective	[rɪ´flektɪv]	odrazivý
satellite	[´sætə,laɪt]	satelit
shortwave	[ʃɔ:tweɪv]	krátkovlnné
solar	[´səʊlə]	sluneční
solar constant	[´səʊlə ´kɒnstənt]	solární konstanta
space	[speɪs]	vesmír (kromě dalších významů)
stratosphere	[´strætə,sfɪə]	stratosféra
thermal	[´θɜ:məl]	tepelné
trace gas	[treɪs gæs]	plyn vyskytující se v atmosféře ve stopovém množství (<1 %) transparent
	[træns´pɛrənt]	v článku průchozí (hl. význam ale průhledný)
trigger	[´trɪgə]	spustit
unevenly	[ʌn´i:vənlɪ]	nerovnoměrně
vapor	[´veɪpə]	pára
wavelength	[´weɪv,leŋθ]	vlnová délka

Slovíčka pro studenty

seznam obsahuje 47 odborných termínů, které by se měli studenti naučit.

absorb	[əb´zɔ:b]	absorbovat,
albedo	[æl´bi,doʊ]	albedo,
altitude	[´æltɪ,tju:d]	nadmořská
angle	[´æŋgəl]	úhel
atmosphere	[´ætməs,fɪə]	atmosféra
average	[´ævrɪdʒ]	průměr
balance	[´bæləns]	bilance
budget	[´bʌdʒɪt]	rozpočet
carbon dioxide	[´kɑ:bən daɪ´ɒksaɪd]	oxid uhličitý
climate change	[´klaɪmɪt tʃeɪndʒ]	klimatická změna
deforestation	[dɪ,fɒɹɪs´teɪʃən]	odlesňování
diurnal	[daɪ´ɜ:nəl]	denní
emit	[ɪ´mɪt]	emitovat, zářit, vydávat
equatorial	[,ekwə´tɔ:rɪəl]	rovníkové
equilibrium	[,i:kwɪ´lɪbrɪəm]	rovnováha
evaporation	[ɪ,væpə´reɪʃən]	výpar (odborně též evaporace)
evapotranspirati	[ɪ:væp·oʊ,tran·spə´reɪ·ʃ	evapotranspirace (souhrnné označení evaporaci=výpar a transpiraci)
feedback	[´fi:d,bæk]	zpětná vazba
float	[fləʊt]	plovák
flow	[fləʊ]	tok
global warming	[´gləʊbəl wɔ:mɪŋ]	globální oteplování
globe	[gləʊb]	zeměkoule
greenhouse	[´gri:n,haʊs ɪ´fekt]	sklekový efekt
heat	[hi:t]	teplo (fyzikálně)
heat-trapping	[hi:t´ træpɪŋ gæs]	skleníkový plyn
imbalance	[ɪm´bæləns]	nerovnováha, výkyv
instrument	[´ɪnstɹʊmənt]	přístroj
measurement	[´meʒəmənt]	měření
methan	[´me:θan]	metan
molecule	[´mɒlɪ,kju:l]	molekula
net	[net]	čistý (např. zisk)
nitrogen	[´naɪtrədʒən]	dusík
orbit	[´ɔ:bɪt]	orbita, oběžná dráha
oxygen	[´ɒksɪdʒən]	kyslík
pattern	[´pætən]	do češtiny prakticky nepřeložitelné se často užívá jako převzatý výraz), český termín vzor nebo dezén, čili prvky, které vytvářejí charakteristický
polar	[´pəʊlə]	polární
precipitation	[prɪ,sɪpɪ´teɪʃən]	srážky
radiation	[,reɪdɪ´eɪʃən]	záření
rainfall	[´reɪn,fɔ:l]	dešťové srážky
references	[´refrənsis]	literatura
satellite	[´sætə,laɪt]	satelit
solar	[´səʊlə]	sluneční
solar constant	[´səʊlə ´kɒnstənt]	solární konstanta
space	[speɪs]	vesmír (kromě dalších významů)
stratosphere	[´strætə,sfɪə]	stratosféra
vapor	[´veɪpə]	pára
wavelength	[´weɪv,leŋθ]	vlnová délka

4 Slunce na Zemi – prezentace: Podkladový text pro učitele

Úvod:

Technické informace:
prezentace je vytvořena v programu Microsoft Powerpoit 2007, formát souboru je .pptx. V prezentaci jsou použity animace – doporučuji uživatelům před první výukou si projít jednotlivé snímky v režimu „Prezentace“ pro zjištění animací; případně jejich vypnutí v režimu „Vlastní animace“; v prezentaci nejsou použity videa ani aktivní odkazy na internet.

Prezentace je **určena** studentům čtyřletých gymnázií nebo druhému stupni víceletých gymnázií a navazuje na aktivitu 1. Anglický článek Earth´s Energy Budget.

Obsah staví na základních vědomostech a znalostech studentů:

- základních fyzikálních znalostech elektromagnetického záření: co to je, termíny: vlnová délka, druhy elektromagnetického záření dle vlnové délky, absolutně černé těleso; Wienův posunovací zákon (zběžně, v prezentaci je zopakován), vztah vlnové délky a energie;

- znalost fyzikálních veličin Watt, Wh;

- základních znalostech z anatomie a fyziologie rostlin: stavba průduchů, vedení vody rostlinou, vodní potenciál, transpirace;

- znalosti velkého a malého cyklu/koloběhu vody.

Naopak nepředpokládá větší znalosti týkající se osudu slunečního záření na Zemi, energetické bilance, hlavních ekologických tocích a jejich ovlivnitelnosti krajinným pokryvem (typem vegetace).

Vyučovací metoda:

frontální výuka s diskusí. Na tuto prezentaci by měly navazovat další dílčí aktivity 3. a 4. bloku „Slunce na Zemi“.

Popis a komentáře jednotlivých snímků:

Prezentace je členěna do pěti kapitol, které oddělují předělující snímky s osnovou prezentace. Při kliknutí názvy kapitol, které nebudou následovat, zesvětlají.

3. snímek: Energetická bilance Země

- schéma je totožné s prvním obrázkem v anglickém článku;

- shrňte osud sluneční energie na Zemi z globálního pohledu a zopakujte vědomosti získané článkem Earth´s Energy Budget;

- doporučuji snímek prezentovat formou řízeného dotazování studentů na jednotlivé části schématu. Při tom je možné také zopakovat anglické termíny, které se studenti z článku naučili (nebo minimálně měli naučit J).

- **obrázky**:

první obrázek z článku Earth´s Energy Budget: zdroj Wikipedia contributors (2015)[43]

5.-7. snímek: Skleníkový efekt

- proč je sluneční záření ve viditelném spektru a proč je naopak odražené záření v dlouhovlnném infračerveném spektru vysvětluje Wienův posunovací zákon[44]. Ten je studentům stručně připomenut na 5. snímku;

- na 6. snímku jsou výpočty maximálního toku pro Slunce a Zemi dle Wienova zákona a znázorněna část spektra, kam maximální tok spadá: pro sluneční záření viditelné spektrum na obrázku vpravo nahoře, pro Zemi na schematickém znázornění typu záření a vlnové délky na obrázku vpravo dole (vypočtená hodnota maximálního toku – v oblasti dlouhovlnného infračerveného záření je zvýrazněna červeným oválem);

- 7. snímek ukazuje absorpční křivky významných skleníkových plynů. Na tomto grafu demonstrujte, proč právě tyto plyny fungují jako skleníkové – pohlcují (absorbují) infračervené tepelné záření, které tedy nemůže být vyzářeno do vesmíru. Na schématu je také patrné tzv. „atmosférické okno“, čili část dlouhovlnného infračerveného záření, které není atmosférou pohlceno, a které Země volně vyzařuje do vesmíru (viz také 3. snímek). Obrázek byl záměrně ponechán v anglickém originále – můžete na něm zopakovat anglickou slovní zásobu. Případně jej můžete nahradit upraveným obrázkem s českými popisy.

- **obrázky**:

[43] The-NASA-Earth's-Energy-Budget-Poster-Radiant-Energy-System-satellite-infrared-radiation-fluxes" by NASA - http://science-edu.larc.nasa.gov/energy_budget/. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:The-NASA-Earth%27s-Energy-Budget-Poster-Radiant-Energy-System-satellite-infrared-radiation-fluxes.jpg#mediaviewer/File:The-NASA-Earth%27s-Energy-Budget-Poster-Radiant-Energy-System-satellite-infrared-radiation-fluxes.jpg

[44] podrobněji k Wienovu posunovacímu zákonu viz např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Wien%C5%AFv_posunovac%C3%AD_z%C3%A1kon

6. snímek – graf závislosti vyzařování tělesa dané teploty ze stránky Techmánie[45], rovnice pro Wienův posunovací zákon byla vytvořena v textovém editoru Microsoft Word;

7. snímek - graf závislosti vyzařování tělesa dané teploty stejný jako na předchozím snímku

- elektromagnetické spektrum z Wikipedie [46] [47]

8. snímek – absorpce významných plynů (shora: celková absorpce, vodní pára, oxid uhličitý, kyslík a ozón, metan, oxidy dusíku, Rayleighův rozptyl[48]). Červeným oválem je na spektrální křivce znázorněno „atmosférické okno“.

9.-11. snímek: Základní pojmy, Cimrmanovský úkrok stranou

- 9. a 10. snímek seznamuje studenty se základními termíny radiační bilance, které budou dále používány. Více informací k jednotlivým složkám radiační bilance získáte v dokumentu Slunce na Zemi v části Úvod do tématu.

Fotosyntézu lze z celkové radiační bilance vynechat, protože činí ca 1 % dopadlé sluneční energie. Je však nutné si uvědomit, že toto 1 % energie živí nejen rostliny, ale i veškeré další trofické úrovně potravního řetězce.

Teplo na ohřev vegetace je ve srovnání s teplem na ohřev vzduchu zanedbatelně malé, proto jej lze v rovnici vyjadřující čistou radiaci zanedbat. Čistá radiace je tedy závislá na poměru mezi třemi základními toky: toku tepla do půdy (G), teplu na ohřev vzduchu = pocitovém teplu (H) a latentním teplu, čili teplu spotřebovaným na evapotranspiraci (LE). Pokud je jedna ze složek omezena – např. LE při nedostatku vody, musí se sluneční energie transformovat do některé z dalších dvou složek nebo do obou z nich (např. výrazně se ohřeje vzduch).

- 10. snímek opakuje základní znalosti z fyziologie rostlin vztahující se k transpiraci. Transpirace je klíčový děj, který přispívá k chlazení ekosystémů (v Evropě ca 70 % veškeré vlhkosti se do atmosféry dostane transpirací nikoli prostou evaporací, Šantrůček 2008) a k malému koloběhu vody. Transpirace je proces, kterým rostlina udržuje tok vody v těle, a která přispívá i k toku asimilátů – floémový tok (poháněný osmotickým tlakem) a xylémový tok (poháněný transpirací) se navzájem doplňují. Transpirační tok je rostlinou veden xylémem. Tok je poháněn gradientem vodního potenciálu - jak je naznačeno na obrázku v pravé polovině snímku.

- **obrázky**:

10. snímek – vlevo dole fotografie průduchu (z rajčete) stažená z Wikipedie[49]

- schéma vytvořené pro tuto prezentaci, foto Alena Dostálová.

12. snímek: Jak měříme radiační bilanci?

- snímek formou jednoduchého schématu představuje měření, které je potřeba provést, aby bylo možné identifikovat jednotlivé složky čisté radiace (viz snímek č. 11):

- dopadající záření měříme, abychom věděli, kolik energie do systému vstupuje. Dopadající záření také slouží k výpočtu albeda, pocitového tepla, latentního tepla (tepla na evapotranspiraci) a toku tepla do půdy;

- odražené záření měříme, abychom zjistili albedo systému;

- teplota měřená ve dvou různých výškách (např. 2 cm a 2 m) slouží k výpočtu pocitového tepla (H) a latentního tepla (LE, tepla spotřebovaného na evapotranspiraci);

- vlhkost měřená ve dvou výškách (např. 2 cm a 2 m) slouží k výpočtu latentního tepla (LE);

- teplota půdy měřená ve dvou hloubkách půdy (např. 5 a 10 cm) se používá na výpočet toku tepla do půdy (G).

14. - 16. snímek: Vliv krajinného pokryvu na jednotlivé složky energetické bilance

- tyto snímky formou zjednodušeného schématu představují typický podíl jednotlivých složek čisté radiace ve třech typizovaných krajinných pokryvech: vodní ploše, asfaltové ploše a dostatečně vodou zásobené mesické[50] louce. Při prezentaci se vždy postupně zobrazují jednotlivé energetické toky. Každý snímek začíná dopadajícím zářením, které je uvažováno stejné.

---

[45] http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4b76616e746f76e12066797a696b61h&key=1051

[46] ElmgSpektrum“ od Original uploader was Kf at cs.wikipedia – Originally from cs.wikipedia; description page is/was here.. Licencováno pod Volné dílo via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ElmgSpektrum.png#mediaviewer/File:ElmgSpektrum.png

[47] obrázek s českými popisy naleznete v dokumentu Slunce na Zemi, v kapitole Úvod do tématu

[48] viz např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Rayleigh%C5%AFv_rozptyl

[49] Tomato leaf stomate cropped and scaled“ od derived by me – based on File:Tomato leaf stomate 1-color.jpg, which is actually based on http://remf.dartmouth.edu/images/botanicalLeafSEM/source/16.html. Licencováno pod Volné dílo via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tomato_leaf_stomate_cropped_and_scaled.jpg#mediaviewer/File:Tomato_leaf_stomate_cropped_and_scaled.jpg

[50] ani zamokřená, ani vysychavá, ani málo živin, ani moc; zkrátka něco mezi.

Pochopitelně na poměrné rozložení energie mezi jednotlivé složky čisté radiace má vliv roční období a počasí v daný den. Pro zjednodušení jsou jednotlivé složky čisté radiace uvažovány pro období blízko letního slunovratu (maximální oslunění) a slunný den (radiační počasí).

- 14. snímek – vodní plocha. Kvůli špatné dostupnosti dostatku relevantních měření, jsou údaje u tohoto krajinného pokryvu velmi přibližné. Obecně, energie může:

i) se odrazit od vodní hladiny – průměrná hodnota albeda pro mořskou hladinu je uváděna ca 6 %[51]. Množství odraženého záření závisí především na úhlu dopadajících paprsků – největší odraz bude při velkém odchýlení od 90 %. Na snímku je uvedena přibližná hodnota 10 % albeda, která vychází z toho, že velkou část dne slunce nedopadá pod úhlem 90° (a to předpokládáme den blízko letního slunovratu, kdy je slunce v nadhlavníku).

ii) být využita rostlinami pro fotosyntézu – průměrná hodnoty se pohybují kolem jednoho procenta (max. účinnost zjištěná ca 5 %). Protože se jedná o vodní biotop, většinu primárních producentů představují řasy a sinice.

iii) ohřát vzduch (pocitové teplo - H) – ca 20-30 % dopadlé sluneční energie ohřeje vzduch nad vodní hladinou.

iv) ohřát vodu – vzhledem k tomu, že voda má vysokou tepelnou kapacitu (4 180 $J.kg^{-1}.K^{-1}$), ohřev vody probíhá dosti pomalu, na druhou stranu voda dlouho vydrží teplá i při změně počasí a může ohřívat vzduch. To je důvod, proč okolí rozsáhlých vodních ploch má menší výkyvy teplot mezi dnem a nocí i mezi zimou a létem.

v) vypařit vodu=evaporace (latentní teplo) – vzhledem k tomu, že sluneční paprsky dopadají přímo na vodní hladinu, není tok do evaporace nijak omezen. Protože však na vodní hladině nejsou plovoucí listy, jedná se výhradně o evaporaci – transpirace nemůže probíhat. Pokud by na hladině byly plovoucí listy vodních makrofyt (např. leknínu), nebo kdybychom příklad situovali do litorálu vodní plochy, transpirace by se významně podílela na tomto toku.

- 15. snímek – asfaltová plocha. Obecně, energie může:

i) se odrazit od asfaltu – vzhledem k černé barvě asfaltu je odrazivost relativně nízká (mezi 5 % - čerstvý asfalt, a 12 % - opotřebovaný asfalt). Pokud bychom snímkem demonstrovali vliv betonové plochy, bylo by albedo vyšší (až 55 %), a to na úkor toku tepla do půdy a především pocitového tepla.

ii) ohřát asfalt a jeho podloží – svrchní vrstva asfaltu se sice intenzivně ohřívá, ale vzhledem k relativně malé tloušťce asfaltu a podloží, které již tak dobře teplo nevede (štěrkové lože), není tok do půdy majoritním energetickým tokem radiační bilance. Hodnota však byla jen odhadnuta kvůli nedostatku dostupných studií.

iii) ohřát vzduch (pocitové teplo) – valná většina sluneční energie ohřeje vzduch nad asfaltovou plochou (ten je ohříván i horkým asfaltem). Tuto skutečnost všichni zajisté dobře znají – v horkém letním dni je povrch a okolí např. silnice natolik rozpálený, že to nelze přehlídnout. Důvodem je, že na asfaltu není dostupná žádná voda, a proto žádná energie nemůže téci do latentního tepla.

V případě asfaltové plochy jsou toky do fotosyntézy a do evapotranspirace nulové – na asfaltu nerostou žádné rostliny, které by mohly fotosyntetizovat nebo transpirovat ani zde není žádná voda, která by se mohla odpařit (a i když náhodou zaprší, tak voda rychle odteče a do asfaltu se nevsákne).

- 16. snímek – mesická louka. Obecně, energie může:

i) se odrazit – průměrná odrazivost vegetace je ca 20-25 %;

ii) být využita rostlinami pro fotosyntézu – průměrná hodnoty se pohybují kolem jednoho procenta (max. účinnost zjištěná ca 5 %). Pochopitelně tok do fotosyntézy je ve vegetačním období, v zimě je rychlost fotosyntézy prakticky nulová (s výjimkou jehličnanů při oteplení, ale příklad je situován na louku).

iii) ohřát vzduch (pocitové teplo) – jen ca 15 % dopadlé sluneční energie přímo ohřívá vzduch, protože většina energie se spotřebuje na výpar vody – evapotranspiraci (latentní teplo - LE) – viz dále. To je důvod, proč plochy porostlé vegetací se tolik nepřehřívají jako obnažená stanoviště.

iv) tok do půdy je také relativně malý a pohybuje se kolem 10 %. Tok tepla do půdy je však závislý na struktuře půdy a obsahu vody v půdě.

v) vypařit vodu – většina vody se do vzduchu vypařuje skrze průduchy – transpirace, v Evropě se takto do atmosféry dostává až 70 % vlhkosti. Transpirace je pro rostliny naprosto zásadní. Bez transpiračního proudu nemohou po těle rozvádět vodu a minerální látky a nefunguje správně ani floémový tok, který přenáší asimiláty z místa vzniku do místa spotřeby. Transpirací vegetace významně přispívá k chlazení ekosystémů a k udržování malého vodního cyklu. Vypařená/vytranspirovaná voda může po ochlazení opět zkondenzovat (při tom odevzdá kondenzační teplo vzduchu, který ohřeje) a tím se vrátit zpět do ekosystému a být znovu využita rostlinami (nebo jinými organismy). Tím nedochází k výrazným teplotním výkyvům v ekosystému, které jsou pro většinu organismů nepříznivé a zároveň se v ekosystému udržuje voda.

Rostliny významně také přispívají k tvorbě půdy (opadem biomasy, vylučování látek do rhizosféry), která je schopna vodu udržet – především kapilárními silami, a neodtéká z ekosystému pryč.

[51] http://nsidc.org/cryosphere/seaice/processes/albedo.html (ze dne 27.2. 2015)

17.-18. snímek: Velký a malý koloběh vody

- 17. snímek – velký koloběh vody. Před další částí prezentace zopakujte se studenty velký koloběh vody – doporučuji formou řízené diskuse/dotazování se studenty. Důležité je, aby v této části zazněla informace, že celý koloběh vody je poháněn sluneční energií. Zdůrazněte také významnou část cyklu zprostředkovanou transpirací – po kliknutí je evapotranspirace ohraničena červeným oválem.

- 18. snímek – shrnuje význam vegetace pro malý cyklus vody. Evapotranspirace v porostech vegetace dobře zásobených vodou představuje ca 55 % energie, která ze slunce do ekosystému vstupuje. Dospělý strom ve vrcholu vegetačního období v teplém dni může vytranspirovat až 100 l vody! Voda, která se zde vypaří nebo vytranspiruje zde také často díky malému cyklu vody znovu spadne a znovu se vypaří a znovu zkondenzuje a spadne… Tím je ekosystém chráněn před přehřátím a vyschnutím.

Na tomto místě můžete zmínit, že pokud dojde k destrukci vegetace (např. vykácením lesa, vypasením apod.), tento tok je narušen, je tedy také narušen malý vodní cyklus a krajina vysychá – v extrémním případě se může změnit v poušť (jak se na mnohých místech Země děje – např. v subsaharské Africe, na Pyrenejském poloostrově, ve Střední Asii…). Tento proces je navíc umocněn změnami v půdě, které změnu vegetace doprovázejí – typicky dojde ke snížení obsahu organického uhlíku v půdě, čímž dojde ke snížení retenční kapacity půdy. Půda již není schopna zadržovat tolik vody a více vody při srážkách odtéká z ekosystému pryč (v nižších částech povodí může způsobovat záplavy). Tato voda není k dispozici pro evapotranspiraci, více sluneční energie putuje do pocitového tepla, více se ekosystém přehřívá… Jedná se tedy o pozitivní zpětnou vazbu.

20.-21. snímek: Změna využívání krajiny

- snímek shrnuje hlavní důsledky změny využívání krajiny. V poslední době významně měníme krajinný pokryv na velkých plochách. Je nutné si uvědomit, jaké důsledky tyto změny mají z hlediska energetických toků a klimatických jevů. Většina změn v člověkem intenzivně využívané krajině vede k redukci vegetace (tedy ke snížení evapotranspirace a nárůstu pocitového tepla), snížení retenční schopnosti krajiny (především důsledek odvodňování – např. meliorace, napřimování toků, ale také odlesňování a hnojení), která vede k odvodňování krajiny, tedy ke snížení toku energie do latentního tepla a nárůst toku do pocitového tepla. Tyto změny vedou k přehřívání takovýchto ploch. Velké rozdíly v teplotách mezi jednotlivými vegetačními pokryvy vedou k velkým větrům (vichřice až orkány) a přívalovým srážkám (rychlé ochlazení vodou nasyceného vzduchu při přesunu nad chladné plochy). Protože je snížena retenční kapacita půdy, tato voda se příliš nevsakuje a rychle z ekosystémů odtéká – může tedy způsobit záplavy. Více k možným vlivům na člověka viz Úvod do tématu v dokumentu Slunce na Zemi a aktivita Slunce na Zemi: Kdesi v hlubokém vesmíru.

- snímek 21 doplňuje snímek 20 tím, že ukazuje, že relativně malá změna v krajinném pokryvu (např. výstavba 100 km dálnice) představuje velké změny
z hlediska energií. Pro lepší představu je tepelná energie vyprodukovaná 100 km dálnice (která není využita na evapotranspiraci) srovnána s produkcí jaderné elektrárny Temelín a se spotřebou elektřiny – jako příklad město Kroměříž (28 921 obyvatel leden 2014 dle ČZÚ).

- **obrázky**:

vpravo nahoře: jaderná elektrárna Temelín, zdroj Wikipedia (dne 25.2. 2015)[52]; vpravo dole: Kroměříž, foto Alena Dostálová

(2007).

- **obrázek 22. snímek**:

Středozemní moře, Černá hora, Alena

Dostálová, 2009. **Literatura:**

Šantrůček J. (2008): Rostliny v měnícím se světě. Stres. Sekundární metabolity. Prezentace kurzu Fyziologie rostlin Přírodovědecké fakulty, Jihočeské univerzity. Dostupná online: http://kebr.prf.jcu.cz/?act=2#KEBR562. (odkaz ze dne 2.3.2015)

Wikipedia contributors (2015): Earth's energy budget. Wikipedia, The Free Encyclopedia. February 9, 2015, 23:57 UTC. Available at: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Earth%27s_energy_budget&oldid=646422485.

Zdroj obrázků je vždy citován u příslušného obrázku. Není-li citace uvedena, byl obrázek vytvořen autorkou speciálně pro tuto aktivitu nebo se jedná o autorské foto

[52] „JETE-chladici veze“ od User:Japo – Fotografie je vlastním dílem. Licencováno pod Volné dílo via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:JETE-chladici_veze.jpg#mediaviewer/File:JETE-chladici_veze.jpg

5 Slunce na Zemi: Kdesi v hlubokém vesmíru…

Kdesi v hlubokém vesmíru…

Kdesi v hlubokém vesmíru bylo jedno velkoknížectví zahrnující nepočítaně planet. Moudrý, mocný a spravedlivý velkokníže mu vládl dobře. Velkokníže byl spokojený i se svým životem. Měl vše, nač jen pomyslil, k tomu krásnou ženu a dva syny: Techka a Naturala. Synové byli sice chytří a šikovní, ale jako by je jejich jména předznamenala ke zcela opačným povahám. Techek se od malička zajímal o kolečka, šroubky, motory a podobné technické záležitosti. Natural se nejraději procházel přírodou, pokoj měl samou kytičku a k nemalé potěše velkovévodkyně i plný brouků, stonožek, pavouků a jiné havěti, které vždy tajně ze svých vycházek propašoval. A tak se již od mala kluci hádali o tom, jak jednou bude nejlepší spravovat dědictví po otci. Techek na to šel vědecky; měl v hlavě plán na pravidelné uspořádání produktivních a výrobních částí planety, který postupem času zdokonaloval. Natural naopak chtěl ponechat řízení přírodním silám a do ekosystémů co nejméně zasahovat. Pochopitelně se ti dva nikdy nemohli shodnout. Zpočátku se tomu velkovévoda smál, později, když odborné disputace nabírali na síle i délce, doufal, že je to přejde, až jednoho dne, po obzvláště těžkém pracovním dni, to nevydržel a zvolal:

„A už toho mám dost! Je vám patnáct let, takže dostanete každý svou planetu třídy M[53], která je dosud neobydlená, dva miliony obyvatel a dvacet milionů fufníků a dělejte, jak umíte. Za deset let se podíváme na výsledek!“

A jak pravil, tak udělali.

Techek okamžitě započal planetu měnit. Její povrch rozčlenil na pravidelné plochy přibližně 100×100 km, a v rohu každé plochy zbudoval město s průmyslovým areálem o poloměru 10 km.

Proč byly plochy jen přibližně 100×100 km velké a ne přesně, jak bychom mohli od Techka odčekávat?

_____
_____
_____
_____

A mohla být sídla opravdu přesně v rozích pravidelné sítě? Proč?

_____
_____
_____
_____

Natural naopak povolil výstavbu maximálně dvou domů v sousedství, které souhrnně nezabíraly plochu větší než 500 m^2 a minimálně 10 km od další zástavby. Každý dům musel mít svůj zdroj energie a být v maximální míře soběstačný produkcí potravin, protože na planetě byl jediný přistávací terminál pro mezihvězdné lety.

Zpočátku to vypadalo, že se oběma planetám dobře daří a že souboj bratrů dopadne nerozhodně. Techkova planeta se mohutně rozvíjela, její HDP vykazovalo dvojciferný růst, špičkový výzkum, který Techek zahájil, přinesl celou řadu objevů, jejichž význam přesahoval hranice planety.

Co je to HDP? Co HDP tvoří? A co znamená, že vykazuje dvojciferný růst?

_____
_____
_____
_____

Naturalova planeta se stala oázou klidu a harmonie a na dovolenou k ní přilétali hvězdolety boháči i z planet mimo velkoknížectví. Dokonce jednou sem na víkend zavítala samotná princezna Kheilla. Mimochodem, Naturalovi se vůbec nelíbila, protože měla velký nos a malá prsa.

Pohoda a radost však netrvaly dlouho.

Techmanovu planetu začaly soužit sucha, přívaly dešťů a prudké větry, které ničily úrodu, města i průmysl. Růst HDP se zastavil, stagnoval a dokonce se propadl. Ve městech vzrostla nezaměstnanost, tím také kriminalita a státní výdaje na její potlačení a na sociální dávky. Celkově vzrostlo sociální napětí ve společnosti, které se projevovalo častými stávkami, protesty, demonstracemi včetně násilných projevů během těchto protestů (rozbíjení výloh, aut, rabování, útoky na policisty a politiky…).

Proč vzrostlo sociální napětí ve společnosti a proč jej doprovázely násilné projevy?

_____
_____
_____

[53] viz klasifikace Star Treku (např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Klasifikace_planet_ve_Star_Treku)

Techman se musel zadlužit. Protože byl ale chytrý zadal svým vědeckým pracovníkům, aby zjistily, proč se klima na jeho planetě změnilo a co je potřeba udělat, aby se vše vrátilo do původního stavu.

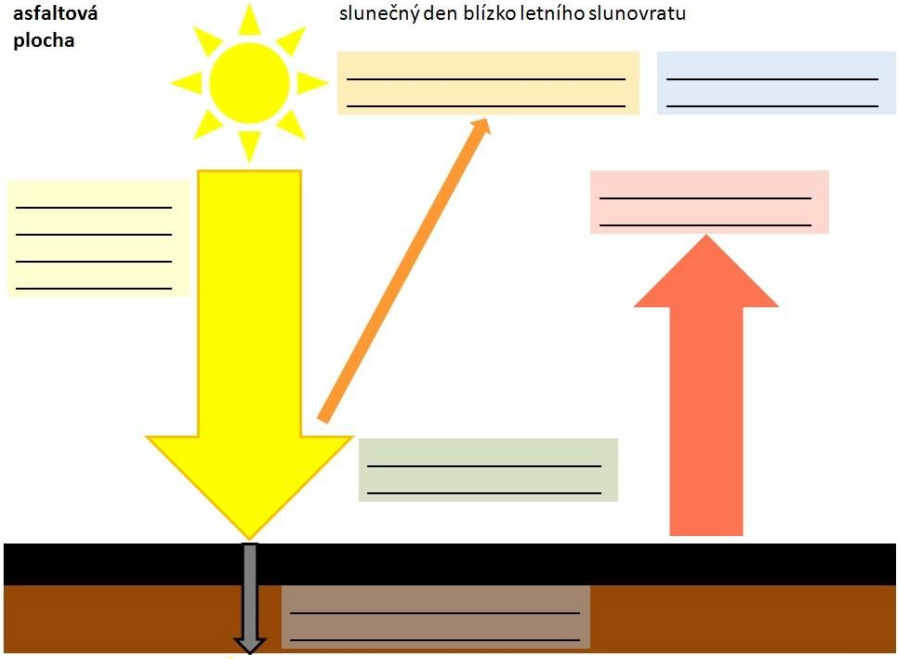
Dlouze si vědci lámaly hlavy proč to tak je, měřily hodnoty na zemi, měřili hodnoty pod zemí, měřily hodnoty z orbitální dráhy. Až jednou jeden mladý vědec na to přišel. Nejdříve se zamyslel:

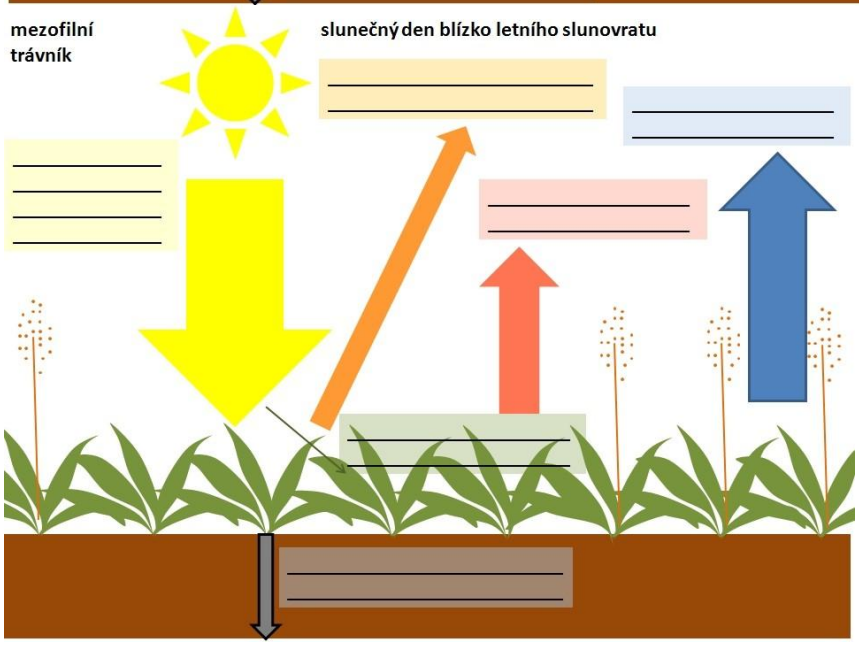
„Jak vznikají prudké větry, které lámou stromy a odnášejí střechy našich továren a skladů?“ *Pomožte mu s odpovědí:*

„A jak to, že je často doprovázejí prudké lijáky?“ *Zvládnete i tuto otázku?*

Tyto úvahy ho přivedly k úvaze v širších souvislostech a musel se zamyslet nad tím, co se vlastně děje se slunečním zářením na planetě. Nakreslil si dvě jednoduchá schémata:

Zvládnete je doplnit také jako on?





Počítal a přemýšlel, počítal a přemýšlel a zjistil, že za problémy na planetě jsou následující lidské aktivity: *Zvládnete je také vymyslet?*

Svému pánu proto navrhl následující doporučení: *Jaká to asi byla?*

Ani Naturově planetě se problémy nevyhnuly. Nadšení z nové destinace ve vesmíru brzy ochladlo a turisté se v souladu s novými trendy vydaly raději za sopkami Mbudu a teplými prameny s fluoreskujícími rybami Žbdulu. Tím také vyhasl významný přísun peněz pro místní ekonomiku a planeta se musela vypořádat s mnoha ekonomickými problémy.

Jaké problémy to byly?

Jak to tak bývá, ekonomické problémy za sebou nenechaly ani společenské problémy. *Co asi lidé Naturově vládě vyčítali?*

Došlo to tak daleko, že se obyvatelé pokusili Naturovu vládu ukončit. Nejdříve apelovali u jeho otce. Ten však odmítl desetiletý pokus ukončit, a proto se pokusily s využitím vojenské pomoci cizího vévody Natura svrhnout a připojit svou planetu k sousednímu vévodství. Naštěstí se v poslední chvíli cizí vévoda roztržky s velkoknížetem zalekl a povstání přestal podporovat. Osamocené skupinky obyvatel neměly šanci uspět proti organizované armádě, kterou Natur vybudoval a povstání potlačil.

A jak příběh končí? Protože je to pohádka, končí dobře. Techek i Natur byli inteligentní a rozumní mladíci, kteří se ze svých chyb poučili, a když jejich otec umřel, vládli společně moudře a spravedlivě celému velkoknížectví. Rozdílné povahy jim umožnili včas rozeznat limity svého vidění světa a i když občas jejich diskuse byly bouřlivé, vždy se dokázali domluvit na nejlepším řešení pro velkoknížectví.

Řešení úkolů:

Proč byly plochy jen přibližně 100×100 km velké a ne přesně, jak bychom mohli od Techka odčekávat?

Planeta má přibližně tvar koule, její povrch tedy nelze rozčlenit na pravidelné pravoúhlé čtyřúhelníky. *Doporučuji při této příležitosti se studenty probrat různá kartografická zobrazení povrchu v mapách (u nás např. nejčastěji používané Křovákovo) a ukázat na jejich nedostatky – především zkreslení v polárních oblastech na mapách světa (ohromné Grónsko apod.). Více k problematice viz*

http://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie:Kartografick%C3%A1_zobrazen%C3%AD

A mohla být sídla opravdu přesně v rozích pravidelné sítě? Proč?

Techek musel směrem k pólům plochy ubírat oproti oblastem blíže k rovníku. Z tohoto důvodu nemohly být sídla v rozích pravidelné sítě, ale musely být vždy trochu posunuty, případně mohl vždy v určitých intervalech plochu vynechat.

Co je to HDP? Co HDP tvoří? A co znamená, že vykazuje dvojciferný růst?

HDP = hrubý domácí produkt, je celková peněžní hodnota statků a služeb vytvořená za dané období na určitém území.

HDP = **Produkce** minus **Mezispotřeba** plus **Daně z produktů** minus **Dotace na produkty**

Více viz např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Hrub%C3%BD_dom%C3%A1c%C3%AD_produkt

Dvojciferní růst – meziroční změna HDP je kladná a to minimálně 10 % (alespoň dvě platné cifry)

Zde doporučuji diskutovat výhody a nevýhody ukazatele HDP, je možné se podívat na HDP států na Zemi a porovnat je…

Proč vzrostlo sociální napětí ve společnosti a proč jej doprovázely násilné projevy?

Špatná ekonomická situace je obecně pro lidi důvod k nespokojenosti, nejvíce jí bývají postiženi sociálně slabí členové společnosti (staří, nemocní, nevzdělaní, ale také mladí lidé bez praxe). Nedostatek prostředků vyúsťuje v nepokoje – protesty, demonstrace apod. Frustrovaní lidé snadněji sáhnou k radikálnímu přístupu, dav se navíc snadno nechá strhnout jediným impulzem – např. někdo hodí kámen do výlohy, ostatní se přidají, následuje ničení věcí, rabování, násilné střety s policií… Lidé v takovéto situaci také snáze věří „siláckým“ řečem charismatických osob, které snadno dav ovládnou a s jeho pomocí se dostanou k moci.

„Jak vznikají prudké větry, které lámou stromy a odnášejí střechy našich továren a skladů?“ Pomožte mu s odpovědí:

Velká sídla propojená dopravní infrastrukturou se velmi přehřívají oproti okolním převážně zemědělským porostům – tím vznikají velké gradienty teplot mezi vzdušnými masami, které vyrovnávají větry. Rychlost větru závisí na rozdílu teplot vzdušných mas – čím větší rozdíl, tím rychlejší vítr.

Více viz např. http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7n.html

Zde doporučuji zopakovat nebo probrat Beaufortovu stupnici větru (zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Beaufortova_stupnice, ze dne 12.3. 2015)

Beaufortova stupnice [editovat | editovat zdroj]

stupeň	rychlost větru		tlak větru v kg/m² odpovídající měření v 10 m	slovní označení 1	slovní označení 2	znaky na souši	znaky na moři
	m/s	km/h					
0	0–0,2	0–1	0	bezvětří		Kouř stoupá svisle vzhůru.	Moře je zrcadlově hladké.
1	0,3–1,5	1–5	0–0,1	vánek		Kouř už nestoupá úplně svisle, korouhev nereaguje.	Malé šupinovitě zčeřené vlny bez pěnových vrcholků.
2	1,6–3,3	6–11	0,2–0,6	větřík	slabý vítr	Vítr je cítit ve tváři, listí šelestí, korouhev se pohybuje.	Malé vlny, ještě krátké, ale výraznější,se sklovitými hřebeny, které se nelámou.
3	3,4–5,4	12–19	0,7–1,8	slabý vítr	mírný vítr	Listy a větvičky v pohybu, vítr napíná prapory.	Hřebeny vln se začínají lámat, pěna převážně skelná. Ojedinělý výskyt malých pěnových vrcholků.
4	5,5–7,9	20–28	1,9–3,9	mírný vítr	dosti čerstvý vítr	Vítr zvedá prach a papíry, pohybuje větvičkami a slabšími větvemi.	Vlny ještě malé, ale prodlužují se. Hojný výskyt pěnových vrcholků.
5	8,0–10,7	29–38	4,0–7,2	čerstvý vítr		Hýbe listnatými keři, malé stromky se ohýbají.	Dosti velké a výrazně prodloužené vlny. Všude bílé pěnové vrcholy, ojedinělý výskyt vodní tříště.
6	10,8–13,8	39–49	7,3–11,9	silný vítr		Pohybuje silnějšími větvemi, telegrafní dráty svišti, používání deštníku se stává obtížným.	Velké vlny. Hřebeny se lámou a zanechávají větší plochy bílé pěny. Trochu vodní tříště.
7	13,9–17,1	50–61	12,0–18,3	mírný vichr	prudký vítr	Pohybuje celými stromy, chůze proti větru obtížná.	Moře se bouří. Bílá pěna vzniklá lámáním hřebenů vytváří pruhy po větru.
8	17,2–20,7	62–74	18,4–26,8	čerstvý vichr	bouřlivý vítr	Láme větve, vzpřímená chůze proti větru je již nemožná.	Dosti vysoké vlnové hory s hřebeny výrazné délky od jejich okrajů se začíná odtrhávat vodní tříšť, pásy pěny po větru.
9	20,8–24,4	75–88	26,9–37,3	silný vichr	vichřice	Vítr působí menší škody na stavbách (strhává komíny, tašky ze střechy).	Vysoké vlnové hory, husté pásy pěny po větru, moře se začíná valit, vodní tříšť snižuje dohlednost.
10	24,5–28,4	89–102	37,4–50,5	plný vichr	silná vichřice	Na pevnině se vyskytuje zřídka, vyvrací stromy a ničí domy.	Velmi vysoké vlnové hory s překlápějícími a lámajícími se hřebeny, moře bílé od pěny. Těžké nárazovité valení moře. Viditelnost znatelně omezena vodní tříští.
11	28,5–32,6	103–117	50,6–66,5	vichřice	mohutná vichřice	Rozsáhlé zpustošení plochy.	Mimořádně vysoké pěnové hory. Dohlednost znehodnocena vodní tříští.
12	32,7 a více	118 a více	66,6 a více	orkán		Ničivé účinky odnáší domy, pohybuje těžkými hmotami.	Vzduch plný pěny a vodní tříště. Moře zcela bílé. Dohlednost velmi snížena. Není výhled.

"A jak to, že je často doprovázejí prudké lijáky?" Zvládnete i tuto otázku?

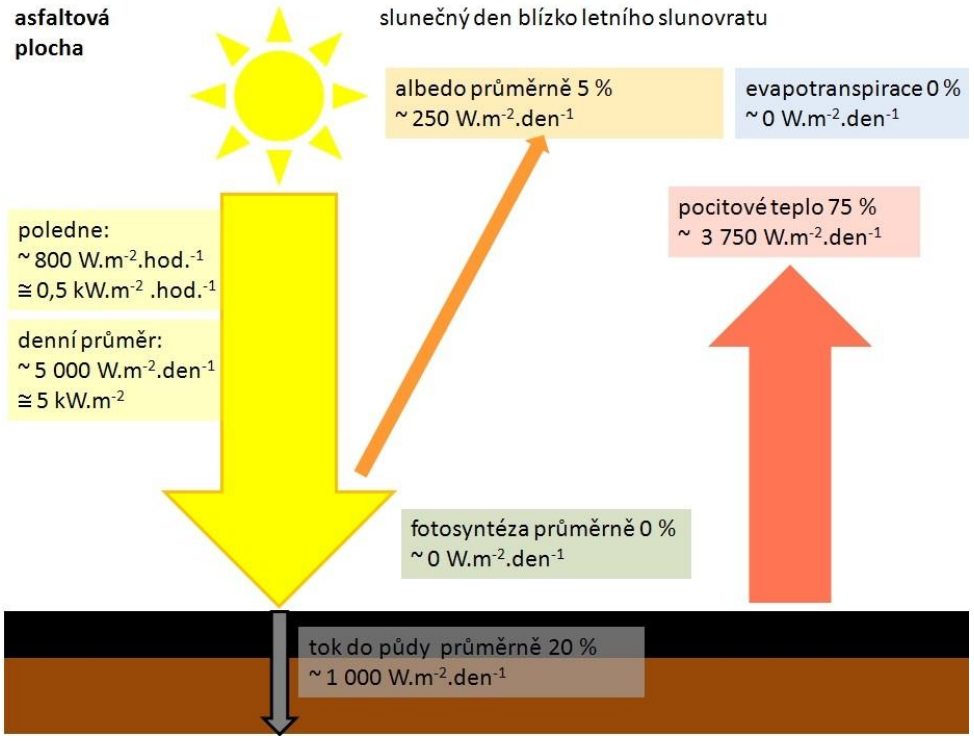
Studený vzduch (vyšší hustota, a tedy i vyšší tlak) proudí do míst s teplejším vzduchem (řidší vzduch a tedy i nižší tlak), tím jej ochlazuje. Teplý vzduch pojme více vlhkosti (viz např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Vlhkost_vzduchu), jeho ochlazením dojde ke kondenzaci vodní páry, kterou již vzduch nepojme a ta vypadne formou srážek. Obsahoval-li vzduch velké množství vody a rychle se ochladil, dojde k prudké kondenzaci velkého množství vody – přívalovým srážkám.

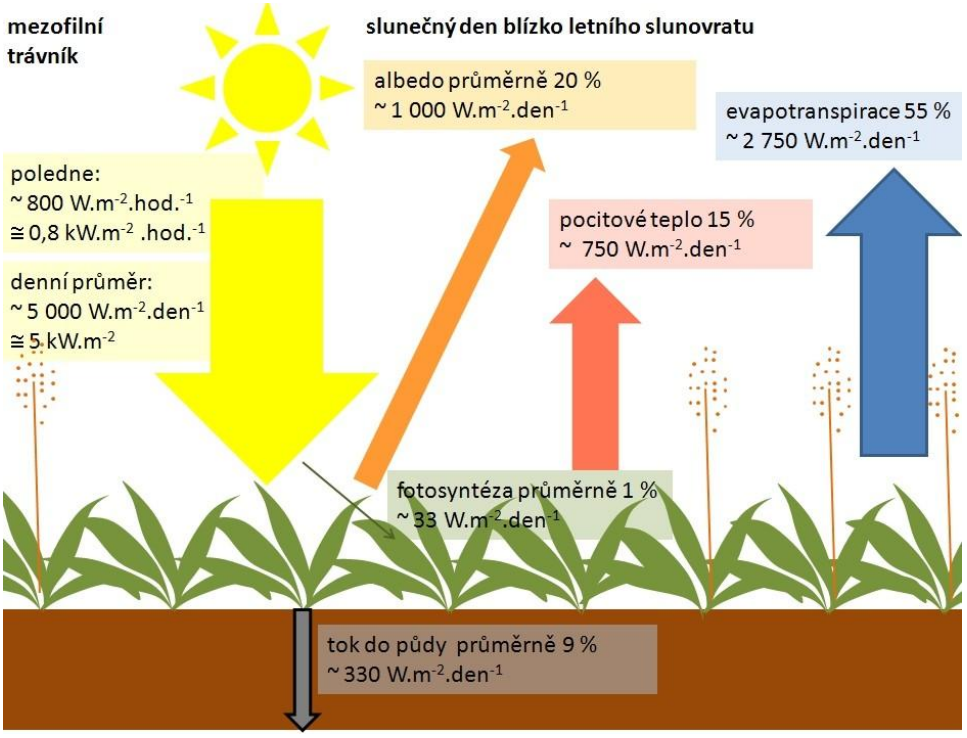
Více informací ke klasifikaci srážek apod. naleznete např. na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu: http://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/sivs/dest.html

Doporučuji také téma rozvinout o negativní vlivy přívalových srážek, především odtok vody z ekosystémů (při přívalových srážkách většina vody odtéká vodními toky a jen malý podíl se vsákne do půdy), vodní eroze (především na obnažených půdách – vliv zemědělství, aj. lidských aktivit), vznik záplav a povodní (možno upozornit na rozdíl v pojistných podmínkách)…

Nakreslil si dvě jednoduchá schémata: Zvládnete je doplnit také jako on?

Schémata odpovídají snímkům 15 a 16 prezentace Slunce na Zemi:





Studenti si pochopitelně nemusí pamatovat absolutní hodnoty záření, důležité je, aby byly schopni identifikovat a pojmenovat hlavní toky a znaly přibližné poměry jednotlivých složek radiační bilance.

…Počítal a přemýšlel, počítal a přemýšlel a zjistil, že za problémy na planetě jsou následující lidské aktivity:

Zvládnete je také vymyslet? Hlavní:

- **izolované velkoplošné využívání krajiny**. Na jedné straně velká sídla s dopravní infrastrukturou – zde se energie transformuje téměř výhradně do pocitového tepla. Na druhé straně velkoplošné zemědělské hospodaření – vyrovnanější, ale i tak nepříznivá energetická bilance a další (viz dále).

- velkoplošné zemědělství má celou řadu negativních efektů, především: **degradaci půdy** (hl. snižování organického uhlíku v půdě, snižování obsahu živin) a **erozi půdy** (vodní i větrná) – tím klesá retenční kapacita půdy, a tedy roste odtok vody v povodí a zvyšuje se tím riziko povodní a záplav.

- **intenzivní zemědělství klade velké nároky na infrastrukturu, těžbu nerostných surovin** (např. na výrobu hnojiv, strojů…) a tedy vede ke zvyšování zpevněných a obnažených ploch, které jsou z hlediska malého koloběhu vody nepříznivé.

- velkoplošné odlesnění a odvodnění přírodních ekosystémů vede ke snížení organického uhlíku v půdě a tím ke snížení retenční kapacity půdy (další příspěvek ke snížení retenční kapacity půdy je intenzivní obhospodařování, které vede k utužení půdy).

- **malý podíl přírodních ekosystémů** – které podporují malý koloběh vody v přírodě, a tím krajinu chladí a udržují vodu v krajině, a tedy také snižují riziko povodní a záplav.

Případně např.:

- nárůst skleníkových plynů produkovaných průmyslem (především oxid uhličitý), dopravou (především oxid uhličitý a oxidy dusíku) a zemědělstvím (především metan) vede k narušení ustavených klimatických sil, které se mění. Celkově se počasí stává neprediktabilním s vyšším podílem extrémních klimatických jevů (přívalové srážky, prudké větry…) a celkově se planeta otepluje.

…Svému pánu proto navrhl následující doporučení: Jaká to asi byla?

Hlavní:

- zmenšit velikost intenzivně využívaných ploch;

- zvýšit podíl přírodních a přírodě blízkých ekosystémů (především lesů);

- zvýšit podíl zeleně v sídlech;

- méně odvodňovat krajinu a regulovat vodní toky – tím přispět k zadržování vody v krajině a snížit riziko záplav a povodní.

… planeta se musela vypořádat s mnoha ekonomickými problémy. Jaké problémy to byly?

Hlavní:

- snížení příjmů z turistického ruchu do státního rozpočtu;

- snížení turistického ruchu vedlo ke zvýšení nezaměstnanosti a snížení příjmu státního rozpočtu o daně nyní nezaměstnaných osob;

- nárůst výdajů státního rozpočtu na podporu v nezaměstnanosti a dalších sociálních dávek, které se jim vyplácely;

- nedostatek finančních prostředků na nákup zboží produkovaných mimo planetu. Protože tato planeta nebyla z hlediska produkce soběstačná (sázela na turistiku), velké množství základních surovin a potravin dovážela. Ty teď na trhu chybí;

- nižší koupěschopnost obyvatel (nižší výdělky v důsledku snížení turistického ruchu) snižují příjmy státního rozpočtu;

- nižší příjmy státního rozpočtu a vyšší výdaje státního rozpočtu vedou k zadlužování planety a ke škrtům nemandatorních výdajů – především na kulturu, ochranu životního prostředí, sociální dávky.

- celkově špatná ekonomická situace planety vede k nedůvěře věřitelů a rostou úroky úvěrů, které si planeta bere, tím jsou dluhy dražší, a tedy jsou i vyšší výdaje státního rozpočtu na dluh.

Jak to tak bývá, ekonomické problémy za sebou nenechaly ani společenské problémy. *Co asi lidé Naturově vládě vyčítali?*

Hlavní:

- špatnou ekonomickou situaci planety;

- snížení životní úrovně;

- vysokou nezaměstnanost, ztrátu zaměstnání;

- snížení sociálních výhod a zvýšení daní;

- nedostatek zboží;

- vysoké ceny dováženého zboží;

- špatnou perspektivu mladých (vysoká nezaměstnanost, nemohou si dovolit bydlení, založit rodinu…). *Kromě toho i spoustu dalších věcí, např. neúspěch v rodinném životě apod.*

Hálky jako příklad ekologických vztahů mezi živočichem a rostlinou

Hálky jsou výborným badatelským objektem pro ekologicky zaměřenou exkurzi i laboratorní praktikum. Jsou klasickým případem interakce dvou zcela rozdílných organismů.Hálky se často vyskytují na oslabených stromech na chudé půdě, při okrajích parků a ekotonech, např. okrajích pasek. Jsou snadno dostupným biologickým objektem. Při exkurzi pozorně prohlížíme spodní stranu listů. Nejlepšími stromy s nápadnými hálkami jsou na našem území duby. Pěkné hálky nalezneme i na lipách, javorech a bucích. Na keřích jsou nejčastěji hálky přítomny na růži šípkové. Přítomnost nebo nepřítomnost hálek záleží na mnoha faktorech. Proto v některých letech na stejném místě nalezneme četné hálky, i více jejich druhů, zatímco z jiných letech na hálky téměř nenarazíme. Přítomnost hálek souvisí i s dvouletými cykly některých skupin žlabatek.

Využité přístroje:

Mikroskopy, binokulární lupy

Cílová skupina/náročnost:

3. a 4. ročník SŠ a odpovídající ročníky gymnázií

Autor:

doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Hálky blanokřídlých

Hálky na dubu

Biorhiza pallida - žlabatka bezkřídlá

Hálky se vytvářejí na různých místech dubu. Na větvích se vytvářejí velké hálky, na kořenech v hloubce asi jednoho metru drobnější kulovité hálky.

Dospělec v zimě (do února) nabodne kladélkem velký pupen a dovnitř vyklade několik vajíček. Larvy začnou ovlivňovat růst pupenu. Nejprve začne vznikat měkká houbovitá hálka bělavé, později červené barvy do velikost 4 mm. V takové drobné hálce se začínají vytvářet komůrky pro jednotlivé larvy. V jedné hálce může být až 30 larev. Postupně se hálka zvětšuje, mění se na zelenou až červenavou. V této fázi ke každé komůrce vedou žilky zásobující hálku živinami, zatímco okolní pletiva hálky sklerotizují. Ve vzrostlé hálce dřevnatí i stěna jednotlivých komůrek okolo larev. V polovině června je hálka vzrostlá. V červenci se larvy zakuklí a v létě se z nich líhnou samičky a samečkové. Oplozené samičky zalézají do země a do konce července kladou vajíčka do kořenů dubu. Na kořenech se vytvoří bělavě červenavé, víceméně kulovité hálky, ve kterých vývoj larvy trvá 16-18 měsíců. V zimě následujícího roku vylezou dospělé žlabatky, jen samičky. Ty jsou bezkřídlé a po kmenu a větvích vylézají, vyhledávají pupeny a do nich v zimě vykladou vajíčka. Vývoj je tedy dvouletý.

hálky žlabatek

Biorhiza pallida
žlabatka bezkřídlá

Cynips quercusfolii – žlabatka listová

Hálky se vytvářejí na různých druzích dubu. Hálka má vzhled zelené, postupně hnědnoucí kulovité hladké hálky na listech o velikosti 10-20 mm. Hálka je krátkou stopkou připevněna k listovému nervu, nejčastěji k hlavní žilce. V hálce je jediná komůrka, ve které žije larva živící se pletivem hálky. V zimě se líhne imago, které se prokouše hálkou ven. Jedná se vždy o samičky. Samičky kladou vajíčka do pupenů na kmenu a větvích dubu. Na těchto místech vyrůstají další hálky, které jsou drobné, oválné, zprvu červené a později fialové. V hálce se vyvíjí larva, která se posléze zakuklí. V květnu a červnu se z těchto hálek uvolní drobná imaga, tvořená jak samičkami, tak samci. Páří se a oplozené samičky kladou vajíčko do listových nervů na spodní straně listů. Zde se vytvoří popsané kulovité hladké hálky.

hálky žlabatek

Cynips quercusfolii
žlabatka listová

Cynips longiventris – žlabatka pruhovaná

Hálky se vytvářejí na různých druzích dubu. Hálka má vzhled asi 8- 10 mm velké, trochu zploštělé kuličky s hnědým a bílým pruhováním a kostrbatým povrchem. Hálky jsou vždy na spodní straně listů, někdy i několik na jediném listu. Hálka je krátkou stopkou připevněna k listovému nervu, nejčastěji k hlavní žilce nebo silnějším postranním žilkám. V hálce je jediná komůrka, ve které žije larva živící se pletivem hálky. V zimě ze z hálky na opadaném listu líhne imago , které se prokouše hálkou ven. Jedná se vždy o samičky. Samičky kladou vajíčka do pupenů na kmenu a větvích dubu. Na těchto místech vyrůstají další hálky, které jsou drobné a mírně zašpičatělé. V hálce se vyvíjí larva, která se posléze zakuklí. V květnu a červnu se z těchto hálek uvolní drobná imaga, tvořená jak samičkami, tak samci. Páří se a oplozené samičky kladou vajíčko do listových nervů na spodní straně listů. Tvorbou hálky se celý cyklus opakuje.

hálky žlabatek

Cynips longiventris
žlabatka pruhovaná

Andricus foecundatrix – žlabatka šišticová

Hálka se vytváří na větvích dubu. Má vzhled šupinaté světle hnědé šištice o velikosti 20-30 mm. Šišticovité hálky se objevují v létě a na podzim na místě postranních pupenů. Šišticovitý útvar je nejprve zelený, sevřený, ale postupně se zvětšuje, barva se mění na světle až tmavě hnědou a jednotlivé šupiny se postupně rozvíjí. Konečný útvar může mít až 150 šupin hustě porostlých chloupky. Často bývá i více šištic u sebe. Vlastní hálka je na bázi šištice. Hálka je nejprve zelenožlutá, postupně se barva mění na červenohnědou. Na podzim hálka vypadává ze šištice na zem. Celé šištice se od větviček odlupují na podzim. Hálka přezimuje na povrchu půdy a na jaře se z ní líhne samička. Ta vylézá po kmenu dubu a do pupenů budoucích samčích jehněd klade vajíčka. Z nich se na jehnědách vytvářejí velmi malé, nejprve zelené, ale posléze světle hnědé hálky. Hálky dozrávají v květnu. Tehdy z nich vylézají samci i samičky, páří se a oplozená vajíčka jsou samičkou kladena do klidových pupenů na větvičkách. V průběhu léta ze z takto napadeného pupenu vytvoří šišticovitá hálka.

hálky žlabatek

Andricus foecundatrix
žlabatka šišticová

Andricus kollari - žlabatka duběnková

Hálky se vytvářejí na postranních pupenech mladých větviček. Jsou pravidelně kulovité, hladké, o průměru až 25 mm. Nejprve je zelená, postupně se mění na okrovou až hnědou a tvrdne. Uvnitř hálky je protáhlá komůrka s jedinou larvou. Larva se živí pletivy v hálce. Po zakuklení se samičky provrtávají a v srpnu vylézají ven. Tyto samičky vykladou vajíčka do postranních pupenů V jediném pupenu se tak vytvoří více hálek. Hálky dozrávají v dubnu následujícího roku. Z těchto hálek se líhnou samečci a samičky, páří se a oplozené samičky kladou vajíčka do pupenů na koncích větviček. Hálky tohoto druhu se vyskytují na dubu šípáku (Quercus pubescens) v teplejších oblastech naší republiky.

Andricus lignocola

Hálky jsou podobné druhu A. kollari. Vytváří se na postranních a koncových pupenech na větvičkách různých dubů. Hálka je kulovitá, dřevnatá, bází přichycená k povrchu větvičky. Velikost je do 10 mm. Vnitřní pletivo hálky je růžově načervenalé. V hálce je zploštělá komůrka, ve které se pletivy hálky živí jediná larva. Vývoj je podobný druhu *A. kollari.*

Neuroterus quercusbaccarum – žlabatka hrášková

Hálky se vyvíjí na dubech. Najdeme je na spodní straně listů, někdy v počtu až desítek jedinců. Hálka je čočkovitá, o průměru do 5 mm, naspodu je plochá a chycená krátkou stopkou k povrchu listu. Svrchní strana je mírně klenutá ve středu hálky. Povrch hálky je šupinovitý, z drobných hnědočervených šupin. Uvnitř hálky je jediná komůrka. V ní žije larva, která se živí pletivy hálky.

Na podzim hálka spadne na zem a přečká i s larvou zimu na povrchu půdy. Na jaře působením vlhka hálka nabobtná. V březnu se líhnou pouze samičky. Ty kladou do dubových pupenů vajíčka. Na listech a jehnědách vyrůstajících z pupenů se vytváří kulovité šťavnaté hálky. V nich se vyvíjejí larvy, po zakuklení se z nich v červnu líhnou samci a samičky, které hálky opouštějí. Oplozené samičky kladou vajíčka v červnu a červenci na spodní stranu dubových listů, kde postupně vznikají čočkovité hálky.

hálky žlabatek

Neuroterus quercusbaccarum
žlabatka hrášková

Neuroterus numismalis – žlabatka penízková

Hálky jsou malé, o velikosti asi 3 mm, okrouhlé, s miskovitou prohlubní uprostřed a s povrchem porostlým hedvábitými rezavými chloupky. K listu jsou hálky připevněny kratičkou stopkou. Jsou vždy na spodní straně listu. Na jednom listu bývají desítky až stovky hálek. Vývoj je podobný druhu *N. quercusbaccarum.*

hálky žlabatek

Neuroterus numismalis
žlabatka penízková

Hálky na růži

Diplolepis rosae – žlabatka růžová

Hálky se tvoří na listu, řapíku nebo na tenké větvičce růže šípkové. Mají různou velikost, jsou porostlé dlouhými rozvětvenými zelenými, žlutými až červenými chlupy. Imago klade na jaře na povrch pupenu nebo větvičky více vajíček. Larvy si vytvářejí komůrky uvnitř zdužnatělých pletiv růže. Často je více larev pohromadě, proto i velikost hálky (bedeguaru) je různá. Některé jsou tvořeny jen jedinou komůrkou. Na podzim zdužňatělá hálka dřevnatí a ztrácí barvu. Larva se v hálce zakuklí na konci léta a v uschlé hálce přezimuje. Na jaře následujícího roku se líhnou dospělci.

Larvy jsou napadány mnoha druhy chalcidek, z nichž typický a na žlabatky specializovaný druh je Torymus bedeguaris (krásenka šípková). Je to asi 4 mm dlouhá chalcidka
s modrozeleným kovově lesklým tělem a u samiček s dlouhým kladélkem. Krásenky lze získat z bedeguar po určitou dobu udržovaných v laboratoři, nesmí však vyschnout.

Pokud chceme demonstrovat larvy a jejich komůrky v přírodě, je možno bedeguar odříznout z růže a nožem ho rozříznout. Ve víceméně kompaktní dužnaté vrstvě jsou vidět bělavé zavalité larvy. V zimě lze starší suché zdřevnatělé bedeguary rozlomit, nebo je jejich povrchová vrstva rozpadlá a jsou vidět prázdné komůrky hálek.

hálky žlabatek

Diplolepis rosae
žlabatka růžová

2 Hálky mšicosavých

Hálka na topolu

Pemphigus spirathecaea – dutilka šroubovitá

Hálka je tvořená zdužnatělým a do spirály stočeným řapíkem listu topolu. Barva hálky je načervenalá. Uvnitř komůrky najdeme drobné bělavé mšice. Hálky se vyskytují často hromadně v alejích topolů podél cest v parcích.

Z oplozeného vajíčka se líhne samička (fundatrix), která klade neoplozená vajíčka do listový řapíkem topolu. Ten se stáčí a zduřuje. Zajímavostí je, že mšice vytváří dva typy prvního instaru. První typ je normální. Druhý typ má silné nohy a slouží jako „vojáci“ ochraňující první typ larev. „Vojáci“ mají agresivnější chování a silnější stylet. „Normální“ jedinci se vyvíjejí dále a udržují drobnou kolonii uvnitř hálky životaschopnou. Přítomnost agresivnějších „vojáků“ chrání ostatní obyvatele hálky před predací. Typickými predátory tohoto druhu mšic jsou pestřenky.

hálky mšic

Pemphigus spirathecaea
dutilka šroubovitá

Hálky na smrku

Sacchiphantes abietis – korovnice smrková

Hálky se vytváří na koncových větvičkách smrku. Hálka je nejprve světle zelená, dužnatá, s vyčuhujícími jehlicemi, postupně dřevnatí a hnědne. Velmi často ji nalezneme na smrcích v městské zástavbě a v parcích. Vytváří ji drobné mšice. Každá larva má v hálce svojí drobnou komůrku. Vývoj je dvouletý. Z vajíčka, které přezimuje, se líhne samička, která klade neoplozená vajíčka do pupenů na konci smrkových větviček. Větvičky se neprotahují, namísto nich vzniká šišticovitá hálka.

hálky mšic

Sacchiphantes abietis
korovnice smrková

3 Hálky dvoukřídlých

Hálky na topolu osice

Harmandia populi a další druhy rodu *Harmandia.*

Na osikách vytváří hálky osm druhů bejlomorek. Nejnápadnější hálky vytváří několik druhů rodu Harmandia. Vytvářejí kulovité hálky na obou stranách listu, nejčastěji na žilkách na spodní straně listu. Hálky se na svrchní straně listu otevírají štěrbinou. U druhů, které vytvářejí hálky na svrchní straně listu, je tato štěrbina na spodní straně listu. Zpočátku jsou hálky zelené, u některých druhů později i červené. Barva larev je oranžová. Larvy opouštějí hálky v květnu a červnu (u většiny druhů).

Baňkovité hálky na řapících osiky tvoří jiná bejlomorka, druh *Syndiplosis petioli*. Hálky jsou 8- 10 mm v průměru, na řapíku listu, s jednou nebo i více komůrkami. Vajíčka jsou na řapík kladena na jaře. Larvy se rychle vyvíjejí a počátkem června jsou již dospělé, vylézají z hálky a v půdě přezimují.

Hálky na buku

Mikiola fagi – bejlomorka buková

Imaga se líhnou na přelomu března a května. Samička klade vajíčka na špičky výhonků a na pupeny listů buku *(Fagus silvatica)*. Larvy vyhledávají nejbližší pupen, který má ještě zřasené listy, usazují se okolo listových žilek a tam vyvolávají hálku. Využívají toho, že buňky listových pletiv jsou schopné dělení. Dochází k mnohonásobnému prodlužování a dělení asi 15 až 20 buněk v okolí larvy. Tím vznikne okolo larvy kruhový val, který se nakonec spojí nad larvičkou, a vytvoří špičatá hálka. Larva je dlouhá asi 3-4 mm, je bílá se silně sklerotizovanou Na podzim se hálka odtrhává od listu. Hálka i s larvou padá na zem, přezimuje a na jaře následujícího roku se larvy zakuklí. Kuklení trvá 14-20 dní. Z kukly vylétá imago, které je 4-5 mm dlouhé, s hnědočernou hrudí, červeným zadečkem.

Hálky jsou časté ve skupinkách na horní straně listů buků. Zpočátku jsou zelené, později nabíhají do žluta až do rudočervena. Vždy sedí na žilce listu, nejčastěji na postranních žilkách.

hálky bejlomorek

Mikiola fagi
bejlomorka buková

Hartigiola annulipes - bejlomorka bučinová

Vývoj je podobný jako u předchozího druhu. Larvy při vyhledávání místa často dávají přednost špičce listu. Hálka je asi 4 mm vysoká, válcovitá, lysá nebo slabě chlupatá. Na podzim stěna hálky dřevnatí a odpadává z listu. Larvy přezimují v půdě, je však málo odolná proti mrazu.

hálky bejlomorek

SHartigiola annulipes
bejlomorka bučinová

4 Hálky vlnovníků

Hálky na lípě

Phytopus tiliae – vlnovník lipový

Hálky jsou na horní straně listů lip, většinou na listech spodních větví. Jsou 5-15 mm dlouhé, zašpičatělé, nejprve světle zelené, postupně červené. Uvnitř hálky žije větší počet drobných roztočů vlnovníků. Na podzim vlnovníci vylézaji otvorem naspodu hálky na spodní stranu listu, pak dále na řapík a zalézají do pupenů. Na počátku května úkryt opouštějí a vytvářejí na rašících listech nové hálky.

hálky vlnovníků

Phytopus tiliae
vlnovník lipový

5 Pokus a doporučení

Návod k 1. laboratornímu cvičení

Pomůcky: Lupa, ostrý nůž, Petriho miska (malá), epruveta.

Technické zařízení: Binokulární lupa pro laboratorní část, která by měla následovat poexkurzi.

Doporučení: Exkurzi s následným (možným) laboratorním zpracováním lze uskutečnit buď najaře (květen-červen), kdy se vyvíjejí larvy vytvářející pupenové hálky na dubech a smrcích alistové hálky na osikách, lipách a javorech. Druhým vhodným obdobím je září a říjen, kdy lzedobře demonstrovat listové hálky na dubech, na buku a hálky na větvičkách šípku a řapícíchtopolů.

Metodika sběru: Pokud sbíráme hálky za účelem pozorování larev, je možné je sbírat živé neboje vkládat do 75% alkoholu, kde vydrží po dlouhou dobu. Získáme tak larvy nebo kukly.
Určování bejlomorek je velmi obtížné a často je nutné mít více jedinců pro bezpečné určení.V případě hálek je určení jednoznačné.

Postup: U materiálu listových hálek (rody *Cynips*, *Neuroterus*) přineseného do laboratoře si všimneme:

1) Způsobu připojení hálky k listu.

2) Umístění hálky na listu; hálky jsou u některých druhů na hlavní nebo postranní žilce, u jiných i na zbývající ploše listu.

3) Velikosti hálek stejného druhu na stejném listu. Velikost může záviset na umístění na listu a na počtu hálek.

4) Máme-li hálku čerstvou, neseschlou, pomocí ostrého nože opatrně hálku rozpůlíme. Řez vedeme tak, abychom střed hálky při její bázi u žilky nepřeťali. Hálky dokola rozřízneme, necháme střed nepoškozený a pak ji rozloupneme. Ve středu se objeví komůrka s larvou, resp.někdy se vyloupne tvrdší vnitřní obal okolo larvy. Ten pak pod lupou opatrně otevřeme. V hálce můžeme nalézt larvu.

5) Pokud máme hálky sesbírané na listech na zemi, můžeme se pokusit najít otvor, kterým je žlabatka prokousala ven.

Návod k 2. laboratornímu cvičení

Pomůcky: Lupa, žiletka, preparačníjehla, sklo podložní a krycí, kapátko, voda.

Technické zařízení: Školní mikroskop.

V letních měsících (červen, září) sesbíráme listy s velkými hálkami na lipových listech. Hálky opatrně žiletkou rozřízneme a obsah vyškrabeme do kapky vody na podložním sklu. Přiložíme krycí sklo a pozorujeme pod mikroskopem. Válcovití vlnovníci mají asi 0,2mm dlouhé nezbarvené tělo.

6 Hálky v otázkách a odpovědích

Jakým způsobem a z čeho vzniká hálka?

Hálka vzniká nejspíše cíleným chemickým působením chemických látek, které jsou vylučovány larvou. Přesné příčiny však dosud známy nejsou, uvažuje se i o mechanickém dráždění listových pletiv nebo působení virových onemocnění, která působí jako růstové stimulátory. Nejde tedy o ochrannou reakci rostliny proti škůdci, ale naopak, jde o řízený růst rostliny vyvolaný konkrétními chemickými látkami nebo i jinak aktivitami vyvolanými larvou. Proto hálky mají specifický vzhled.

Co hálka nabízí svému původci?

Hálka chrání larvu před vyschnutím, nemusí proto investovat do silné kutikuly a do pigmentů chránících proti slunečnímu záření. Současně je larva v hálce chráněná proti predaci. Dále pletiva hálky poskytují larvě živiny pro růst.

Ovlivňuje hálka nějakým způsobem rostlinu?

V případě většího napadení, tj. při velkém množství hálek, není list dostatečně vyvinut a sesychá. Podobně u pupenových hálek nedochází k nárůstu např. větvičky nebo listů, ale tyto jsou zakrnělé. Tj. hálky poškozují rostlinu ve vývinu a možnosti fotosyntézy.

Liší se chemické složení hálek od složení okolního listu?

Experimentálně byl zjištěn rozdíl v obsahu dusíku, který jsou v hálce nižší nežli v okolním listu, a rozdíl v obsahu fenolických látek (kyselina tříslová, tanin) nežli v okolním listu. Poměry těchto látek v hálce a v listu se mění s časem. Duběnky obsahují až 70 % tříslovin.

Proč je tolik různých hálek na dubu?

Duby jsou v našich podmínkách ideální dřevinou pro tvorbu hálek. Několik druhů dubů a značné rozšíření tohoto listnáče na našem území umožnilo specializaci žlabatek na různé části listů. Asi 70 % všech žlabatek žije na dubech.

Mají hálky nějaké praktické využití?

Hálky na dubech se využívaly pro výrobu inkoustu. Získávaly ze z nich taniny. Fermentový extrakt z hálek se smísil se síranem železnatým. Vznikl hnědofialový nebo hnědočerný trvanlivý inkoust.

Které skupiny členovců vytváří hálky na našich rostlinách?

Nejznámější hálky vytváří hmyz z řádů blanokřídlých (žlabatky), z řádu dvoukřídlých (bejlomorky) a z řádu mšicosavých (=stejnokřídlých) (mšice). Hálky však vytváří i brouci, motýli a třásněnky. Další skupinou vytvářející listové hálky jsou roztoči ze skupiny vlnovníků.

7 Informační zdroje a literatura

Některé informace ke složení tříslovin v (nejenom) hálkách jsou uvedeny na:
http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2014_11_1053-1057.pdf

Skuhravá, M. & Skuhravý, V. 1960. Bejlomorky. – ČAZV v SZN. 271 s. Praha. **–** *Výborná publikace na určení hálek bejlomorek podle hostitelské rostliny.*

Skuhravá, M., Skuhravý, V. & Hovorka, O. 1988. Hálky příbramského okresu. – Knihovnička ochránce přírody, sv. 1. 9 s., Příbram. *- Útlá, ale vynikající terénní příručka z popisy 37 druhů hálek a hub na listech.*

Skuhravá, M. & Skuhravý, V. 2010. Hálky na rostlinách. – Živa, 96, 5. 219-221. – *Vynikající přehledný článek našich předních odborníků na hálky.*

Vosátka, M. 1986. Hálky. – Odbor školství ONV Rakovník, 74 s. Rakovník. –*Trochu amatérský, ale poměrně přehledný kreslený atlas hálek na našich rostlinách.*

Zahradník, J. & Severa, F. 1987. Blanokřídlí. – Artia. 182 s. *- Fotografický atlas s podrobnými popisy několika druhů naších žlabatek, zejména dubových.*

Výstražný vzhled živočichů - aposematismus

Žádný organismus v přírodě není izolován od organismů okolních. Pokud se živočich neměl stát zcela vyhubenou kořistí, v průběhu biologické evoluce se u něj musely vyvinout mechanismy, které mu umožnily co nejlépe se vyhnout ulovení. Vzniká tak evoluční vztah mezi kořistí a lovcem, při kterém zdokonalení lovu lovcem vyvolá u kořisti zdokonalení mechanismů, jak predaci uniknout. Tato tzv. koevoluce je jedním z hnacích motorů evoluce. Výsledkem je víceméně ustálená rovnováha mezi lovcem a kořistí.

Využité přístroje:

Binokulární lupy, lupy

Cílová skupina/náročnost:

3. a 4. ročník SŠ a odpovídající ročníky gymnázií

Autor:

doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Princip a terminologie

Úvod

Žádný organismus v přírodě není izolován od organismů okolních. Pokud se živočich neměl stát stát zcela vyhubenou kořistí, v průběhu biologické evoluce se u něj musely vyvinout mechanismy, které mu umožnily co nejlépe se vyhnout ulovení. Vzniká tak evoluční vztah mezi kořistí a lovcem, při kterém zdokonalení lovu lovcem vyvolá u kořisti zdokonalení mechanismů, jak predaci uniknout. Tato tzv. koevoluce je jedním z hnacích motorů evoluce.Výsledkem je víceméně ustálená rovnováha mezi lovcem a kořistí.

Princip

Na počátku máme situaci, při které je kořist nechráněna před predací. Pokud u části populacevzniknou mechanismy, jak se lovci ubránit nebo mu uniknout z dosahu, nastartuje se celý proces vedoucí ke vzniku aposematického nebo kryptického vzhledu.

Kořist se může lovci stále účinněji bránit nebo se může stát nesnadno zaměřitelným cílem, a lovec si ji nevšimne. Tyto dva extrémy v průběhu evoluce vedly buď k aposematickému vzhledu (tj. nebezpečný vzhled, výstražné zbarvení) nebo ke kryptickému vzhledu (tj. kamufláži, krypsis, snaze co nejvíce splynout s okolím (pozn. kamufláž je tématem jiného badatelského okruhu). Cokoliv mezi tím je horší varianta. Evoluce tyto nedokonalé varianty,tj. nedostatečně chráněné nebo nedostatečně skryté živočichy z prostředí odstraňuje. Přírodnívýběr tak preferuje stále účinněji se bránící nebo stále lépe se kryjící živočichy.

Funkcí výstražného zbarvení je dát signál možnému predátorovi že jsem nebezpečný nebo nechutný. Účelné je vyslat tento signál na co největší dálku. Tedy, při případném útoku můžebýt lovec poraněn nebo i přijít o život, nebo mu kořist nebude chutnat, pokud se jí přímo neotráví. Energie vynaložená na lov se lovci nevyplatí.

Lovec se naučí takto vypadají kořisti se vyhnout. Tím zvětší šanci druhu s výstražným zbarvením na přežití. V případě pouhé odpudivosti nebo nechutnosti se sice může stát, ženezkušený lovec na takového jedince zaútočí a kořist útok nepřežije, ale na smrti jedince vydělá populace stejného páchnoucího nebo jedovatého druhu. Druh má ustálený vzhled alovec se příště takové nechutné kořisti vyhne.

Podmínkou úspěšného použití výstražného zbarvení je barevné vidění predátora. Hmyz je hlavním zdrojem živočišné potravy pro řadu ptáků. Můžeme tedy předpokládat, že aposematické zbarvení vzniklo jako reakce na koevoluce hmyz-ptáci. Rovněž je pravděpodobné, že některé výstražné znaky a signály nevidíme, protože člověk je omezen pro něj viditelnou části elektromagnetického světla. Některý hmyz a ptáci vidí i UV složku záření, kterou my již nevidíme.

Celá problematika výstražného a krycího zbarvení je velmi komplikovaná, nejednoznačná ainterpretace často kopírují filosofické myšlenkové proudy určité doby. Podrobný přehled přístupů, názorů (často i si odporujících) je uveden v publikaci Komárka (2004), na kterou odkazuji.

Terminologie

Použitá terminologie vychází z terminologie použité Komárkem (2004).Přehled pojmů:

- **mimikry = mimeze** – podobnost mezi dvěma živočichy (případně i rostlinami)
- **předloha, vzor** – živočich (případně rostlina) napodobovaný jiným živočichem
- **mimetik** – živočich (případně rostlina), který napodobuje jiného živočicha
- **aposematik** – nejedlý (chráněný) živočich, který není podobný jinému živočichu
- **Müllerovský mimetik** – nejedlý (chráněný) živočich, který je podobný jinému chráněnému živočichu
- **Batesovský mimetik** – jedlý (nechráněný) živočich, který je podobný jinémuchráněnému živočichu
- **pseudaposematik** – jedlý (nechráněný), nepodobný jinému

2 Mechanismy obrany kořisti

Mechanická obrana

Typickou mechanickou obranou je žihadlo. Nalezneme ho u vos, včel, čmeláků a některýchmravenců. Žihadlo může způsobit i smrtelné poranění, pokud se do těla lovce dostane dostatečné množství jedu.

Jinou mechanickou ochranou je bodací nebo kousací zařízení s vývodem jedové žlázy. To může primárně sloužit v lovu, ale současně je účinným zařízením k ochraně. Typicky takovézařízení nalezneme u pavouků, stonožek nebo v moři u jedovatých chobotnic.

Chemická ochrana

Chemickou ochranou jsou různé jedovaté, palčivé nebo páchnoucí látky v těle kořisti. Ty mohou být v těle kořisti na různých místech. U obratlovců jsou to jedové žlázy v pokožce žab aněkterých obojživelníků. Velmi prudké jedy produkují tropické pralesničky, ale i naše žáby (kuňky, ropuchy) a mlok skvrnitý mohou jedem v pokožce způsobit nepříjemnou otravu. Tchoř a skunk se brání odporným pachem vystřikovaným na velkou vzdálenost.

U hmyzu jsou mistrem v odpuzování ploštice, produkující páchnoucí sekrety se speciálních žláz. Účinnou chemickou ochranou je přítomnost toxinů v hemolymfě u hmyzu. Tyto toxinymohou být velmi silné a lovce mohou zabít (např. u brouků puchýřníků, majek) nebo mají palčivou chuť (slunéčka). Jedy mohou být vytvořeny samotným živočichem, ale mohou to býti jedy převzaté ze živných rostlin. U housenek živících se jedovatými listy se jed se postupně hromadí v jejím těla a i po zakuklení zůstává část jedu v těle dospělce.

Chemickou ochranu nalezneme i u rostlin, které při spásání uvolňují odpudivé látky, kterébrání dalšímu spásání.

Zvuková ochrana

Vysílání ultrazvukového signálu je způsob ochrany jedovatých můr před predací netopýry, ukterých je optická signalizace na dálku ve tmě nemožná. Po vyslání ultrazvukového signálunetopýrem odpoví můra svým ultrazvukovým signálem. Netopýr se pak vyhne jedovaným nebo nepoživatelným můrám.

3 Aposematické zbarvení a vzhled

Výhody aposematického zbarvení nebo vzhledu

- Živočich si zvětšuje šanci na přežití a tedy na zvýšení četnosti potomstva v dalšígeneraci.
- Živočich se může vyskytovat i na místech, na kterých by nechráněná kořist byla snadným cílem. Nechráněná kořist je z takového místa dokonce lovcem odstraňována ana chráněného živočicha tak zbývá více potravních zdrojů.

Aposematické zbarvení a vzhled

V našich podmínkách existují čtyři hlavní modely aposematického vzhledu

- Kombinace žluto-černého zbarvení. Typicky je tato kombinace vyvinutá u vos, sršně, lumků, žahalek a samotářských včel. Střídání černo-žlutých pruhů, skvrn nebo černýchteček na žlutém pozadí nalezneme také u sluněček. Střídání barev jednak rozbíjí známý obrys kořisti, ale současně se vytváří více žlutých skvrn na pozadí (černá barva imituje tmu, temné pozadí). Tento typ výstrahy běžně využíváme v lidské kultuře, např. u žluto-černě pruhovaných okrajůschodů, rohů apod. Žlutá je však méně kontrastní barvou na zeleném pozadí.

- Kombinace červeno-černého, případně sytě oranžového a černého zbarvení, je vyvinutau mnoha skupin hmyzu. V našich podmínkách ji nalezneme u brouků, motýlů, ploštic,křísů a pavouků a dalších chráněných živočichů. Výhodou červené barvy je skutečnost,že je kontrastní barvou vůči zelené. Je tedy nejkontrastnější a nejnápadnější barvou v zelené vegetaci, pokud živočich žije na zeleném podkladu (listech a stoncích). Červená barva je dobře patrná na dálku. Účinek červené barvy lze zesílit kombinací s černými pruhy nebo skvrnami, kdy vzniká kontrastní rozhraní a stejně, jako u žluto-červeného zbarvení, zaniká obrys kořisti. Zesíleného účinku lze dosáhnout, pokud je více jedinců s červeno-černých zbarvením pohromadě nebo blíže sebe, např. na složených okolících, kmenech stromů, stéblech apod. Takové skupiny jsou nápadné ma mnohem větší vzdálenostnežli samotný jedinec. Červená jako výstražná barva je všeobecně používána i lidskou kulturou a je po černé a bílénejdůležitější barvou. Obecně vyznačuje cosi nebezpečného, něco, co zasluhuje prvořadoupozornost (např. v semaforech, dopravních značkách, signalizačních panelech, v rámci sexuálně atraktivních struktur).

- Vzhled včely je vyvinut u celé skupiny včel, s víceméně plynulým přechodem od žluto- černého zbarvení (rody *Anthidium, Nomada*) do jednobarevně zbarvených včel (rody *Hylaeus, Andrena, Apis, Eucera, Bombus*). Všechny včely jsou chráněny žihadlem.

- Vzhled mravence je vnímám jako nebezpečný, protože mravenci se dokáží účinně bránitbuď žihadlem (čeled Myrmicidae) nebo kousnutím s následným výstřikem kyseliny mravenčí do rány (čeled Formicidae).

4 Müllerovský a Batesovský mimetismus

Müllerovský mimetik

Müllerovský mimetik je nejedlý živočich (chráněný žihadlem, kusadly, jedem, palčivými aodpuzujícími látkami či jinak), který napodobuje jiného podobně chráněného živočicha. Vzniká tak skupina různých druhů živočichů podobného vzhledu. Stejný vzhled se projevuje shodnou velikostí, zbarvením, uspořádáním skvrn, podobným způsobem pohybu apod. Člen takové skupiny je chráněn před predací, protože ve svém okolí má podobně vypadající druhy. Lovec se velmi pravděpodobně a záhy v průběhu života setká s jedincem z této skupiny, získá špatnou zkušenost, a pak se všem podobně vypadajícím živočichům bude při lovu vyhýbat. Čím menší vzhledové rozdíly jsou mezi členy této skupiny, tím je mimeze účinnější. Ideální jetedy co nejvíce unifikovaný vzhled v rámci celé skupiny.

Příkladů Müllerovské mimeze je velké množství i v naší přírodě (viz jednotlivé stránky a fotogalerie). Za zmínku stojí zejména ploštice (chráněné pachem), slunéčka (chráněná palčivými látkami v hemolymfě), přástevníci a vřetenušky (chránění jedem v hemolymfě) abělásci (chránění palčivými látkami v hemolymfě).

Batesovský mimetik

Batesovský mimetik, ač je jedlý a nechráněný, se snaží vypadat jako chráněný. Tedy snaží se vypadat jako člen okruhu chráněných mimetiků. Je to „beránek v rouše vlčím“. Platí, že čím podobnější je chráněnému mimetiku, tím větší má šanci na přežití. Pokud však platí mechanismus, že lovec se musí nejprve setkat s chráněným vzorem, aby se následně vyhýbal takto vypadajícímu živočichovi, je nezbytnou podmínkou, aby chráněný Müllerovský mimetic byl v přírodě četnější nežli mimetik Batesovský. Pokud by tomu tak nebylo, lovec by častějipotkával sice chráněně vypadajícího, avšak zároveň poživatelného Batesovského mimetika amechanismus by nefungoval.

K nejčastějším napodobovaným vzorům v naší přírodě patří :

- Živočichové ze žluto-černým zbarvením: Vzorem je vosa či sršeň. Tento vzhled napodobují zejména pestřenky (rody *Scaeva, Sphaetophoria, Episyrphus, Myathropa,Syrphus*), očnatky (rod *Conops*) a slídilky (rody *Ptychoptera*) z řádu dvoukřídlých; pilořitky, pilatky, bodrušky a další zástupci řádu blanokřídlých (rody *Urocerus, Cephus*); tesaříci (rody *Clytus, Plagionotus, Judolia, Rutpela*) a mandelinky (rod *Leptinotarsa*) z řádu brouků; ploskoroh (rody *Ascalaphus, Libelloides*) z řádu síťokřídlých; páskovci (rod *Corduleaster*) z řádu vážek a pavouk křižák pruhovaný(rod *Argiope*). Vzhled nebezpečných blanokřídlých mimetizují nesytky (rody *Sesia, Synanthedon*) z řádu motýlů. Mimeze nespočívá jen z samotném vzhledu a zbarvení (např. přítomnost průhledných křídel u motýlů, kteří mají jinak křídla neprůhledná), ale ive způsobu pohybu.

- Živočichové s červeno-černým zbarvením: Zatímco Müllerovských mimetiků s tímtozbarvením je velké množství, četné Batesovské mimetiky nalezneme spíše mezi motýly (babočka admirál – *Vanessa atalanta*). U motýlů je časté červeno-černé zbarvenívyvinuto na v klidu skrytých zadních křídlech. Tento červený nebo červeno-černý (někdy i žlutý nebo modrý) výstražný signál bývá použit až při bezprostředním napadení. Klasickým příkladem jsou stužkonosky (rod *Catocala*). Podobně je červená barva zadních křídel využívána u sarančí, ale také až po napadení (saranče vlašská a s. vrzavá - rody *Calliptamus, Psophus*). U brouků je červené výstražné zbarvení využito u kovaříků (rody *Anostirus, Ampedus*), dlouhoústců (*Dictyoptera*), červnáčka *Pyrochroa*, pýchavkovníka *Endomychus*. Jako vzor často slouží slunéčka.

- Bíle zbarvení motýli: Jako vzor slouží bělásci. Kromě okruhu běláskú chráněných Müllerovskou mimezí (naši hojní bělásci *Pieris brassicae, B. rapae, P. napi, Anthocharis cardamines*) jsou bělásci nebo další motýli, kteří jsou chráněni Batesovskou mimezí. K nim patří menší druhy běláskú (rod *Leptidea*), bělásek ovocný (*Aporia crataegi*), okáč bojínkový (*Melanargia galathea*), jasoňi (*Parnassius mnemosine*), více druhů píďalek (rod *Lomaspilis*), přástevníci (rody *Parasemia*, *Spilosoma*), bekyně (*Euproctis*) aj.

- Včely: Vzorem je včela. Jako včela nebo čmeláci vypadají některé pestřenky (rody*Eristalis*, *Volucella*), z motýlů dlouhozobka zimolezová (*Hemaris fuciformis*).

- Mravenci. Vzorem je mravenec. Podobnost těla mravencům je rozšířena mezi hmyzemna vyšších bylinách, u nás u klopušek (rod *Myrmecoris, Mecoma, Orthonotus*) a nohatěnek (Alydus) z ploštic, tesaříků (*Molorchus, Anaglyptus*) a drabčíků (rody *Stenus, Xantholinus, Drusilla*) mezi brouky. Souvisí i s myrmekofilním způsobem života v mraveništích. Mravencům jsou podobní pavouci se skupiny skákavek (*Myrmarachne*).

- Oko. Okrouhlé skvrny podobné očím jsou ochranným prvkem u mnoha skupin hmyzu.Pokud lovec zaútočí na kořist s kryptickým vzhledem, kořist změní vzhled (roztáhne křídla) a lovec uvidí pár skvrn podobných očích dravce. Podobnost skvrn s očima se zesílena kontrastně zbarveným okolím. Lesk a klenutost očí jsou mimetizovány světlouskvrnou na zdánlivé zřítelnici. Oči v dostatečné velikosti na zastrašení lovce jsou na křídlech u více skupin motýlů. Klasickým příkladem je babočka paví oko (*Inachis io*), lišaj paví oko (*Smerinthus ocellatus*) a martináči (rody *Saturnia, Aglia*). Menší skvrny podobné očím (u okáčů) nebo bílé skvrnky na ploše předních křídel (u můrovitých) spíše nežli odstrašující funkci jsou místa, na která lovec bude cílit útok. Protože jsou naokrajích křídel, má kořist větší pravděpodobnost přežití, nežli pokud by lovec cílil na samotné tělo motýla. Falešné oči bývají vyvinuty i na konci těla housenek, u tropických itvarem napodobují hlavu hadů.

- Zvukový mimetismus: Někteří noční motýli ze skupiny přástevníků napodobují jinédruhy nepoživatelných nočních motýlů vysíláním ultrazvukových signálů proti přibližujícímu se netopýru. Netopýři se jim vyhýbají v domnění, že se jedná o nepoživatelné druhy.

5 Pokusy a doporučení

Laboratorní cvičení

Pomůcky:

Vytištěné obrázky živočichů s aposematickým zbarvením (minimálně 40-50, viz kapitola obrázky ke stažení v on-line kurzu).

Úkol:
Vyber z nabídky živočichy s aposematickým vzhledem a roztřiď je do samostatnýchskupin.

Časová náročnost:

30 minut.

Termín:

Kdykoliv.

Postup:
Z nabídky 40-50 obrázků žáci (studenti) vyberou skupiny se stejným aposematickým zbarvením a roztřídí je do skupin podle hmyzích řádů.

V dalším kroku z každé skupiny se pokusí vytřídit druhy do skupiny s Müllerovským mimetismem a do druhé skupiny s Batesovským mimetismem. U každé skupiny by měli zdůvodnit, proč se domnívají, že se jedná o příslušný typ mimetismu.

V posledním kroku vyberou vzory aposematických druhů pro vybrané Batesovské mimetiky.

Terénní cvičení

Pomůcky:

Smýkací síť, Petriho misky plastové (případně plastové epruvety s víčky), měkká pinzeta, větší balicí papír, binokulární lupy a v případě laboratorního pokračování exkurze.

Čas:
1 až 2 hodiny

Místo:

Okraj lesa nebo přírodního parku s vyšší bylinou vegetací.

Termín:

Květen, červen, září

Postup:
Smýkací sítí se smýká ve vegetaci (učitel, student) a po asi 10-15 smycích se obsah sítě vysype na světlou plochu (papír) na zemi (stole). Měkkou pinzetou se rychle vyberou nápadnější živočichové (pavouci, hmyz) a umísti se do uzavíratelných Petriho misek nebo epruvet, uložených mimo přímý sluneční svit (nejlépe ve stínu, do krabice apod.). Opakováním postupu si vytvoříme malou sbírku krypticky nebo naopak aposematicky vypadajících živočichů. Vedoucí pak komentuje patřičný vzhled a chování jednotlivých živočichů z hlediska mimetismu (aposematus, krypsis; Müllerovský nebo Batesovský mimetismus apod.). Po cvičení se živočichové vypustí zpět do přírody.

Ke všeobecně přítomným živočichům pro terénní cvičení v květnu-červnu patří:

- ploštice: ruměnice, klopušky, ploštičky, kněžice,
- brouci: slunéčka, tesaříci,
- blanokřídlí: vosy, jízlivky, včely, čmeláci (!chránění zákonem),
- stejnokřídlí: pěnodějky,
- motýli: bělásci, babočka paví oko.

Podvody v přírodě - kamufláže živočichů

V přírodě nalezneme dva hlavní modely vzhledu menších živočichů. První činí živočicha co nejnápadnějšího na přírodním pozadí, ale takový živočich je chráněn (žihadlem, jedem, nepoživatelností) před ulovením. Druhý činí živočicha, který není schopen se bránit, co nejlépe skrytým. Vše mezi tím je pro živočicha nevýhodné, protože takové zvíře je snazší kořistí.

Využité přístroje:

Binokulární lupy, lupy, smýkadlo, prosívadlo,

entomologická síť, entomologické pomůcky

Cílová skupina/náročnost:

3. a 4. ročník SŠ a odpovídající ročníky gymnázií

Autor:

doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

Všechny uvedené texty, obrázky a videa jsou vlastní, není-li uvedeno jinak. Autory Youtube embed videí lze nalézt při kliknutí na znak Youtube ve videu během přehrávání.

K plnohodnotnému využití této studijní opory je nutný přístup k on-line zdrojům a materiálům.

Tento materiál vznikl z finanční podpory Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci projektu „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“, reg .č. CZ.1.07/2.3.00/45.0007.

1 Základní informace ke kamufláži

Úvod

V přírodě nalezneme mezi menšími živočichy dva hlavní modely vzhledu . První činí živočichaco nejnápadnějšího na přírodním pozadí, ale takový živočich je chráněn (žihadlem, jedem, nepoživatelností) před ulovením. Druhý činí živočicha, který není schopen se bránit, co nejlépeskrytého. Vše mezi tím je pro živočicha nevýhodné, protože takové zvíře je snazší kořistí.

Princip

Jedním ze způsobů, jak uniknout predaci, je být co nejlépe chráněn kamufláží. Tedy „zmizet lovci z očí". Takový živočich si nemusí zajišťovat ochranu jiným způsobem, např. žihadlem, jedem nebo nechutností svého těla. Je tedy dobrou kořistí, ale lovec ho nenalezne snadno.
Mluvíme o kamufláži nebo kryptickém zbarvení (tzv. krypsis).

Výsledný vzhled kryptika závisí na prostředí, ve kterém kryptik žije. Pro živočicha žijícího na zeleném listu je výhodné být zelený, pro živočicha na vodní hladině je výhodné být lesklý a proživočicha na zemi je nejvýhodnější kropenatost hnědými odstíny. Existují velmi dokonalé způsoby kombinující několik mechanismů dohromady a poskytující tak velmi dokonalou ochranu.

Četné příklady krycího zbarvení a jeho různé účely v české literatuře nejlépe shrnuje Komárek(2004).

Terminologie

Existuje celá řada pojmů, které popisují různé příčiny a způsoby kryptického vzhledu:

- **prokryptické zbarvení** (vzhled) – zbarvení, které vede k přehlédnutí a ušetření kořisti,
- **antikryptické zbarvení** (vzhled) – zbarvení, které umožňuje lovci se dostat snáze ke kořisti živočichem,
- **Peckhamovská mimeze** – krypse sloužící k oklamání kořisti,
- **allokrypse** – krypse, které využívá cizích předmětů (zrnek, písku, větviček) k pokrytítěla a zneviditelnění kořisti,
- **somatolýza** – maskovací princip, který využívá rozbití známého tvaru těla kořistikontrastními skvrnami na jejich těle,
- **protistín** – maskovací princip, při kterém se využívá znenápadnění oblých ploch, které jsou při slunečním světle dopadajícím shora zastíněny. Takové plochy jsou zesvětleny. Ve výsledku vzniká rovnoměrný a tedy neplastický optický dojem,
- **fytomimeze** – připodobnění rostlinám nebo jejich částem,
- **zoomimeze** – připodobnění živočichům nebo jejich částem,
- **allomimeze** – připodobnění neživým objektům,
- **Oudemansův fenomén** – tzv. celostní kresba princip, při kterém je kresba na prvním páru křídel nebo končetin jakoby překopírována na zadní křídla, resp. končetiny (např.pruhy u otakárků, skvrny u perleťovců). Skryté překrývající se části křídel v klidové pozici mají vzhled odlišný. Podobně i kresby na těle obratlovců dávají smysl jen v klidové pozici (např. na nohou žab).

2 Mechanismy kamufláže

Nejnápadnější kamufláž je optická, ale existují i další způsoby.

Optická kamufláž

Mnozí živočichové mají barvy nebo strukturu, které připomínají pozadí, na kterém živočich sedí. Z dálky tak dochází k optickému splynutí podkladu a živočicha. Pozadím může být list, kmen stromu, povrch země a skalisek, opadané listy, hra světel a stínů na zemi nebo mořskémdně, tmavá mořská hladina při pohledu shora nebo světlá hladina při pohledu z hlubiny aj.

Vzhled živočicha se může měnit v průběhu sezóny (např. změna barvy srsti i lasice: v zimě nasněhu je srst bílá, v letě je srst hnědá). Chameleoni a hlavonožci mají schopnost měnit barvu pomocí chromatoforů, případně i strukturu těla, v závislosti na barvě a struktuře pozadí.
Světélkování hlavonožců a medúz rozbíjí tmavé obrysy jejich těla proti měsíčnímu světlu přimořské hladině. Somatolýza opticky rozkládá známý tvar těla, zatímco princip protistínu zploští známý obrys těla. Metalické odstíny zastírají skutečné a lovci tedy známé obrysy tělakořisti tvorbou lesklé plochy (zrcátka). Krabi, chrostíci, larvy zlatooček si na tělo nalepují různé objekty, které je kryjí před útočníkem.

Pachová ochrana

Pachovou ochranu vytváří živočich, jehož pach by jinak mohl být atraktivní pro lovce. Takovépříklady jsou mezi hmyzem a pavouky. Produkovaný pach může chránit před predací, ale můžei lákat. Pavouci pachem lákají mravence, které pak loví. Pach housenek modrásků zabraňuje napadání housenky mravenci; ti o housenku pečují a krmí ji.

Zvuková ochrana

Vysílání ultrazvukového signálu a zachycení jeho odrazu netopýrem je způsob, jak zjistit polohu kořisti v 3D volném prostoru. Odraz může být tlumen povrchem na těle nočních motýlů. Ti mají tělo pokryté hustými chloupky, tvořícími „kožíšek“, který absorbuje ultrazvuk. Od těla se tak odrazí k netopýrovi jen slabý signál. Ultrazvuk produkovaný samotnou můrou interferuje se signály vydávanými netopýrem. Kombinace odraženého a vydávaného zvuku neposkytne netopýru informaci o přesné pozici kořisti. Můra se tak snázedostane z dosahu netopýra.

3 Vzory k napodobení

V podmínkách mírného klimatu nejsou kryptické jevy zdaleka tak nápadné jako v tropech. Většina známých kryptických jevů je u hmyzu a dalších členovců, tedy u skupin, které v mírném klimatu mají menší velikost nežli v tropech. Přesto i na našem území můžeme najítcelou řadu příkladů různých způsobů kamufláže. Dále jsou uvedeny vzory a příklady z naší fauny, případně s doplňujícím exotickým příkladem. Mnoho druhů je v naší přírodě běžných ajen uniká naší pozornosti.

- **Mihotání světla na povrchu země**.

  Hra světel a stínu je využívána motýly, kteří sev listnatých a smíšených lesích zdržují při zemi. Pohyb listí a větví na stromech způsobuje neustálou změnu osvětlení na zemi pod vegetací. Tmavý vzhled v kombinacise světlými skvrnami a případně i irizujícím leskem při určitém úhlu pohledu jsou výhodným přizpůsobením. Příklady nalezneme u batolců (*Apatura*), bělopásků (*Limenitis, Neptis*) a babočky síťkované (*Araschnia levana*) a podobný vzhled má i babočka osiková (*Nymphalis antiopa*).

- **Zelený list.**

  Barvu a strukturu zeleného listu nebo teprve rozvíjejícího se listu z pupenu nalezneme u mnoha různých skupin hmyzu. Je to velmi rozšířená kamufláž. Je běžná o kobylek (rody *Tettigonia, Meconema, Phaneroptera, Leptophyes, Barbitistes*), které nalezneme především ve vyšší křovinné vegetaci. Podobně jasně zelené druhy nalezneme u sarančí v bylinné vegetaci (rody *Stenobothrus, Euthystira, Mecostethus, Stethophyma, Omocestus* aj.). U ploštic je velmi známá u velkých zelených kněžic (rod *Palomena*), alei u mnoha menších bylinných klopušek (*Apolygus, Macrolophus, Adephalocoris, Orthotylus, Lygocoris* a mnoha jiných).
  U síťokřídlých jsou nápadně zelené zlatoočky, které na listech hledají svoji kořist (*Chrysopa*). Mnoho zelených zástupců nalezneme mezi mšicemi a merami (rody *Brevicoryne, Myzus, Macrosiphum, Psyllopsis*), které se živí sáním na listech. Zelené křísy reprezentují *Empoasca* a na vlhčích místech na travinách rod *Cicadella*.
  U brouků nalezneme zelenou barvu u listových nosatců (rody *Polydrusus, Phyllobius*). Jejich barva je tvořena interferencí světla na drobnýchšupinkách pokrývajících tělo. Skutečnými mistry kamufláže se zeleným zbarvením aněkdy i s metalickými pruhy jsou mandelinky ze skupiny štítonošů. Jsou to ploché mandelinky, které najdeme na listech hluchavkovitých a hvězdnicovitých rostlin.
  Všechny patří rodu *Cassida*. Aby nevrhaly stín na listové ploše, mají zploštěný a někdy iprůhledný okraj krovek a štítu. Další zelené brouky reprezentují menší krasci (*Agrilus, Anthaxia*). Mezi motýly je zelená barva živého listu napodobována zelenými píďalkami (rody *Geometra, Thalera, Hemistola, Hemithea*), zelenokřídleci (*Aeria, Pseudops*), oblečem dubovým (*Tortrix viridiana*) a ostruháčkem ostružinovým (*Callophrys rubi*).
  Zelená barva listů a vegetace je využívána i pavouky, zde však jako kombinace prokryptického zbarvení a Pekhamovské mimeze. Jasně zelená je maloočka(*Microomata*) a běžníci (*Diaea*) kombinují zelenou barvu končetin a hlavohrudi se zadečkem imitujícím kapku ptačího trusu. Zelenou barvu nalezneme u mnoha druhů housenek, některé i imitují tvar mladých listů. Mezi našimi obratlovci je zelená kamuflážtypická pro rosničku zelenou (*Hyla arborea*) žijící na stromech.

- **Vzhled suchého listu.**

  Suché listy imitují druhy žijící na zemi, druhy zdržující se v řidšívegetaci a druhy, které se objevují pozdě na podzim a brzy na jaře, kdy je zelená barvave vegetaci méně častá. Klasickým příkladem napodobujícím suchý zažloutlý list je žluťásek řešetlákový (*Gonepteryx rhamni*), zejména jeho samička. Suché listy napodobují někteří lišajové, kteří kromě barvy napodobují i tvar listu podsunutím zadních křídel dopředu. Klasickým příkladem je lišaj topolový (*Laothoe populi*). Podobusuchého listu má mnoho druhu píďalkovitých. U některých kresba na listech imituje i průběh žilek na listech (rod *Epione*), z běžných druhů má „hlavní žilku“ dobře patrnou vlnopásník (*Timandra griseata*). Z velkých motýlů mají vzhled suchých listů otakárci (*Papilio, Iphiclides*). Jedinečný vzled malého suchého a navíc jemně vykousnutého listumá rzounek vykrajovaný (*Drepanopteryx phalaeonoides*), který patří k méně běžným zástupcům našich síťokřídlých.

- **Vzhled větvičky**.

  Vzhled větvičky mají zejména housenky, Mistři jsou v tomto ohledu housenky stužkonosek (rod *Catocala*) a různé druhy píďalek. Podobnost k větvičce housenky imitují i strnulým postojem v případě napadení. Zadními nepravými končetinami se přichytí k větvičce a tělo pod úhlem odkloní od větvičky samotné. I barvahousenek je přizpůsobena barvě větviček. Většinou je hnědá, ale na zelených větvičkách a stéblech trav jsou housenky zeleně zbarvené (např. žluťásci, lišajové, okáči). Ve Středomoří napodobuje vzhled větvičky jedině evropská pakobylka (*Bacillus rossii*). Vzhled zeleného nebo suchého hnědého stébla či větvičky mají některá sarančata s výrazně protaženou hlavou a plochými, v klidu přiloženými tykadly (rod *Acrida*).Kudlanka nábožná (*Mantis religiosa*) je klasickým příkladem útočné kamufláže. V závislosti na barvě okolní vegetace může mít zelenou až špinavě okrovou barvu.

- **Povrch kmene (kůry).**

  Tmavý a rozbrázděný vhled kůry stromů napodobuje mnoho tzv.nočních motýlů. Je to všeobecně rozšířený vzhled těchto motýlů, neboť přes den tito motýli nejsou aktivní a sedí na podkladu, kterým je často právě svislý kmen stromů a keřů. Z běžných a větších druhů tento vzhled nalezneme u lišaje borového (*Hyloicus pinastri*) a lišaje lipového (*Mimas tiliae*). Kůru napodobuje mnoha druhů lišajů (rody *Sphinx, Agrius, Smerinthus*), můr (rody *Autographa, Noctua, Panolis, Catocala* a mnoho dalších). Tmavá spodní strana křídel napodobující povrch tmavého kmene mají také velké babočky (rody *Nymphalis, Inachis, Vanessa, Polygonia, Araschnia, Aglais*) abělopásci (*Limenitis, Neptis*). Mezi brouky je kombinace hnědého skrvnitého pozadí nápadná u tesaříků (rod *Rhagium*), krasce měďáka (*Chalcophora mariana*) a velkých nosatců (rody *Hylobius, Pissodes*). Mnoho druhů menších na dřevě žijících brouků má hnědé zbarvení, které lze považovat za kamufláž povrchu kmene. Jsou to zástupci kůrovcovitých (rody *Ips, Scolytus* aj.) a kovaříků (rod *Agrypnus*). Tato tmavá kamufláž je obecně výhodná i pro pohyb na zemi a mezi suchou bylinou vegetací a asi ji nelze považovat jen za cílené napodobení povrchu kmene. Hnědý vzhled a velmi ploché tělo upavouků listovníků (rod *Philodromus*) je činí velmi špatně patrnými na povrchu kmene. Podobnost kůře stromů můžeme nalézt u plžů závornatek (rody *Macrogastra, Clausilia*).Kamufláž vzhledu povrchu kmenů nalezneme u našich sov (sýček, puštík, kalous, sýc) au šoupálka.

- **Povrch skalisek.**

  U nás nemáme mnoho druhů, které by cíleně napodobovaly povrch skalisek. Za příklad z našeho území můžeme považovat snad vzhled některých epilitických plžů (*Helicigona*, *Chondrina*), kteří mají hnědavou ulitu, často pokrytou vlastním trusem. Hmyz podobný povrchu skalisek asi nejvíce připomínají chvostnatky (skupina Microcoryphia), které jsou časté v sutích vápencových oblastí. Pěkné příkladynapodobující povrch skalisek nalezneme v jižní Evropě. Na skaliscích egejské oblasti jsou hojné bíle zbarvené (tj. na bílých vápencových skaliscích) závornatky (rod *Albinaria*) a bíle zbarvené skalnice (rod *Chilostoma*). Skvrnitou šedo-bílou kamufláž, kterou lze považovat za přizpůsobení povrchu skalisek, má pavouk listovník *Philodromus margaritatus*. Skvrnitý povrch skalisek připomínají gekoni askalní ještěrky (*Lacerta muralis*).

- **Povrch půdy**.

  Povrch půdy je velmi specifický prostor, víceméně pokrytý vrstvou organického opadu. Jsou zde, v závislosti na charakteru skalního podloží a hustotě vegetace, nejrůznější struktuře a barvě podkladu, obvykle převládají různé hnědavé odstíny a hra světla a stínu způsobená větrem ve vyrůstající vegetaci. Výhodou je mít skvrnité, hnědé nebo hnědozelené maskování, ale i zde velmi záleží na velikosti živočicha. U větších se vyplatí skvrnité a spíše tmavší maskování. Příkladem jsou někteřívětší epigeičtí brouci (potemníci *Blaps, Opatrum*), velké epigeické ploštice (*Rhaphigaster*) a skvrnité maskování, které je běžné o větších obratlovců.
  Z obojživelníků je výborným příkladem ropucha zelená (*Bufo viridis*) a blatnice skvrnitá(*Pelobates furcus*). Zelené zbarvení je charakteristické pro obratlovce v prostředí s dostatkem zelených rostlin („vodní skokami“*Rana ridibunda, Rana lessonae*), zatímco u „suchozemských skokanů“, kteří se pohybuji spíše mezi organickým detritem, převládá hnědé zbarvení s výraznými maskovacími tmavými pruhy (*Rana arvalis, R. temporaria, R. dalmatina*). Podobné rozdíly jsou i mezi ještěrkou obecnou (*Lacerta agilis*) na jedné straně a ještěrkou živorodou (*Lacerta vivipara*) se slepýšem křehkým (*Anguis fragilis*) nastraně druhé. Zakrytost povrchu půdy vegetací či otevřenost stanoviště podmiňuje fenotypovou proměnlivost u plže páskovky (rod*Cepaea*). Na místech zarostlýchpřevládají jedinci pruhovaní, zatímco na místech otevřených jsou pruhovaní jedinci nápadnější, v nevýhodě a jsou častějším cílem predace. Na otevřených prostranstvích proto přežívají jedinci s ulitami jednolitě barevnými, bez pruhů. Krycí zbarvení mají i velcí slimáci. Typicky kropenatý je slimák největší (*Limax maximus*) a slimák popelalvý(*Limax cinereoniger*). Mezi menšími suchozemskými plži si lze všimnout ochlupených ulit (rody *Isognomostoma*, *Trochulus*). Mezi chloupky je zachycen drobný organický detrit, který kryje ulitu (allomimeze). Mezi pavouky je hnědé zbarvení v kombinaci s pruhy a skvrnami časté u mnoha rodů. Celá skupina slíďáků (rody *Pirata, Pardosa*), menší druhy skákavek (*Salticus, Evarcha, Phlegra*) a z běžníků rod *Xysticus* jsou typickými zástupci epigeicky žijících pavouků s hnědou a skvrnitou kamufláží. Na otevřeném povrchu písečných dun a pláží je výhodné světle hnědé zbarvení, často v kombinaci se světlou skvrnou. Je běžné u sarančí a některých brouků svižníků (rod*Cicindella*).

- **Trus na listu.**

  Ptačí trus ukápnutý na povrchu listu má charakteristický vzhled tmavé skvrny s bílým lemem nebo čepičkou. Trus není atraktivním cílem útoku. Černobílý, případně i nepravidelný vzhled je tedy vhodnou kamufláží k přežití na svrchní straně listu. Tuto kamufláž najdeme u některých píďalek (rody *Lomaspilis, Chiasmia, Abraxas, Ligdia*), můr (*Tyta*), můřic (*Thyatira*) a obaleče jabloňového (*Hedya dimidioalba*). Trusupodobné jsou některé housenky. Vzhled kapky trusu má zadeček u některých druhů pavouků. U běžníka rodu (rod *Diaea*) a samečka maloočky smaragdové (*Microommata rosea*) je zadeček výrazně kontrastní vůči okolí, zatímco hlavohruď a končetiny splývajíse zeleným podkladem.

- **Průhlednost**.

  Jako krycí vzhled může sloužit i průhlednost křídel, která vrhají jen nepatrný stín. Taková průhledná křídla mají vážky, jejichž tělo má barevnost podobnoupodkladu, často s obrysem těla rozbitým tmavými příčnými pruhy, zatímco křídla jsou průhledná a vůči tmavému pozadí (často vodní hladině) jsou špatně patrná. Jedinečným příkladem průhlednosti křídel jsou motýli rodu *Cithaerias* žijící v tropech jižní Ameriky.Motýli tak vrhají jen nepatrný stín, a pokud sedí na listu, jsou jen málo patrní.

- **Vzhled květu:**

  Vypadat jako květ není příliš výhodné. Květ je častým a nápadným cílemna rostlině. Květ je však dobrým zdrojem potravy, zejména pylu. Některé housenky,které se živí korunními lístky barvou, splývají s barvou květu. Také někteří brouci mají velikost a barvu skvrn na květech nebo jsou tmaví a vypadají jako stíny vrhané pestíkema tyčinkami. Splývat barvou a tvarem s květem je výhodné pro útočný mimetismus (Peckmannovskou mimezi). Lovec, zbarvený a i tvarem těla napodobující květ, jen číhána kořist, která v květu hledá zdroj potravy (nektaru, pylu). Klasickým příkladem jsou běžníci, u nás běžník kopretinový (*Misumena vatia*) a běžník květomilný (*Thomisus onustus*). Oba dva druhy mají schopnost do určité míry měnit i barvu a přizpůsobit se takpřesnému odstínu květu. Jedinečným příkladem je malajská kudlanka (rod *Hymenopus*) napodobující květ orchideje, která číhá na přilétající kořist, především na motýly.

4 Pokusy a doporučení

Laboratorní cvičení

Pomůcky:
Vytištěné obrázky živočichů s krycím zbarvením (minimálně 40-50, viz kapitola obrázky kestažení).

Úkol:
Vyber z nabídky živočichy s typickou kamufláží a roztřiď je do samostatných skupin.

Časová náročnost:
30 minut.

Termín:
Kdykoliv.

Postup:
Z nabídky 40-50 obrázků žáci (studenti) vyberou skupiny s určitým typem kamufláže.Třídit lze variantně:

- podle skupiny živočichů (hmyzích řádů, tříd, kmenů apod.),
- podle vzoru, které kryptik napodobuje,
- podle typu kamufláže: fytomimeze, zoomimeze, allomimeze,
- vybere živočichy s Oudemansovým fenoménem,
- vybere živočichy s Peckhamovskou mimezí,
- vybere živočichy s maskovacím principem somatolýzou.

Možnou variantou je smísení obrázků s obrázky z námětu „Výstražný vzhled živočichů – aposematimus“.

Úkol:
Roztřiď z nabídky živočichy s kamufláží, s aposematickým vzhledem a s kombinací obojího do samostatných skupin.

Časová náročnost:
30 minut.

Terénní cvičení

Pomůcky:
Smýkací síť, sklepávadlo nebo větší deštník, prosívadlo nebo větší hrubé síto, Petriho misky plastové (případně plastové epruvety s víčky), měkká pinzeta, větší balicí papír.

Čas:
1-2hodiny

Místo:
Různé biotopy dle konkrétních možností. Okraj listnatého lesa nebo přírodního parku s vyšší bylinnou vegetací a nízce ležícími větvemi listnatých stromů, pařezina se staršími rozkládajícími se pařezy, listnatý les (nejlépe lípy, javory, jasany) s vyšší vrstvou opadaného listí, vlhká louka s vyšší bylinou vegetací apod.

Termín:
květen, červen, září

Postup:
Smýkací sítí se smýká ve vyšší vegetaci (učitel, student); metodou sklepávání se pomocí úderů tyče sklepávají živočichové z nízce ležících větví do sklepávadla (případně narozprostřený obrácený deštník, je potřeba sklepávadlem potřásat, aby hmyz neuletěl); prosívadlem prosíváme hlubší vrstvy listovky a rostlinného opadu. Na rozprostřený papír nebo na jinou světlou rovnou plochu se vysype obsah sítě (sklepávadla, prosevu). Měkkou pinzetou se rychle vyberou lezoucí živočichové (pavouci, hmyz). Získaný hmyz a další členovce umisťujeme do epruvet nebo do Petriho misek, uložených mimo přímý sluneční svit (nejlépe ve stínu, do krabice apod.).

Opakováním postupu si vytvoříme malou dočasnou sbírku krypticky vypadajících živočichů.

Vedoucí pak komentuje patřičný vzhled a chování jednotlivých živočichů z hlediska mimetismu (různé druhy kryptického zbarvení, vzory, způsoby ochrany, útočný mimetismusapod.). Pozorovat lze i vzájemné chování živočichů, pokud jich umístíme více do stejné větší Petriho misky.

Po cvičení se živočichové vypustí zpět do přírody.

Poznámka:
Ke všeobecně rozšířeným živočichům s kryptickým mimetismem na terénním cvičení v květnu nebo červnu, případně v září patří:

- ploštice: klopušky, ploštičky, kněžice, vroubenky,
- brouci: mandelinky, tesaříci,
- stejnokřídlí: zlatoočky,
- pavouci: skákavky, běžníci, slíďáci, křižáci,
- motýli: různé druhy housenek, píďalky, velké babočky,
- stejnokřídlí: různé druhy křísů a mšic,
- kobylky a saranče: dospělci jsou běžní v září; v květnu a červnu nasmýkáme nedospělé instary,
- v prosevu listovky nalezneme různé půdní členovce,
- v blízkosti vody nasmýkáme ve vegetaci drobné vážky (šidélka, motýlice) a pavouky čelistnatky.