

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ? – co vše nám poskytují ekosystémy země, environmentální nástroje hodnocení ekonomiky, víme to? Dokážeme to pojmenovat, popsat a číselně odhadnout ?

Autoři: texty Pavelčík P., Hrdoušek V., ilustrace Josef Vaníček (ilustrace)

Obsah:

A/ Metodické texty pro pedagogy

- I. Co jsou ekosystémy a jak fungují
- II. Ekosystémové služby (ES), jejich rozsah a jejich ocenění
- III. Poškození ekosystémových služeb a dopad na lidskou kulturu
- IV. ES v době klimatické změny a jejich ekonomický rozměr

B/ Návrhy výukových aktivit :

- **Strom a jeho přírodní funkce** I. stupeň 4.-5. ročník, výtvarná výchova spolu se vzdělávací oblastí Člověk a jeho svět
- **Strom a jeho ekosystémové funkce** - pro II. stupeň 6.-7. výtvarná výchova spolu se společenskou vědou , přírodopis, fyzika, chemie
- **Půda a její přírodní funkce** - pro I. stupeň 4.-5. ročník, vzdělávací oblast Člověk a jeho svět, částečně i Člověk a svět práce - pěstitelské práce
- **(navazuje na předešlé téma)**
- **Půda a její ekosystémové funkce** - pro II. stupeň 6.-7. ročník, výtvarná výchova spolu se společenskou vědou, přírodopis, fyzika, chemie



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



A/ Metodické texty pro pedagogy

Motto:

Kvalitní voda, různorodá potrava, stavební materiály, regulace klimatu či přírodní krásyto vše jsou ekosystémové služby, které nám poskytují (zdarma) ekosystémy rostlin a živočichů ve vodě, půdě a vegetaci a bez těchto ekosystémových služeb bychom nemohli žít.

I. Co jsou ekosystémy a jak fungují?

Pro rámeček výkladu o ekosystémových službách, a souvislosti jejich významu, je třeba si v úvodu připomenout samotný základní pojem ekosystému.

Český zákon o životním prostředí (§ 3 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí) definuje ekosystém jako „**funkční soustavu živých a neživých složek** životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase.“

Ekosystém se skládá ze dvou samostatných složek – složky živé, tvořené organismy (jedná se o jejich společenstvo neboli biocenózu) a složky neživé, tvořené prostředím (nazýváme jej stanoviště neboli biotop). Základní funkce ekosystému jsou **koloběh látek** a **tok energie**. Jako konkrétní ekosystém pak můžeme chápat určitou prostorově vymezenou část prostředí osídlenou organismy, včetně umělého prostředí vytvořeného člověkem.

Ekosystémy lze dělit na **přírodní** (jezero, les, louka) a **umělé** (sad, pole, rybník, město), které vytvořil nebo se na nich podílí člověk. Lidé jsou součástí ekosystémů a jejich činnost je závislá na produktech a službách, které ekosystémy nabízejí.

Pozn: Co není ekosystém – čistě technická zařízení – asfaltové parkoviště s auty, továrna, panelák – i když všude je vzduch a prostředí pro život (virů, bakterií, hub...hmyzu a dalších organismů) a tak každý technický systém se časem stává součástí ekosystému města, krajiny.

Ekosystémový přístup

Koncept ekosystémů je základem tzv. ekosystémového přístupu k životnímu prostředí a jeho ochraně. Ekosystémový přístup uznává, že lidé se svou kulturní rozmanitostí jsou integrální součástí mnoha ekosystémů. **Ekosystémy jsou předpokladem zdraví člověka, ekonomického a zprostředkovaně i sociálního fungování lidské společnosti.** Současně se ale lidské činnosti z přirozeného vývoje ekosystémů vymykají, jelikož ovlivňují či narušují přirozenou biologickou rovnováhu.

Ekosystémový přístup poskytuje hodnotný rámeček pro **analýzu vzájemných vazeb mezi lidmi a životním prostředím** a slouží pro řízení lidských aktivit na základě získaných poznatků. Z ekosystémového přístupu vychází strategie celosvětové Úmluvy o biologické rozmanitosti zahrnující integrované hospodaření s půdou, vodou a živými zdroji, která náležitým způsobem podporuje jejich ochranu a udržitelné, vyrovnané využívání. A právě hodnocení ekosystémových služeb přírody je pro blízkou budoucnost potenciálně významný nástroj pro řízení lidských aktivit ve vztahu ke svému prostředí.

Externality a ovlivnění fungování ekosystémů

Většina činností naší společnosti se dotýká životního prostředí, a mají často důsledky, které přesahují přímý účel. Tyto následky jsou **nazývány externality**, protože neberou v potaz všechny dopady činností a **nejsou tak zahrnuty do ekonomické kalkulace**, která je součástí procesu rozhodování.

Externality mohou mít pozitivní nebo negativní dopady na své okolí, přičemž mnohem běžnější jsou (i když často nezamýšlené) **negativní** dopady. Přínosy, které rozhodnutí a konkrétní činnost přináší původci externality (podniku, jednotlivci...), pak s sebou **nese i dodatečné škody či náklady**, které musí nést jiné subjekty, jejichž aktivit nebo majetku se následky dotýkají.

Příklad:

Ovlivnění ekosystémových funkcí externalitami

Typicky se vyskytují **externality negativní**. Například rozhodnutí přidělit dotaci - podporu **umělým hnojivům pro zvýšení produkce plodin** (s ekonomickým přínosem pro jejich producenta) povede k jejich zvýšenému používání (často na úkor hnojení tradičním organickým hnojem, meziplodinami atp.) To může vyústit v **poškození půdy** (kvůli snížení podílu její organické složky) s těmito hlavními důsledky: vyšší **vodní eroze** orné půdy, která je výsledkem působení řady dalších negativních faktorů, například zhutnění. Půda tak dokáže vsáknout a obecně zadržovat menší množství vody, která začne ve větší míře odtékat po jejím povrchu a odnášet půdní částice. Nevhodné hospodaření vede k dlouhodobější vyšší míře **půdního smyvu** a v konečném důsledku dojde k úbytku mocnosti úrodné orniční vrstvy a snižování úrodnosti půdy,

- snadnější **větrná eroze** orné půdy – pokud je půda obnažena a má méně organické hmoty, snadněji vysychá a zvláště v lokalitách vystavených častějšímu působení větru může docházet k jejímu odnosu,
- rychlejší **zanášení příkopů, rybníků**, vodních nádrží v důsledku odnosu půdy při vodní erozi; to vyžaduje častější čištění, které je spojeno se značnými náklady,
- podstatné **snížení kvality vody** kvůli vyplavování živin z polí a znečištění povrchových tekoucích vod umělými hnojivy, což má za následek například degradaci rybářských oblastí situovaných níže po proudu nebo riziko znečištění podzemních (ještě) pitných vod,
- pole nekrytá vegetací (po sklizni) vytvářejí v létě tepelné ostrovy a vysušují krajinu.

Přesto je také možné vyvolat **pozitivní externality**. Například včelař může být motivován na **rozšíření včelstev na okolní sady** i louky pak budou mít díky větší míře opylení větší produkci jablek /semen což ovlivní i jejich funkci.

Cenné je také **šetrné kosení květnatých luk**, které by bez péče člověka zarostly většinou monotónními křovinami šípků a hlohů a snížila by se biodiversita rostlin a živočichů, které využíváme např. jako léčivky, nebo množství mravenců, kteří jsou biologickou ochranou.

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Shrnutí:

Dobré fungování ekosystémů je základem nebo spíše podmínkou celé naší lidské ekonomiky i když ekologické funkce ekosystémů bereme za samozřejmost a tyto „náklady“ ani nevyčísľujeme ale automaticky s nimi počítáme: že člověk (při práci, zábavě, doma) může dýchat čistý vzduch, pít čistou vodu, jíst zdravé potraviny a mít celkově zdravé prostředí. V místech kde industriální služby (továrny, silnice, velkoměsta), potlačily ekosystémové služby, se nám špatně dýchá, je nám horko, jsme nemocnější, jsou drahé zdravé potraviny i voda. A velmi drahé je technicky tyto kvality života vrátit, mnohem levnější je opět zavádět a obnovovat ekosystémové služby vegetace, vody a půdy.

II. Ekosystémové služby, jejich rozsah a jejich ocenění

Fungování a služby ekosystémů

Člověk je součástí biosféry, tedy veškerého života na Zemi. Je s ní svázán mnoha funkčními vztahy – materiálně, energeticky, sociálně i psychologicky. **Ani technologický pokrok** nedokáže samostatně nahradit to, co nám příroda poskytuje přirozeně, a vlastně zcela bezplatně – **čistý dýchatelný vzduch, pitnou vodu, potraviny, energii** a mnoho dalších funkcí zajišťujících přijatelné podmínky k našemu životu.

Nenarušené životní prostředí nám umožňuje profitovat z mnoha statků a **služeb přírody**, dále je budeme označovat jako ekosystémové služby, které jsou základem pro fungování a bohatství každé lidské společnosti. Tedy **čistá voda, potrava, příznivost klimatu či přírodní rozmanitost jsou některé ekosystémové služby**, bez nichž bychom nemohli žít. Jsou pro nás zdrojem obživy, vytvářejí příznivé podmínky pro život, asimilují náš odpad a mimo jiné svým estetickým, zdravotním, psychologickým ad. působením formují kulturu.

Ekosystémy poskytují základní podmínky pro život, a současně jsou důsledkem života na Zemi. Jsou základní, strukturně funkční jednotkou krajiny i celé biosféry. Současná společnost a její kultura mění ekosystémy rychleji a ve větším rozsahu než všechny generace v minulosti. Země se tím nenávratně mění a mnohým společenstvím (ekosystémům, ale už i mnohým kulturním regionům a lidem v nich žijícím) tato změna přináší neblahé důsledky.

Příklad:

Ekosystémová funkce klimatu

Dokud na naše pole prší, dostáváme od přírody závlahu zadarmo, když pršet přestane, musíme za dodávku vody platit peníze (resp. energií) a pole zalévat nákladným systémem kanálů či závlahových zařízení. Pokud je ovšem odkud čerpat na tento účel velké množství vody, která se v dobách sucha stává vzácnější i pro běžnou spotřebu.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Ekosystémové služby, jejich rozsah a cena

Služby ekosystémů jsou výsledkem různých **přírodních procesů a interakcí**, ze kterých mají lidé jak hmotný a/nebo nehmotný **prospěch**. Většina ekosystémových služeb není kvůli své komplexnosti ekonomicky vyčíslitelná a lidstvo se k nim staví jako k daru.

Příroda tyto služby neposkytuje pouze člověku. Jsou na nich závislé všechny živé organismy. Ekosystémové služby jsou podmínkou života na naší planetě a zároveň jsou výsledkem interakcí živých organismů (např. dýchatelná atmosféra).

Příklad rozsahu ekosystémové služby:

Veřejná zeleň se stromy, ve městě, nebo na jeho okraji, plní významné funkce, které jsou v zastavěném území bez větších ploch zeleně a s převládajícími zpevněnými plochami obzvláště potřebné a prospěšné pro příjemný život lidí ve městě. Takový „ostrov přírody“ poskytuje řadu ekosystémových služeb, některé velmi významné ukazuje obrázek. Voda, kterou lesopark zadrží, dotuje v případě přebytků podzemní vody. Současně vodu od jara do podzimu odpařuje – zvlhčuje tak vzduch a reguluje místní klima při teplejším počasí. Snižuje prašnost a zlepšuje kvalitu ovzduší, současně do biomasy a půdy ukládá z atmosféry absorbovaný CO₂ (skleníkový plyn, který se uvolňuje při dýchání živočichů a zejména spalovacích procesech v dopravě, energetice a průmyslu). Lesopark poskytuje také prostor pro život mnoha druhům rostlin a živočichů, kteří mají svou úlohu při zajištění fungování ekosystému. Lidem z města poskytuje restorativní efekt – prostředí vhodné pro rekreaci, estetické prožitky a obnovu duševních i tělesných sil.

Důležité ekosystémové služby, které poskytuje zeleň (lesopark) ve městě



Obrázek 1: Klíčové funkce a ekosystémové služby veřejné zeleně. Ilustrace Josef Vaníček

Ekosystémy jsou hodnotné samy o sobě, ovšem lidské uvažování na ně pohlíží nejčastěji s ohledem na zájmy člověka (antropocentricky). **Zachování našich zájmů je pro naši existenci klíčové, a proto se pokoušíme některé ekosystémové služby nahradit**, např. čistící schopnost

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

říčního ekosystému nahradíme čistírnou odpadních vod. **Náhrady jsou často ekonomicky dražší než původní ekosystémové služby** a přinášejí další problémy. Nahrazením palivového dřeva fosilními palivy jsme snížili tlak na ekosystémy lesa, ale zvýšili jsme tlak na atmosféru a služby klimatu rostoucími emisemi toxických a skleníkových plynů.

Příklad provázání ekosystémových služeb:

Hypotéza Gaia - symbiotická planeta:

Vzájemná provázanost jednotlivých služeb a organismů dovedla některé biology k symbiotickému přístupu k přírodě. Na základě uvědomění, že jsou si organismy vzájemně prospěšné a že spolu vytvářejí funkční celoplanetární síť, biolog James Lovelock v 70. letech 20. století zformuloval vědeckou teorii, kterou nazval Gaia (podle jména řecké bohyně Země). Podle ní je biosféra adaptivním kontrolním systémem, který udržuje Zemi v dynamické rovnováze – homeostázi (Lovelock, 1994). Jedná se o samoregulující se systém a tak jsou ekosystémové služby projevem toho, že je Země živá! Tento přístup není zcela nový: Mnohé národy (Indie, Austrálie, USA) i v současném stavu poznání oceňují např. řeky nebo velké lesy a dávají jim status živé bytosti.

Cena a hodnota ekosystémových služeb

Na ekosystémové služby společnost dosud běžně nahlížela úzce **ekonomickým měřítkem**, který ohodnocuje především **náklady** (práci) vynaloženou na získání **přírodního zdroje**. (např. dostupnost a vykácení lesa pro dovoz dřeva). Ekosystémové služby jejich ocenění případně poškození se neodrážejí ve sledování míry blahobytu jednotlivých zemí ani v ekonomických měřítkách hospodaření tj. v hrubém domácím produktu. Tento tradiční přístup je ale v kontextu globálních ekologických problémů již nedostatečný, protože masové čerpání přírodních zdrojů nad úroveň, která je dlouhodobě udržitelná, přináší řadu negativních externalit, jejichž náklady nejsou do ocenění **skutečné hodnoty** daného produktu nebo ekosystémové služby zahrnuty. Důsledkem toho, že negativní vlivy a vyvolané dodatečné náklady nejsou zohledněny, je zkreslení informací pro fungování ekonomiky (trhu) a v některých případech už **také ohrožení nezávislého fungování ekosystémů a jejich schopnosti udržovat na Zemi příznivé podmínky pro život.**

Příklad hodnoty půdy na poli a zeleně ve městě (předměty Matematika, Fyzika; vazba na I. téma)

Uvedené příklady funkcí nenarušeného životního prostředí nám mohou připadat jako samozřejmé. Jejich zásadní význam pochopíme, až když o ně přijdeme. Ovšem jejich skutečná hodnota je mnohonásobně vyšší než penězi běžně vyčíslovaná **cena půdy, jako zeminy pro terénní úpravy (200 - 500 Kč/m³) a stromu (1 vzrostlý, dospělý strom zaujímá objem cca 1-2 m³) jako cena dřeva (500 – 1500 Kč/m³), které lze ekonomicky využít.**

Zeleň tvoří půdu

Zelené rostliny jsou spolu s houbami a bakteriemi, se kterými často žijí v symbioze, (úzká forma soužití vč. potravních vazeb) základním faktorem pro vznik půdy, když rozrušují horniny a vytvářejí podmínky pro vznik půdy. V našich podmínkách působením rostlin (s přispěním půdní bioty včetně živočichů) vznikne **1 cm půdy po 100 letech**. Až po této době je půda hodnotný zdroj pro život. Většina současné půdy u nás vznikla za posledních **15 000 let**. V průměru v zemědělské krajině je 30 - 50 cm plodné půdy a pak je již podloží (skála, štěrky, jíly apod.). V této cca 30 cm vrstvě je vázáno váhově 0,5-2 % CO₂, což



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

činí na objem půdy obrovské množství (1dm^3 půdy váží 0,5 kg, na 1m^2 je 300dm^3 půdy, na 4 mil. ha je to 1×10^{12} kg půdy a z toho 1 % je 1×10 na 10 kg CO_2 . Ročně je v ČR erozí **ohroženo více jak 50 % polí, ze kterých se u nás spláchne 2-6 tun/ha plochy**. Pole (orná půda) tvoří cca 40% území našeho státu což je necelých 4 mil. ha. Proto je čím dál více **sledována eroze (odnos) půdy** z polí, kde bez dostatečné svrchní úrodné vrstvy půdy klesají výnosy plodin a zemědělci musí přidávat hnojiva, které však znečišťují především vodu a cena hnojiv se promítne do ceny potravin (viz text kap. Externality). V tomto ohledu zdravá půda podle výzkumů rakouské university BOKU (Getz V., Prahofer G., 2019) má cenu **okolo 1200 eur (30 000 Kč)/ 1m^3** .

U nás je erozí z polí odneseno ročně cca 6 mil. tun půdy, podle Českého svazu ochránců přírody se odplaví až 21 milionů tun půdy ročně. Na světě ročně kvůli erozi zmizí 24 miliard tun půdy? Tolik ornice mají v celé Austrálii !, (kol., Půda, 2018, NZM)

Stromy, les a klimatizace

Kupříkladu veřejná **zeleň se vzrostlými stromy** (městský lesopark) o ploše 49 hektarů (což odpovídá čtverci o hraně 700 metrů) ve městě ochlazuje v horký letní den své okolí výkonem asi 130-150 MW (to je bezmála 30 % výkonu jednoho **bloku Jaderné elektrárny Dukovany**).

Pokud bychom tento lesopark chtěli **nahradit klimatizací** o stejném chladícím výkonu, náklady na provoz odpovídajícího počtu cca 30 tisíc běžných klimatizačních jednotek (s pořizovacími náklady asi 1 mld. Kč) by dosáhly při průměrné ceně elektřiny (4,76 Kč / 1 kWh v roce 2020) zhruba 3,2 mil. Kč denně. Tyto náklady lze porovnat s přístupem k ocenění lesoparku jako zdroje dřeva, což umožňuje realizovat výnosy z těžby. Při vykácení lesoparku bychom sice dosáhli výnosu podle druhu a kvality dřeva zhruba 10-12 milionů Kč (jednorázově), za ně bychom si však mohli dovolit platit provoz uvedené **technické klimatizace pouze po dobu 3-4 dnů** místo potřebných 20-30 horkých letních dnů/každý rok. Nemluvě o tom, že bychom přišli o významný zdroj kyslíku, prostor pro zadržování srážkové vody, „čistírnu“ špinavého vzduchu, místo k odpočinku a krátkodobé rekreaci.

Z uvedeného propočtu je patrné, že **hodnota lesoparku, oceněná pouze klasickým způsobem výnosů z těžby dřeva**, ukazuje pouze malou část jeho skutečné celkové hodnoty. Další část hodnoty odpovídá nákladům, které bychom museli vynaložit, abychom při nahrazení lesoparku zpevněnými plochami zajistili srovnatelné chlazení. Při průměrných 25 dnech potřebného chlazení by se jednalo o náklady ve výši $3,2\text{ mil. Kč} \times 25\text{ dnů} = \mathbf{80\text{ mil. Kč za rok!}}$ Takovou hodnotu má pouze ekosystémová služba regulace klimatu ve městě lesoparkem, a k tomu by bylo možné připočítat řadu dalších, výše zmíněných služeb, které zde nevyčísľujeme.

Obrázek 2: Každý z nás v létě intuitivně vyhledává stín stromu, kde je příjemněji – chladněji a vlhčí vzduch. (Praha, Malostranské náměstí, foto Vít Hrdoušek 2019)



III. Poškození ekosystémových služeb a dopad na lidskou kulturu

Pokud společnost a její rozsah využívání přírodních zdrojů zůstává **v souladu s možnostmi ekosystémů** nahrazovat odebírané služby a zdroje, rizika výpadku poskytování ekosystémových služeb jsou minimální. Jestliže se však nějaká civilizace začne **rozvíjet na úkor ekosystémů** a jejich schopnosti regenerace, hrozí jí vážné problémy nebo i zánik.

Zůstaneme-li u příkladu **vykáceného lesa**, můžeme ukázat zánik civilizace např. v Mezopotámii, Egyptě či Velikonočních ostrovech. Když se na Velikonočních ostrovech s vytěžením většiny stromů **změnilo tamní klima** a erozí poškozená půda přestala dávat lidem obživu, zhroutil se i tamní společenský systém a ostrov se vylidnil.

Do problémů kvůli nadměrnému nebo jednostrannému využívání zdrojů se může dostat libovolná společnost, jak ukazují vědecké **studie příčin zániku** nebo okolností přežití řady historických civilizací (např. Diamond, 2008). Jak badatelé dokládají, k mnoha dřívějším kolapsům spolu s přelidněním zřetelně přispělo **poškození ekosystémových služeb** (odlesnění, vyčerpání půdy, eroze, záplavy, sucho, epidemie chorob apod.). Příklady jiných kultur v uvedené studii, které svůj kolaps odvrátily, naopak ukazují, že zohlednění otázek životního prostředí v dlouhodobé perspektivě a řešení rozpoznávaných problémů je i v zájmu ekonomiky a do budoucna prosperujícího hospodářství.

Při pohledu na ostrovní izolované kultury, kde je porušení ekosystémových služeb dobře viditelné zjistíme že se jedná o kultury, které se vyvíjely po tisíce let bez vážnějších existenčních problémů - například v Oceánii - demokratická společnost Nové Guineje či společnost ostrova Tikopie, které vyvinuly vlastní formy trvale udržitelného intenzivního zemědělství a kontroly porodnosti při hustotě cca 300 obyvatel na km² zemědělské půdy (v ČR připadá přibližně 250 lidí/km² zem. půdy). Přitom je nutné zdůraznit zásadní úlohu **pocitu společné identity a společných zájmů**. Uvedené příklady prosperujících společností dosáhly trvale udržitelné rovnováhy mezi přírodními zdroji a lidskou populací zdola nahoru, z iniciativy nižších celků, skupin, které se spolu na potřebných opatřeních dohodly. Opačný přístup je pak shora dolů, kdy opatření na ochranu ekosystémů, například po zjištění rozsahu škod, prosadí vláda (Diamond, 2008).

Dokud jsou selhání ekosystémových služeb **lokální**, dokáže je naše globalizovaná společnost **nahradit**. Problém je v tom, že lidské působení na ekosystémy překračuje hranice regionů. V současnosti již vysoce aktuální **globální změna klimatu** je jedním z vědci předvídaných poškození (s rizikem závažného selhání při pokračování dosavadních trendů) komplexního fungování a samoregulace planetárního ekosystému.

O poškození ekosystémů naší planety velmi podrobně informuje Millennium Ecosystem Assessment (Miléniové hodnocení ekosystémů – MEA), vědecká zpráva vypracovaná s pověřením generálního tajemníka OSN v letech 2000–2005 (MEA, 2005). Ze závěrů rozsáhlého výzkumu vyplývá, že **zvýšením životní úrovně lidí došlo za posledních 50 let k poškození 60 % globálních ekosystémů**, což ohrožuje budoucnost lidstva zejména v oblasti potravinové a klimatické bezpečnosti. **Světově jsou nejvíce ničeny a poškozovány ekosystémy půdní, lesní, říční a korálových útesů**. Zpráva současně nabízí scénáře a řešení, které by nepříznivé ekosystémové změny mohly zmírnit.

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Růst poptávky po přírodních zdrojích

Poptávka po potravinách, pitné vodě, dřevu, textilních aj. vláknech a palivech podle statistik Organizace OSN pro výživu a zemědělství neustále roste (FAO, 2021). Uspokojováním této poptávky lidé často nevratně poškozují životní prostředí a snižují rozmanitost života na Zemi. Spolu s ekosystémy ničíme i ekosystémové služby, na nichž závisí také prosperita společnosti, například loviště ryb, čistota vzduchu a vody, kvalita podnebí atd.

Poškozování ekosystémů se týká všech společností na Zemi, bohaté se nemohou izolovat od znehodnocování ekosystémových služeb v chudých zemích, protože některé změny dopadají stejnou měrou na všechny a je snižován i blahobyt rozvinutých společností. Tyto změny jsou jak globální - změny celoplanetárního klimatu, tak i lokální - například prашné bouře či požáry způsobené degradací půdy. Všechny změny se ale neobjevují okamžitě a v místě jejich vzniku, a proto se velice obtížně hodnotí jejich důsledky. Často se stává, že **náklady spojené se změnami ekosystémů je nutné uhradit v jiných oblastech**. Například ekosystémové změny v horních tocích řek významně ovlivňují kvalitu vody v dolních tocích. Nebo při nákupu některého exotického ovoce, kávy, palmového tuku se ničí cenné deštné lesy, které ovlivňují kvalitu vody a klima v širokém okolí.

Co je levné nemusí být šetrné, často je to právě naopak. **Co se zdá ekonomicky výhodné je často ekologicky nevhodné**. Levné dovozové věci, např. od některých výrobců či producentů z chudších zemí, jsou levné jen díky tomu, že při výrobě se nehledí na kvalitu výrobku (nezdravé složení), výrobních podmínek (ohrožující zdraví pracovníků), ani na ničení přírody (výrobním procesem a odpady) a také velmi nízké odměny za práci, kterou někdy musí dělat i děti, aby pomohly uživit rodinu. Kdyby mohl kupující vše toto vidět, jistě by si nekoupil kilo banánů, které trhali a dopravovali chudí dělníci z rozbahněných plantáží za 0,5 Kč za kg, ...v místech, kde před pár lety stál bujný prales. Tyto tzv. rozvojové země se snaží zbohatnout na obchodu s bohatými zeměmi a proto levně nadnárodním těžařským a potravinářským firmám prodávají / najímají svou zem nebo žádané výrobky produkují ve velkém na vývoz... a ztrácí soběstačnost a stávají se závislými, venkovské ničí svou vlastní kulturu, stěhují se do měst a očekávaný blahobyt nenastane. Globální rozvoj volného obchodu znamená také obrovský nárůst dopravy, která je jedním z nejvýznamnějších odvětví poškozujících ekosystémy - záborem půdy, znečištěním vod a ovzduší skleníkovými i dalšími plyny. V době trvajících omezení dopravy z důvodu pandemie covid 19, kdy došlo k omezení obchodu a cestování, bylo celosvětově zaznamenáno prokazatelné zlepšení kvality ovzduší (Gautam, 2020).

Značení výrobků a služeb

Aby mohli spotřebitelé při výběru produktů vzít v úvahu jejich dopad na životní prostředí, a tedy ekosystémy a jejich služby, vzniklo tzv. ekoznačení. Toto ekologické značení umožňuje orientaci zákazníka v množství výrobků a odlišení od klamavých reklam. Slouží k označení produktů, které jsou ohleduplnější k životnímu prostředí a minimalizují ničení ekosystémových služeb v místě vzniku. Certifikovány mohou být ty pouze výrobky a služby, které splňují stanovená kritéria. Principem je, že výrobek je šetrný k životnímu prostředí v celém svém



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

životním cyklu, tj. od výroby, přes jeho používání, až po likvidaci. Tato kritéria jsou obvykle garantovaná státem nebo nezávislou organizací.

Box – ekoznačky

Na světě existuje celá řada ekoznaček, v ČR funguje národní ekoznačka Ekologicky šetrný výrobek, garantována Ministerstvem životního prostředí ČR. O certifikaci žádá výrobce a udělení značky je zpoplatněno. Bohužel aktuálně je značka spíše na ústupu, je v ní stále méně kategorií a stále méně produktů na výběr (méně než 15 různých kategorií v r. 2020).



Biopotraviny

Biopotraviny, produkt ekologického zemědělství, jsou zdravé, kvalitní a chutné. Jejich nákupem podporujeme ekologické zemědělství, které je šetrné k životnímu prostředí (půdě, krajině i vodě) a tím pádem dlouhodobě výhodné pro nás všechny. Biopotraviny vyrobené v České republice jsou značeny národní bioznačkou - tzv. zelená zebra.

Všechny biopotraviny vyprodukované v EU nesou také evropskou bioznačku - zelený list z hvězdiček. Čeští distributoři musí povinně na obalech umisťovat obě značky. Kromě toho musí být na obale balených potravin napsána země původu zemědělských surovin, ze kterých je výrobek vyroben. Více informací k biopotravinám např. na: www.veronica.cz/bio



Dřevo ze šetrně obhospodařovaných lesů

Také u výrobků ze dřeva se můžeme ujistit, zda dřevo bylo pěstováno a vytěženo v souladu se zásadami přírodě blízkého (ekologicky šetrného) i sociálně odpovědného lesního hospodaření. Tyto principy obsahuje tzv. FSC certifikace. V ČR takové hospodaření už najdeme u více než 100 tis. ha lesních porostů v soukromých lesích (např. v Krkonoších, na Vysočině, kolem Brna, i na dalších místech). Značku FSC lze nalézt na řadě výrobků včetně nábytku a papíru. Další informace: www.czechfsc.cz.



Spravedlivý obchod – Fair trade



Fair trade je certifikace zboží, které splňuje určité sociální, ekonomické a ekologické standardy. To garantuje známka FairTrade. Smyslem této certifikace je poskytnout pěstitelům, zaměstnancům a řemeslníkům z rozvojových zemí (Afriky, Asie a Latinské Ameriky) možnost užít se vlastní práci za důstojných podmínek. Pěstitelé a zaměstnanci dostávají v rámci systému Fairtrade za své kakao nebo kávu výkupní cenu, která odpovídá nákladům na pěstování či výrobu a zároveň umožňuje důstojné



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

živobytí. Fairtrade znamená spravedlivější obchodní podmínky, dodržování lidských a pracovních práv a šetrnost k životnímu prostředí. Další informace: www.fairtrade-cesko.cz.

Slow food – férově a lokálně

Slow food je celosvětové sdružení malých producentů a lokálních odběratelů, které vytváří sítě na podporu lokální férové výroby a spotřeby především zemědělských výrobků a služeb. Snaží se podporovat tradiční odrůdy plodin a plemena zvířat a podporuje tradiční gastronomii šetrnou agroturistiku. Více na www.slowfood.com.



Tabulka 1: Přehled nejčastějších ekologických značek výrobků na českém trhu. Zdroj: <https://www.veronica.cz/ekoznaceni-vyrobků>

 Ekologicky šetrný výrobek Česká republika	 Ekologický výrobek, EU kytička Evropská unie	 Výrobek spravedlivého obchodu Celý svět
 Biopotravina Česká republika	 Biopotravina, EU listička Evropská unie	 Certifikovaná přírodní kosmetika bio Česká republika
 Přírodní kosmetika Celý svět	 Přírodní kosmetika Celý svět	 Energetická efektivnost, Energy Star Evropská unie
 Šetrné lesnictví, FSC Celý svět	 Netestováno na zvířatech Celý svět	 Spravedlivé oblečení Celý svět



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

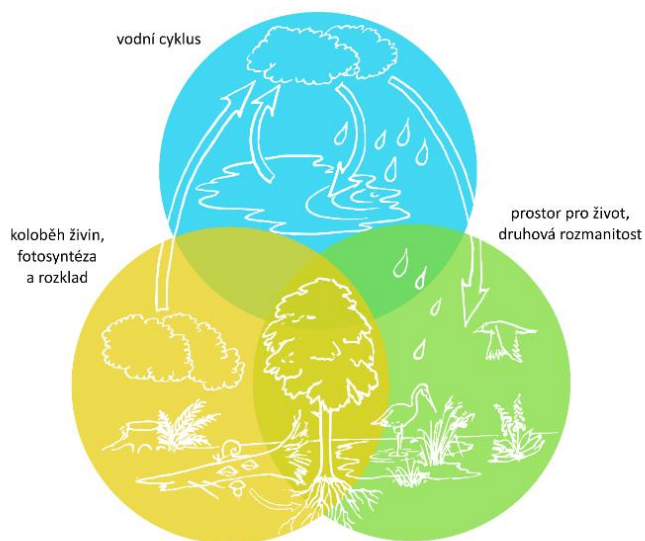
Členění Ekosystémových služeb

Pro možné sledování ekosystémových služeb a jejich hodnocení je potřeba je rozlišit - jejich přínosy, které lidská společnost získává od ekosystémů. Pro hodnocení dopadů **změn na lidský blahobyt** (MEA, 2005) se rozlišují **čtyři základní typy** ekosystémových služeb:

- **Podpůrné služby** či služby biotopů – jsou nutné pro fungování ekosystémů a zajištění ostatních ekosystémových služeb (*podpora životních cyklů člověka a ostatních organismů, udržování genetické diverzity, cyklus vody, živin, kyslíku, uhlíku, fotosyntéza, tvorba a ochrana půdy, opylování, atd.*).
- **Zásobovací služby** – hmotné či produkční statky získané z ekosystémů (*produkce zemědělských a technických plodin vč. dřeva, hospodářských zvířat, ryb a dřeva, nedřevní lesní produkty, genetické zdroje, zdroje vody.*)
- **Regulační služby** – výsledky ekosystémových procesů, které přinášejí přímý užitek nebo spotřebu lidskou společností (*regulace kvality ovzduší, globálního klimatu, místního klimatu, odtoku a zadržování vody, regulace škůdců a přenašečů chorob, udržování kvality vody, ochrana před záplavami, zneškodňování odpadních látek/transport živin atd.*) .
- **Kulturní služby** – zahrnují nehmotné přínosy existence ekosystémů, jako je *rekreace a cestovní ruch, zdravotní přínosy kontaktu s přírodou, estetické hodnoty, kulturní dědictví a vztah k místu, duchovní a náboženský význam, estetické prožitky, vzdělávání a vědecké využití ekosystémů, existenční hodnota.*

Obrázek 3: Klíčové funkce a ekosystémové služby veřejné zeleně. Ilustrace Josef Vaníček

Podpůrné služby pro fungování ekosystémů



Zásobovací služby



potraviny



vlákna



materiály a palivo



voda

Regulační služby



čištění odpadní vody



zadržení vody



opylování



vázání CO₂
a uhlíkový sklad

Kulturní služby



rekreace
a obnova zdraví



estetické
a duchovní prožitky



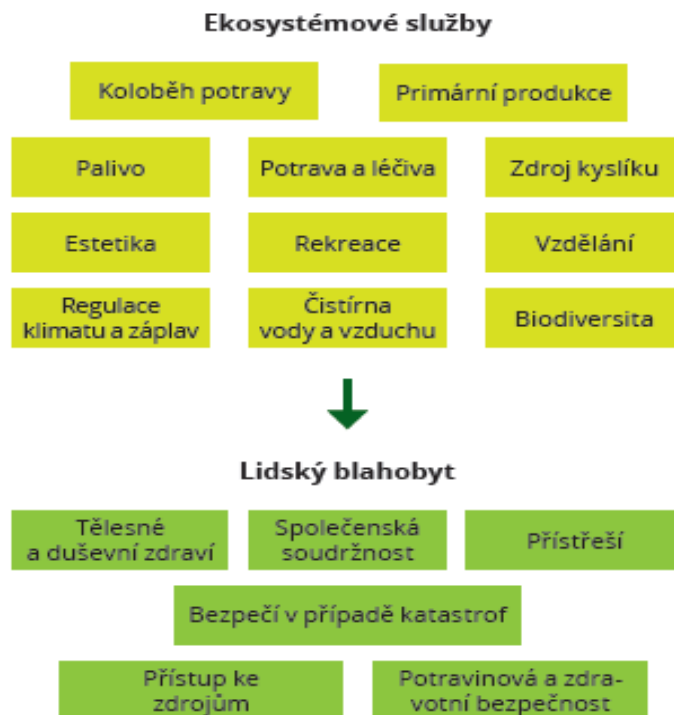
zkoumání
a vzdělávání



sport
a turistika

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Obrázek 4: Ekosystémové služby lze také vnímat podle míry jejich dopadu komplexně - rozdělení podle TEEB (Ekonomika systémů a biodiverzity). Zdroj: TEEB, 2010



IV. Ekosystémové služby a ekonomické škody v době změny klimatu

Podívejme se nyní na příklad **klimatu jako ekosystémové služby** a jeho změn. Skleníkové plyny v atmosféře díky skleníkovému efektu přirozeně **zvyšují teplotu vzduchu**, a společně s dalšími působícími faktory (pozitivních a negativních zpětných vazeb) se globální klimatický systém udržuje v dynamické rovnováze. Oscilace teplot vzduchu kolem stabilního průměru zajišťuje příznivé klima pro fungování života a lidské civilizace už více než 10 tisíc let od konce poslední doby ledové.

Probíhající globální změna klimatu je provázena **růstem průměrné teploty** povrchu Země. Toto náhlé narušení regulace klimatu planety je způsobeno dlouhodobým zvyšováním množství skleníkových plynů v ovzduší, díky čemuž je skleníkový jev silnější než dříve. Ve srovnání s dosavadním vývojem (**viz kap.I. Klima**) jde o mimořádně **rychlé a náhlé** zvyšování teplot, které bude při neustálém růstu emisí skleníkových plynů z lidské činnosti dále pokračovat.

Přestože se klima planety měnilo i ve vzdálenější minulosti a ve své geologické historii Země prožívala řadu period výrazně chladnějších nebo teplejších, než je období posledních několika tisíc let, naše moderní civilizace (osídlené regiony, poloha měst, zemědělských oblastí atd.) se vyvinula a přizpůsobila fungování ekosystémů (jejich klimatu, rozmístění úrodných oblastí, zdrojů vody, stabilní hladině moří atd.) v období holocénu (**Viz kap.I. Klima**). Změna podoby a služeb ekosystémů (včetně například zvyšování teplot a úrovně hladin moří, dostupnosti (nejen) pitné vody, potravin a dalších produktů ekosystémů) proto dopadnou na podstatnou

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

část míst osídlených a využívaných lidmi po celé planetě. Tyto důsledky povedou ke zhoršení životních podmínek a/nebo růst životních nákladů pro velkou část světové populace.

Obrázek 5: Hlavní globální důsledky změny klimatu. Zdroj: <https://vystava.klimasemeni.cz/dopady-zmeny-klimatu-ve-svete/>



VYBRANÉ GLOBÁLNÍ DŮSLEDKY ZMĚNY KLIMATU

- Častější **extrémní projevy počasí a přírodní katastrofy** (výskyt hurikánů, vichřic, vln veder, požárů, sucha...)
- **Přímé vlivy na zdraví lidí** (ohrožení horkem, šíření infekcí kvůli nedostatku vody)
- **Ohrožení ekosystémů a biodiverzity** (zvláště korálové útesy, severské lesy, horské ostrovy a oblasti závislé na středozemním klimatu), migrace druhů
- **Snížení výnosů v zemědělství** (častější sucha nebo nadměrné srážky)
- **Zvyšování hladiny moří** – ohrožení pobřežních měst a malých ostrovních států
- **Migrace obyvatelstva z přímořských oblastí a oblastí postižených suchem a vedrem**

Škody a náklady klimatických změn a možnosti řešení

Za poslední tři desetiletí ekonomové mnohokrát zkoumali, jaký dopad pro ekonomiku bude mít snižování emisí skleníkových plynů (a tedy redukce oteplování) oproti „nicnedělání“, tedy pokud budou pokračovat současné emisní trendy s pravděpodobnými závažnými změnami ve fungování ekosystémů a jejich služeb. Téměř všechny studie dospěly k závěru, že bude mnohem levnější utracet peníze za opatření na omezení emisí než platit za dopady výsledné silnější změny klimatu.

Nedávno publikovaná komplexní studie (Burke a kol., 2018) vyčíslila úspory při udržení globálního oteplování na 1,5 °C oproti nákladům nárůstu o 2 °C. **Očekávané úspory vyčíslila na kumulativní nárůst světového HDP o 20 bilionů USD do konce 21. století se 75% pravděpodobností.** Tento aktualizovaný odhad budoucích ekonomických škod v důsledku změny klimatu je proto silným finančním důvodem pro naléhavé kroky v oblasti snížení emisí skleníkových plynů (Nature, 2018). Z tohoto důvodu byla v posledních letech přijata, řada dohod na mezinárodní úrovni, pro Evropu je nejdůležitější přijatá dohoda EU – **Green Deal – Zelená dohoda, schválená Evropským parlamentem v roce 2020, která se zavazuje ke splnění světové Agendy OSN pro udržitelný rozvoj do r. 2030.** Zelená dohoda pro Evropu předpokládá začleňování hlediska udržitelnosti do všech politik Evropské unie. Nástroji má být

- prosazování **ekologického financování a investic** a zajištění spravedlivé transformace,
- **ekologizace vnitrostátních rozpočtů** a vysílání správných cenových signálů,



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

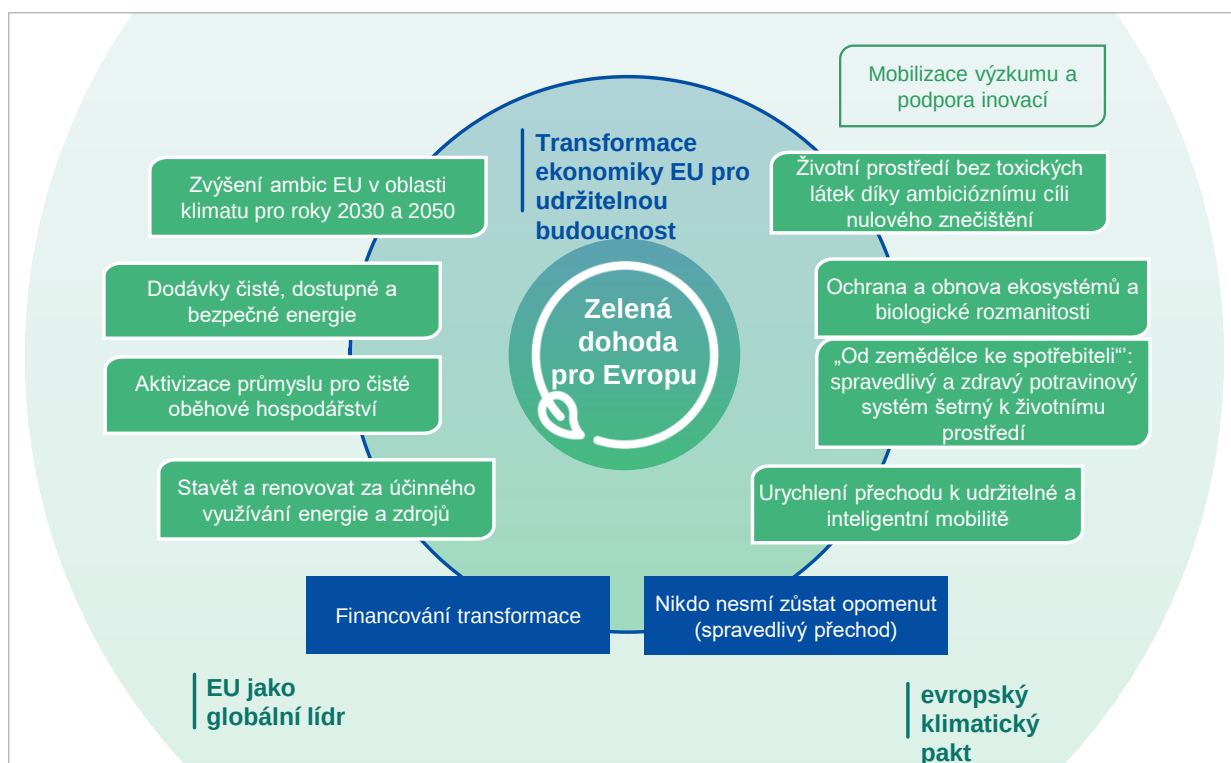
- mobilizace **výzkumu a podpora inovací**,
- **zapojení vzdělávání a odborné přípravy**.

Plán obsahuje i řadu dalších politik, jako jsou uhlíková dovozní cla, rozšíření emisních povolenek na leteckou a námořní dopravu nebo nový klimatický zákon, který přenastaví pravidla Evropských investičních politik.

Níže uvedená grafika znázorňuje osm společných cílů Zelené dohody (ZD):

1. zvýšení ambic Evropské unie v oblasti klimatu pro roky 2030 a 2050,
2. dodávky čisté, dostupné a bezpečné energie,
3. aktivizace průmyslu pro čisté oběhové hospodářství,
4. výstavba a renovace za účinného využívání energie a zdrojů,
5. urychlení přechodu k udržitelné a inteligentní mobilitě,
6. strategie „od zemědělce ke spotřebiteli“: vytvoření spravedlivého, zdravého potravinového systému šetrného k životnímu prostředí,
7. ochrana a obnova ekosystémů a biologické rozmanitosti,
8. zajištění životního prostředí bez toxických látek díky ambicióznímu cíli nulového znečištění.

Obrázek 6: Zelená dohoda pro Evropu. Zdroj: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

V textu ZD se píše k cíli 1: EU již zahájila modernizaci a **transformaci ekonomiky s cílem dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050**. V letech 1990 až 2018 snížila emise skleníkových plynů o 23 %, zatímco ekonomika o 61 % vzrostla. Současné politiky však do roku 2050 dosáhnou snížení emisí skleníkových plynů pouze o 60 %. Zbývá toho ještě mnoho udělat, počínaje ambicióznějšími opatřeními v oblasti klimatu v nadcházejícím desetiletí. Proto do léta 2021 předloží Komise plán (s posouzením dopadů) na odpovědné zvýšení cíle EU v oblasti snižování emisí skleníkových plynů pro rok 2030 nejméně na 50 % a směrem k 55 % ve srovnání s rokem 1990. **Mezi hlavní opatření pro dosažení cíle patří zavedení čistých zdrojů energie, oběhového hospodářství a posílení ekosystémových služeb.**

Citace z textu dohody « Ekosystémy nám poskytují nezbytné služby, jako jsou potraviny, pitná voda a čistý vzduch či přístřeší. Zmírňují přírodní katastrofy, omezují výskyt škůdců a chorob a pomáhají regulovat klima. EU však nesplňuje některé ze svých nejdůležitějších environmentálních cílů pro rok 2020 »

Mezi hlavní postupy Evropské zelené dohody, které mají posílit ekosystémové služby v krajině od roku 2021 do roku 2027, jsou ekonomické nástroje, které mj. stanoví, že nejméně 40 % celkového rozpočtu Společné zemědělské politiky (celkem 350 mld. eur- tj 28% rozpočtu EU na období 21-27) a nejméně 30 % prostředků z Evropského námořního fondu (celem 45 mld. eur) má přispět na opatření v oblasti klimatu.

Mezi konkrétní opatření patří – **redukce 50 % pesticidů** (přípravků k ochraně rostlin před škůdci a pleveli), **20 % hnojiv, 50 % antibiotik, posílení ekologického zemědělství na 25 % celkové zemědělské plochy a rozšíření plochy s vysokou biodiverzitou na 10 % zemědělské plochy**. Tento nový nástroj bude muset přispívat k plnění specifických cílů Státní zemědělské politiky (SZP), zejména pak cílů č. 4 (zmírňování klimatické změny a přizpůsobení se klimatické změně), č. 5 (hospodaření s přírodními zdroji), č. 6 (ochrana biodiverzity a posílení ekosystémových služeb), a č. 9 (welfare – dobré životní podmínky zvířat).

*Obrázek 7: Grafika představující veřejnosti cíle **Evropské zelené dohody***

Pozn: Obrázky ponechány v původním anglickém znění : pro výuku An jazyka s vysvětlením
Zdroj: <https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/documents>



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

AREAS OF ENVIRONMENT, CLIMATE AND ANIMAL WELFARE ACTIONS UNDER THE CAP STRATEGIC PLANS

- a.** **Climate change mitigation**, including reduction of GHG emissions from agricultural practices, as well as maintenance of existing carbon stores and enhancement of carbon sequestration
- b.** **Climate change adaptation**, including actions to improve resilience of food production systems, and animal and plant diversity for stronger resistance to diseases and climate change
- c.** **Protection or improvement of water quality** and reduction of pressure on water resources
- d.** **Prevention of soil degradation**, soil restoration, improvement of soil fertility and of nutrient management
- e.** **Protection of biodiversity**, conservation or restoration of habitats or species, including maintenance and creation of landscape features or non-productive areas
- f.** **Actions for a sustainable and reduced use of pesticides**, particularly pesticides that present a risk for human health or environment
- g.** **Actions to enhance animal welfare** or address antimicrobial resistance

EU GREEN DEAL TARGETS



Reduce by 50% the overall use and risk of **chemical pesticides** and reduce use by 50% of more hazardous **pesticides** by 2030



Achieve at least 25% of the EU's agricultural land under **organic farming** and a significant increase in **organic aquaculture** by 2030



Reduce sales of **antimicrobials** for farmed animals and in aquaculture by 50% by 2030



Bring back at least 10% of agricultural area **under high-diversity landscape features** by 2030



Reduce **nutrient losses** by at least 50% while ensuring no deterioration in soil fertility; this will reduce use of **fertilisers** by at least 20 % by 2030

CAP Strategic Plans will put into practice enhanced conditionality, eco-schemes, farm advisory services as well as agri-environmental and climate measures and investments to address the Green Deal targets, in particular those stemming from the Farm to Fork Strategy and the Biodiversity Strategy for 2030, and to fulfil the climate and environmental specific objectives of the CAP.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Také **Česká republika** ve svých strategiích, dotačních programech a opatřeních začala významněji sledovat dopad klimatické změny a **posilovat ekosystémové služby**, jako nejlevnější a neúčinnější nástroj k **adaptaci (přizpůsobení) a mitigaci (zmírnění)** klimatických změn a přijala dokument **Adaptace na změnu klimatu v ČR v roce 2030 s výhledem do roku 2050**.

Box: Výňatek z dokumentu **Adaptace na změnu klimatu v ČR v roce 2030 s výhledem do roku 2050**

Česká republika v roce 2050 – vize z pohledu adaptace ČR na změnu klimatu :

- disponuje **kvalitním a bezpečným prostředím**, ve kterém jsou rizika dopadů změny klimatu a s ní souvisejících hrozeb přírodního původu snížena a udržována na přijatelné úrovni a je zabezpečena účinná reakce na vznik mimořádných událostí vzniklých změnami klimatu;
- udržuje obnovenou **komplexní a funkční krajinnou strukturu**, díky čemuž se zvýšila její ekologická stabilita a rozsah i kvalita poskytovaných **ekosystémových služeb**;
- **využívá krajinu a ekosystémy udržitelným způsobem**, který umožňuje dostatečně pružně reagovat na probíhající změnu klimatu a tlumit její nepříznivé dopady na hospodářství a ekosystémy; **náklady a přínosy** spojené s realizací adaptačních opatření jsou **spravedlivě sdíleny celou společností**;
- je státem, kde je veřejná správa, podnikatelé a ostatní subjekty včetně odborné i laické veřejnosti **dostatečně informována** o změně klimatu a jejích dopadech, aktéři na všech úrovních **přijímají svoji odpovědnost** v posílení adaptační kapacity sociálního, hospodářského a ekologického systému a zvyšují jeho resilienci nákladově efektivním způsobem;
- **udržitelně hospodaří a pečuje o vodní zdroje**, zejména pro potřeby zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Pozn: RESILIENCE je schopnost systému nebo společnosti vystavenému nebezpečí odolávat, absorbovat, přizpůsobit se a zotavit se z účinků nebezpečí včas a účinným způsobem, a to i prostřednictvím zachování a navrácení svých základních struktur a funkcí.

Zdroj: Adaptace na změnu klimatu v ČR v roce 2030 s výhledem do roku 2050, MŽP ČR 2020

BOX: VYHLEDÁVÁNÍ ZDROJŮ INFORMACÍ a provazování odborných témat s politickými nástroji - práce s textem pro Společenskou výchovu II. stupeň ZŠ

Vize Tomáše Sedláčka, makroekonom CSOB, 17.2.2021 rozhovor na portálu seznam.cz.

VIZE UKAZUJE NOVÝ ROZMĚR VNÍMÁNÍ EKONOMIKY, KDE HLAVNÍMI UKAZATELI NENÍ HDP A RŮST EKONOMIKY, ALE SOUČASNÉ VÝZVY SPOJENÉ S KLIMATICKOU ZMĚNOU A EKOSYSTÉMOVÝM PŘÍSTUPEM

Když vás tak poslouchám, neztrácejí tradiční ekonomické veličiny jako HDP, státní dluh, který se ukazuje libovolně nafukovací, průměrná mzda... smysl při popisování stavu společnosti? Tedy toho, jak na tom jsme?

O tom v zásadě mluvíme celou dobu. Ty veličiny samozřejmě nepozbývají smyslu zcela, dají se měřit a ukazují trend, ale klesá jejich význam. Stejně tak jako ustupuje do pozadí **náboženství ekonomie, které u nás vládlo od 90. let, ve světě to začalo trochu dříve**. Modlou byl růst, vydělávání, ale postupně to ustupuje do pozadí.

To známe historicky. Díky příkladu zemědělství. To dřív bylo veličinou číslo jedna. Řešilo se jen, jak zajistit obživu. Na nic jiného se nemyslelo a ani nemohlo. Jak vnímat svět a co si o něm myslet, pak lidem říkali duchovní. A lidé to při kázáních bez dalšího přijímali, protože jim nezbývala kapacita na to, zabírat se něčím tak nadbytečným, jako je smysl života a podobně. Vývojem technologií, modernizací a tak dále se ze zemědělství stala položka o ani ne třech procentech HDP. Neboli se **nasytíme a zbytečně**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

o tom nepřemýšlíme, takže se naše pozornost přesunula jinam. A totéž se pozvolna děje u ekonomiky jako celku. Jak roste bohatství a blahobyt naší společnosti, už je to jen jakýsi obslužný software. A je nám trochu jedno, jak přesně funguje, hlavně že jede.

Tím pádem můžeme zase hledat nový smysl nebo bod, ke kterému se upneme. ... Před námi stojí enviromentální výzvy jako klimatická změna, nízkouhlíkové hospodaření nebo ekosystémové služby.

Úkol pro samostudium: Sledujte zprávy v mediích ... rozlišujte fake news, ověřujte si zdroje

Text k diskusi: Eroze by v ČR mohla ročně poničit až 21 milionů tun půdy, škody by šly do miliard korun

ČEJKOVICE/PRAHA (MEDIAFAX) - Podle nejhoršího možného scénáře by eroze v Česku mohla ročně poničit až 21 milionů tun půdy, což je možné finančně vyjádřit jako škodu za 4,3 miliardy korun. Ve čtvrtek o tom na jihu Moravy, kde je situace nejvážnější, informovalo ministerstvo zemědělství.

Jižní Morava se totiž na propadu cen zemědělské půdy podílí více než 55 procenty.

"Vodní i větrná eroze je v České republice a obzvlášť na jižní Moravě velkým problémem. Výměra degradovaných půd se zvětšuje a s tím rostou problémy související se snížením její ceny, poklesem výnosů a například se zhoršují odtokové poměry i průběh povodní," sdělil Jiří Hladík, ředitel Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (VÚMOP).

Snižující hodnotu půdy lze vyjádřit také klesající cenou půdy zjištěnou při aktualizaci bonitace. Jako příklad je možné uvést meziroční pokles cen v rámci celé ČR mezi roky 2010 až 2012 o 126 mil. Kč., jižní Morava se na propadu cen podílí bezmála 70 mil. Kč. Tyto údaje se týkají pouze prověřované výměry zemědělské půdy, které se ročně aktualizuje max. 50 tisíc hektarů. Celková výměra zemědělské půdy v ČR činí přitom 4,2 milionů hektarů.

V boji proti erozi je vedle obnovy krajiny návratem mezí, remízků či mokřadů nejúčinnějším nástrojem správné hospodaření podle standardů GAEC.

"Vítáme proto nedávné rozšíření těchto standardů i na mírně erozně ohrožené půdy, i když bychom rádi v této oblasti viděli ještě výraznější zpřísnění podmínek," zdůraznil Ivan Novotný, náměstek pro půdní službu a informatiku VÚMOP. "Za velmi alarmující považuji dynamiku erozních projevů, která se odráží v uvedených číslech poklesu ceny a bonity půdy," dodal.

Libor Popela, popela@mediafax.cz zdroj: mediafaxbiz.cz/rss/514908 publikac: 14.07.2011 12:07:00



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Použité zdroje a literatura

- Burke M., Davis W.M., Diffenbaugh N.S., 2018. Large potential reduction in economic damages under UN mitigation targets. *Nature* 557, pp. 549–553 (2018) doi:10.1038/s41586-018-0071-9
- Diamond, J., 2008. Kolaps. Proč společnosti přežívají či zanikají. Academia, 762 s.
- FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2021. World Food Situation. Online: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>
- Gautam, S., 2020. COVID-19: air pollution remains low as people stay at home. Air quality, atmosphere, & health, 1–5. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00842-6>
- Getz V., Prahofer G., 2019. Klimatický strom, Natur im Garten
- Lovelock, J., 1994. Gaia. Živoucí planeta, edice Kolumbus, Mladá fronta ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí ČR, Praha.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis Report. Island Press, Washington DC.
- Moldan, B., 2018. Civilizace na planetě Zemi. Karolinum, 180 s.
- Nature, 2018. Curbing global warming could save US\$20 trillion In Editorials, *Nature* 557, pp. 467-468.
- TEEB, 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB. Online: <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>
- Ripple W.J., Wolf C., Newsome T.M., Barnard P., Moomaw W.R., 2019. World Scientists' Warning of a Climate Emergency, *BioScience*, biz088, <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>
- Stolte J., Tesfai M., Øygarden L., Kværnø S., Keizer J., Verheijen F., Panagos P., Ballabio C., Hessel R. (eds.), 2015. Soil threats in Europe, doi:10.2788/828742 (online), <http://eprints.glos.ac.uk/3581/7/Soil%20Functions%20%26%20Ecosystem%20Services.pdf>
- Půda, Národní zemědělské muzeum 2018, ke stažení na <https://www.nzm.cz/file/b3a835c67b7db48e9e55c15b8c29d06b/8447/puda.pdf>
- Význam půdních mikroorganismů pro produkční a mimoprodukční funkce půdy http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3969&typ=html
- Zvýšení půdní úrodnosti aplikací kompostu http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3943&typ=html
- Ekologické značky <https://www.veronica.cz/ekoznaceni-vyrobkou>

Další zdroje ke studiu:

- JANČAŘÍKOVÁ, K., 2009. Základy ekologie a problematiky životního prostředí pro pedagogy. Skripta pro studenty Pedagogických fakult 2009. Online: http://www.enviwiki.cz/wiki/Z%C3%A1klady_ekologie_a_problematiky_%C5%Bivotn%C3%ADho_prost%C5%99ed%C3%AD_pro_pedagogy
- Ekosystémové funkce a služby se vyplatí podporovat. I v dotacích. on-line: <https://www.ctpez.cz/cz/vyslo-v-zemedelci-ekosystemove-funkce-a-sluzby-se-vyplati-podporovat-i-v-dotacich>
- Zelená dohoda pro Evropu. Zdroj: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cz



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



B/ Návrhy výukových aktivit

Strom a jeho přírodní (ekosystémové) funkce

V jednodušší formě (tj. přírodní funkce) - pro I. stupeň 4., 5. ročník v předmětu:

- výtvarná výchova spolu se společenskou vědou Člověk a jeho svět
vzdělávací oblast: Člověk a jeho svět, průřezové téma Environmentální výchova

S výklady pojmů (tj. ekosystémové funkce) - pro II. stupeň 6.-7. ročník v předmětu:

- výtvarná výchova spolu se společenskou vědou
- přírodopis, fyzika, chemie
- vzdělávací oblast: Člověk a příroda

Cíle programu:

po probrání tématu

žáci prvního stupně:

- dokáží vyjmenovat jednotlivé přírodní funkce stromu (pro koho a proč je strom důležitý - co všechno nám a přírodě poskytuje),
- vnímají přírodu jako společenství živých a neživých částí, např. stromy a les, které při vhodných podmínkách dokáží poskytovat člověku služby a produkty, které KAŽDODENNĚ potřebujeme k životu.

žáci druhého stupně:

- rozumí významu přírody jako producenta služeb, které nám bezplatně poskytuje
- rozumí pojmům ekosystém (funkční soubor organismů ve vhodném prostředí) a ekosystémová služba (soubor funkcí konkrétního ekosystému),
- na **příkladu stromu – lesa** popíší, jaké typy funkcí (služeb) nám příroda - ekosystémy poskytují a proč jsou důležité,
- dokáží popsat, na příkladu stromu, jak je možné ocenit ekosystémovou službu – z čeho lze počítat její širší ekonomickou hodnotu.



Obrázek 8: Mohutné stromy vážou velké množství uhlíku a produkují dostatek kyslíku (foto Vít Hrdoušek)

Průvodní text k pracovnímu listu : učitelé volně využijí v hodině

Stromy jsou velmi cenné organizmy na planetě, protože utvářejí veliké společenstva – lesy, které bez zásahů člověka by pokrývaly většinu souše naší Země. Také člověk, než vytvořil svou kulturu, byl téměř zcela závislý na stromech – žil v lesní či lesostepní krajině. Později se vznikem zemědělství začal kácet lesy a více užívat byliny – trávy pro chov zvířat a především obilniny a naučil se vytvářet zásoby. Stal se zčásti na lese nezávislý. Ovšem v místech, kde vykácel lesy zcela, vznikla step a později poušť, kde již nemohl žít a přesídlil jinam. To se ovšem neobešlo bez řady problémů, které dnes známe jako je ztráta pocitu jistoty, zdravotní problémy, válečné konflikty a migrace. Když pokácíme velký strom, trvá desítky let, než naroste nový a jeho funkce se také dostaví až po řadě let. Tedy velmi zvažujeme, přemýšlíme co a kdy stromy ničí v našem okolí a také čím my bychom mohli stromy ničit.

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Služby a produkty, které nám strom a les poskytuje, jsou (viz obr.):

Strom a jeho funkce



Obrázek 12: Strom a jeho funkce. Ilustrace: Josef Vaniček

1. **Příznivé klima a živiny pro růst hub** (jedlých i nejedlých – jen málo hub roste na loukách, potřebují soužití se stromy- houby jsou vázány přímo na kořeny stromů - symbiosa ...) a dále vytváří polostín a přiměřené vlhko pro růst **lesních rostlin** – borůvky, maliny....
2. **Spoluvytváří a chrání půdu** – drobnými kořínky narušuje podloží na drobné částičky a opadem listů, větví poskytuje organickou hmotu, která je základem pro tvorbu humusu. Společně s minerálními částicemi z podloží jde o základní složky půdy; kořeny půdu chrání proti větrné a vodní erozi – smyvu.
3. **Poskytuje dřevo** – stavební materiál na střechy domů, konstrukce, nábytek a také i jiná pletiva- lýko, kůru nebo mizu- pryskyřici apod.
4. **Poskytuje prostředí pro živočichy** – **ptáky** (hnízdění, úkryt, potrava) a **dalších živočichů** (potrava, úkryt) veverka, plch, brouci, netopýři.. i **rostliny** (řasy, lišejníky – podpora, soužití)....



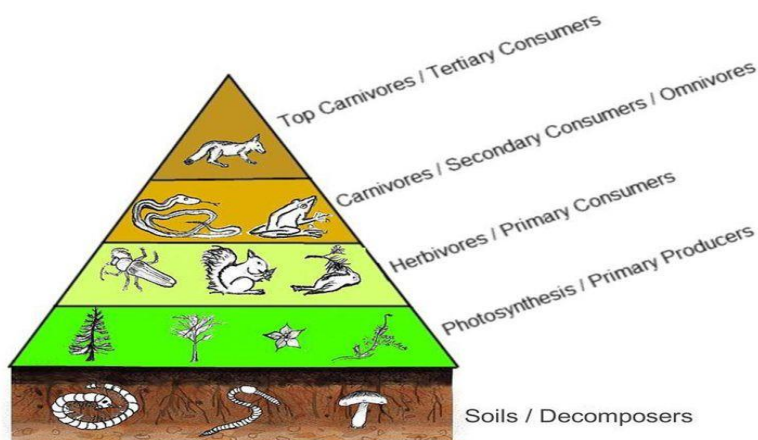
Obrázek 9: Potenciál starých stromů. Zdroj: Getz V., Prahofer G., 2019.

5. **Strom je potrava** (fotosyntézou a metabolickými procesy staví své tělo) - rostlina roste a vytváří mohutné tělo – strom, který žije i několik století – a tento strom a jeho plody slouží jako potrava dalším houbám, řasám, lišejníkům, rostlinám (mechy) a živočichům (na dubu je potravně

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

závislých 120 dalších druhů), strom je **základem potravní pyramidy** suchozemských společenstev Země.

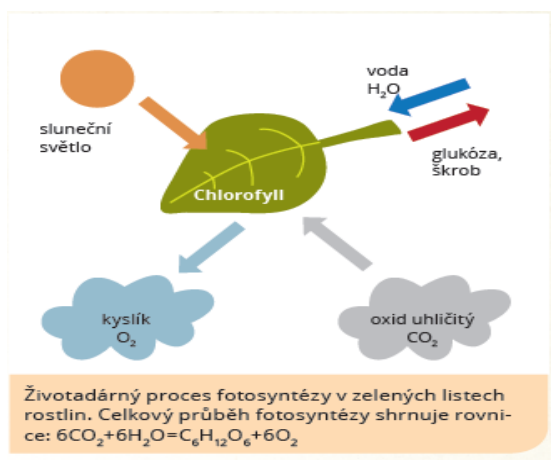
Potravní pyramida



Obrázek 10: STROMY (tvořící 90 % zelené biomasy souší) jsou nosným prvkem potravní pyramidy.

Zdroj: Getz V., Prahofer G., 2019

6. **Strom produkuje kyslík a jednoduché cukry** (fotosyntézou za využití sluneční energie váže uhlík z oxidu uhličitého) a také průduchy dýchá (vydechuje CO_2 a vodu - páru, jako živočich) a staví své tělo.



Obrázek 11: Proces fotosyntézy. Zdroj: Getz V., Prahofer G., 2019

7. **Strom zadržuje vodu, kterou pak odpařuje** - ve svém těle zadrží velký strom i několik tisíc litrů vody, ale drobnými kořínky vytváří i podmínky v půdě, kde se váže další voda, při vydechování vypouští (průduchy) páru, kterou ochlazuje sebe i své okolí – pod stromem je v létě chladněji
8. **Strom chrání před větrem, hlukem a smogem** - stromy u silnic chrání před hlukem a svými listy pohlcují prach a toxické látky, stromy brání silným větrům – slouží jako větrolamy v polích
9. **Strom je krásný - estetický a krajinotvorný prvek**, který malují malíři, opěvují básníci, popisují historikové a my jako návštěvníci - turisté rádi chodíme do míst kde jsou stromy a lesy
10. **Strom je cenná nemovitost** – mít strom a užívat jeho služby je neocenitelné, jeden velký strom stojí 1 mil. Korun – kdyby se vyčíslily všechny výše uvedené funkce

I. STUPEŇ (3.-5. třída) v bloku Člověk a svět:

Pomůcky a příprava

- promítnutý /nakreslený model stromu (z této metodiky)
- obrázkové symboly jednotlivých přírodních funkcí (dle metodiky)
- něco cenného ze stromu (přinesou si žáci, pedagog má připravených pár svých artefaktů, např. opadanka ve skleničce, mrtvé dřevo z mechem, jablko, atp.)
- obrázky: rozmanitých hub/ zvířat obývajících strom/ strom i s kořenovým systémem/ rozkvetlá jabloň/ malby či jiná výtvarná zobrazení krásy stromů
- rostlina a plastový pytlík
- čerstvé jehličí nebo jiné voňavé části stromů

PŘÍPRAVNÉ AKTIVITY: Žáci si přinesou do hodiny něco cenného ze stromu, položí to učiteli na katedru a ten pak artefakty používá, pro doplnění výkladu o přírodních funkcích stromu.

Postup:

- Vysvětlíme žákům, že následující hodinu se budeme zajímat o tak běžné „věci“ jako je strom, které my, společnost, nutně potřebujeme od nepaměti proto, abychom mohli přežít. „ bez stromů není život“ - KDE STROMY VYMŘELY – VYMŘELY I LIDSKÉ CIVILIZACE !
- V hodině probíráme s žáky postupně funkce stromu 1-10, viz aktivity níže. Dále pedagog pracuje s posterem, na kterém je obrázek stromu - postupně na něj připevňuje symboly jednotlivých funkcí, vždy po té, co si je vysvětlíme.

1. Strome jen se chlub, kolik živíš hub.

Houby (můžeme zapsat): _____

Aktivita: žáci jmenují druhy hub pod stromy v lese, pedagog je píše na tabuli, může pracovat s předem připravenými obrázky známých hub, ale i méně známých zajímavých druhů (žáci vidí obrovskou pestrost)... poté doplní o lesní plody (...také spoustu bobulí, co do pusy se nakulí)

plody: _____

2. Tvé kořeny v hloubce propleteny, před odnosem chrání a provzdušňují zemi.

Aktivita: děti uvádí příklady ze života – kdy viděly kořeny stromů ve skále, u okraje cesty nebo že někde déšť vzal hodně půdy, pedagog pak pracuje s obrázkem stromu i s jeho kořenovým systémem – jak hluboko a daleko sahá, až k sousedním stromům – drží půdu mezi kořeny, aby jí neodnesla voda.

3. A bez tvého dřeva seděl bych teď na zemi, nejspíš ani postel neměl bych už, zdá se mi.

Aktivita: Co všechno by v naší třídě/ v naší škole/ u nás doma, nebylo – zmizelo, kdyby nebylo dřevo ze stromů/ stromy? (střechy domů, nábytek, židle, sešity, kapesníčky,...).



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

4. A kdo všechno v tobě bydlí,

zvířata: _____, ti tě mají za obydlí.

Aktivita: žáci jmenují jaká zvířata žijící ve/na stromě znají, pedagog píše na tabuli a ideálně pracuje i s obrázky zvířátek.

5. Kolik se nás z tvé náruče živí, spočítej to! To se člověk diví.

Aktivita: žáci jmenují, kdo všechno se živí ze stromu, pak společně sečteme.

6. Strome ty jsi velký, dýcháš tam a zpět pára z tvój pusy, ochlazuje svět.

Aktivita: pokus - na květináč s rostlinou dáme na chvilku igelitový pytlík, orosí se – vodní pára, mikroskopem můžeme pozorovat průduchy na listu.

7. A ten kyslík, co se v našich tělech ztrácí, tvá koruna hbitě, k dýchání nám vrací.

Aktivita: Vzpomenete si, jak se vám dýchá v lese? Jaký je vzduch v lese a jaký ve městě (u silnice)? V lese se nám dýchá dobře.

8. Jak je krásné ticho v lese, opodál silnice, kde můžeme dýchat voňavé silice.

Aktivita: společná relaxace „ na chvíli v lese“ : děti si zavrou oči a můžou si položit hlavu na lavici a pedagog čte: představte si „ že je krásný slunečný den, přicházíte do lesa, kde na mechu tančí paprsky slunce, ještě slyšíte z dálky tlumený zvuk aut z nedaleké silnice, ale jak jdete do lesa hlouběji a hlouběji, najednou se všude rozléhá krásné ticho, jen stromy šumí pod vlnkami lehkého vánku a ptáci zpívají své jemné písně, chvíli si lehnete pod strom a jen tak posloucháte...pak se probudíte, posadíte se a zhluboka se nadechnete ... pedagog pak rozdá každému trochu jehličí a žáci mají za úkol je pomnout v ruce nebo roztrhnout a zhluboka se nadechnout...les voní!

Stromy u silnic chrání před hlukem a svými listy pohlcují prach a toxické látky, stromy brání silným větrům – slouží jako větrolamy v polích...hledáme společně příklady, které z okolí známe...

9. A co pak teprve, jak moje srdce jásá, když oblaží mou duši (mé oči) nesmírná tvá krása.

Aktivita: Obrázek např. rozkvetené jabloně, jako příklad nesmírné krásy, kterou stromy mají. Nebo obrázky stromů z maleb – umělcům se stromy taky líbí a často je malují, básníci je opěvují a my jako návštěvníci - turisté rádi chodíme do míst, kde jsou stromy a lesy... žáci jmenují, kam rádi chodí... ZAZPÍVÁME SI HYMNU „V sadě stkví se jara květ - zemský ráj to na pohled!“

Úkol na doma vyfotit strom, který mám rád a sdílet ho se třídou – na nějaké platformě, kterou žáci používají, ideálně i s popiskem/s příběhem, kde roste atp. nebo ho představí spolužákům na další hodině.

10. A tak jsi, strome, oblečený v listí nebo v zimě nahý, víc než by se zdálo, kamarád můj drahý.

Aktivita: řekli jsme si, co všechno stromy pro nás a pro přírodu dělají – společně to zopakujeme. Kdyby to nedělaly zadarmo, kolik myslíte, že bychom jim za to museli platit? Kolik by stál jeden velký strom



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

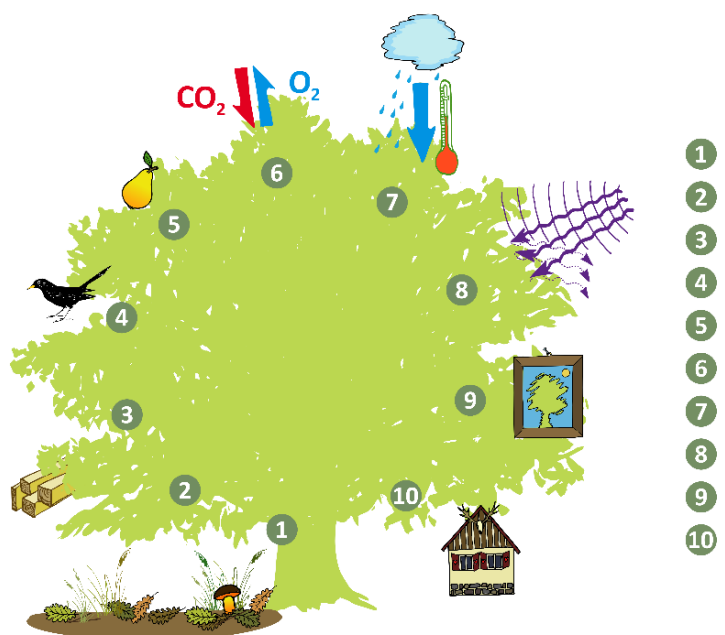
s tím vším, co umí? Žáci se snaží pojmenovat, co kolik stojí: 100 kg žaludů, 100 kg jablek, 1 tuna dřeva, 1 tuna kyslíku ...

Mít strom a užívat jeho služby je neocenitelné, kdyby se vyčísly všechny výše uvedené funkce, jeden velký strom bude stát I NEUVĚŘITELNÝ 1 000 000 Kč.

NÁVAZNÉ AKTIVITY: S žáky se vypravíme ven do lesa a na vlastní oči zkoumáme, pozorujeme a opakujeme, co stromy všechno poskytují, dle toho, co jsme se naučili ve třídě (hledáme houby, pozorujeme zvířata, hledáme stopy po požírání, posloucháme, čicháme, dýcháme, hrabeme v zemi hledáme zvířátka a kořeny...). „Co tady je a na náměstí to nenajdu?“

Doplňujeme jednotlivé funkce stromu dle obrázku:

Strom a jeho funkce



Obrázek 13: Strom a jeho funkce. Ilustrace: Josef Vaníček

I. STUPEŇ VÝTVARNÁ VÝCHOVA (3.-5. třída)

Pomůcky a příprava

- čtvrtky/ papíry (A4 nebo A3)
- barvy nebo tužky (dle probírané techniky)
- promítnutý /nakreslený model stromu (z metodiky)
- obrázkové symboly jednotlivých přírodních funkcí (dle metodiky)

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Kreslíme strom na papír - vodovkami, tužkou (dle probírané techniky). **Každý si kreslí svůj oblíbený strom – může i podle předlohy (viz fotka mého oblíbeného stromu).** Úkolem je na obrázku zachytit co nejvíce věcí, které pro nás a pro přírodu strom dělá – nebo alespoň některé, dle věku dětí. Obrázky pak vyvěsíme ve třídě a uděláme si společnou kontrolu, jestli jsme na něco důležitého nezapomněli - nemusí být na každém obrázku všechno, ale zkontrolujeme, jestli všechny obrázky dohromady obsahují všechny přírodní funkce stromu, jak jsme si je pojmenovali. Ke kontrole použijeme OBRÁZEK - poster a symboly jednotlivých funkcí.

Obrázek 14: Demonstrace projektu na veřejnosti, Hodonín 2020.



K zamyšlení: Jak dlouho strom roste, než je velký? Jak dlouho budeme čekat, když pokácíme velký strom, než nám nový doroste podobné velikosti? Strom do své velikosti roste dlouho, mnoho let (dle druhu) mnoho stromů žije déle než lidé...S tím, co pro nás stromy dělají a jak dlouho rostou, bychom si měli pořádně rozmyslet, než se nějaký rozhodneme pokácet.

II. STUPEŇ (6.- 7. třída) přírodopis, fyzika, chemie

POMŮCKY

- nastříhané texty k jednotlivým ekosystémovým funkcím stromu (viz průvodní text k metodice) děti je dostanou skupiny
- PROMÍTANÝ/nakreslený model stromu na posteru
- obrázkové symboly jednotlivých přírodních funkcí
- něco cenného ze stromu (přinesou si žáci, pedagog má připravených pár svých artefaktů, např. opadanka ve skleničce, mrtvé dřevo z mechem, jablko, atp.)
- další materiály na přípravu prezentace – flipchartové papíry a fixy, nůžky, lepenka atp.

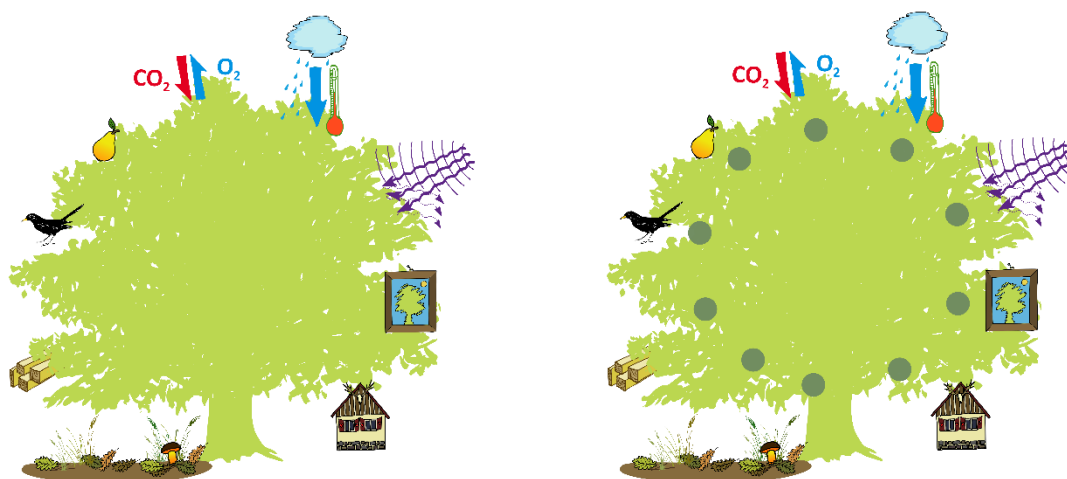
POSTUP:

V hodině probíráme s dětmi postupně funkce STROMU 1-10. Žáci přicházejí k PROMÍTANÉMU/nakreslenému modelu stromu na posteru a přiřazují k němu ES – které vysvětlují:

1. **Příznivé klima a živiny pro růst hub** (jedlých i nejedlých – jen málo hub roste na loukách, potřebují soužití se stromy- houby jsou vázané přímo na kořeny stromů - symbiosa ...) a dále vytváří polostín a přiměřené vlhko pro růst **lesních rostlin**– borůvky, maliny.... děti *jmenují druhy hub a rostlin pod stromy v lese*)

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

2. **Strom spoluvytváří a chrání půdu** – drobnými kořínky narušuje podloží na drobné částčky a opadem listů, větví vytváří humus, humus a podloží jsou základní složky půdy, kořeny půdu drží proti větrné a vodní erozi – smyvu. – děti uvádí příklady ze života – kdy viděli erozi, kořeny stromů ve skále...
3. **Stromy poskytují dřevo** – stavební materiál va střechy domů, na nábytek ... děti jmenují příklady
4. **Prostředí pro živočichy – ptáků** (hnízdění, úkryt, potrava) a **dalších živočichů** (potrava, úkryt) veverka, plh, brouci, netopýři... *děti jmenují a říkají, co těm živočichům strom poskytuje*
5. **Strom je potrava** (fotosyntézou a metabolickými procesy staví své tělo) - rostlina roste a vytváří mohutné tělo – strom, který žije i několik století – a tento strom a jeho plody slouží jako potrava dalším houbám, řasám, lišejníkům, rostlinám (mechy) a živočichům (na dubu je potravně závislých 120 dalších druhů – jmenujte některé živočichy, které se přímo živí dubem (hmyz, býložravce, ...)
6. **Strom dělá, jako každá rostlina z vody a oxidu uhličitého** - kyslík a jednoduché cukry (fotosyntéza) a také průduchy dýchá (vydechuje CO₂ a vodu - páru, jako živočich) a staví své tělo - *dáme chvíli na květináč s rostlinou igelitový pytlík – orosí se – vodní pára, pozorujeme mikroskopem průduchy*
7. **Strom chrání před větrem , hlukem a smogem** - stromy u silnic chrání před hlukem a svými listy pohlcuje prach a toxické látky, stromy brání silným větrům – slouží jako větrolamy v polích - děti jmenují příklady
8. **Strom zadržuje vodu a dělá páru** - ve svém těle zadrží velký strom i několik tisíc litrů vody, ale drobnými kořínky vytváří i podmínky v půdě, kde se váže další voda, při vydechování vypouští (průduchy) páru, kterou ochlazuje okolí – pod stromem je v létě chladněji – děti mohou měřit teploměrem (viz kap. Klima)
9. **Strom je krásný - estetický a krajintvorný prvek**, který malují malíři, opěvují básníci, popisují historikové a my jako návštěvníci - turisté rádi chodíme do míst kde jsou stromy a lesy... děti jmenují
10. **Strom je cenná nemovitost** – mít strom a užívat jeho služby je neocenitelné, jeden velký strom stojí 1 mil. Korun – kdyby se vyčíslily všechny výše uvedené funkce – *dědi se snaží pojmenovat co kolik stojí, 100 kg žaludů, 100 kg jablek, 1 tuna dřeva, 1 tuna kyslíku*



Obrázek 15: Strom a jeho funkce. Ilustrace: Josef Vaníček

Žáci POTÉ (NEBO ZA DOMÁCÍ ÚKOL) pracují ve skupinkách po dvou až třech – každá skupinka si vylosuje **text s popisem jedné přírodní/ekosystémové funkce stromu** (viz průvodní text

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

k pracovnímu listu). Žáci mají za úkol ve stanoveném čase zpracovat informace/fakta v textu tak, aby je dokázali prezentovat spolužákům co nejzábavnější/nejpoutavější formou. Něco jako reklama na to, co strom poskytuje. Žáci mohou v průběhu přípravy požádat „konzultanta“ pedagoga, aby jim doplnil potřebné informace, dovysvětlil text, případně si dohledat informace na internetu (ideálně pak ověřit s pedagogem). **Cílem je vytvořit poutavou a informačně hutnou prezentaci o vylosované přírodní funkci, ale v délce max. 5 min.** Vítány jsou divadelní a případně výtvarné prostředky, kreativě se meze nekladou! K dispozici jsou flipchartové papíry a barvy, cenné artefakty ze stromu, které si žáci donesli, nůžky, lepenka atp.

Po každé prezentaci pedagog ověří, zda posluchači chytli hlavní sdělení „reklamy na ekosystémovou funkci stromu“. Doplní a prohloubí potřebné informace a souvislosti (může využít i některé aktivity navržené pro první stupeň, pokud mu přijdou vhodné). Po všech prezentacích osvětlí, že všechny funkce se nazývají ekosystémové, protože přispívají k fungování ekosystému. Vysvětlí, co je to ekosystém, proč jsou pro nás ekosystémy důležité. Co se děje, když přestanou fungovat. Proč je pro nás zachování stromů a lesů tak důležité.

Pokusí se s žáky odhadnout cenu jednoho velkého stromu, pokud bychom ocenily všechny jeho ekosystémové služby.

K zamyšlení: Jak dlouho strom roste, než je velký? Jak dlouho budeme čekat, když pokácíme velký strom, než nám nový doroste podobné velikosti? Strom do své velikosti roste dlouho, mnoho let (dle druhu) mnoho stromů žije déle než lidé...S tím, co pro nás stromy dělají a jak dlouho rostou, bychom si měli pořádně rozmyslet, než se nějaký rozhodneme pokácet.

I. STUPEŇ VÝTVARNÁ VÝCHOVA (6.-7.třída)

Pomůcky:

- čtvrtky/ papíry (A4 nebo A3)
- barvy nebo tužky (dle probírané techniky)

Žáci mají za úkol na A3 čtvrtku znázornit graficky/symbolicky vybranou ekosystémovou funkci stromu, vyberou si jí sami, dle chuti/zájmu - pracují každý sám, pokud ale chtějí, mohou vytvořit i „výtvarné skupiny“. Výtvarné práce jsou použity pro **výstavu ve společných prostorech školy a cílem je formou obrázků komunikovat význam stromů pro náš svět i ostatním třídám.** Pro propojení s živými stromy může třída zkusit také **malbu stromu přímo v plenéru** (min. fa A3) – i tyto práce mohou být pak zahrnuty do stromové výstavy.

Shrnutí a zpětná vazba

Děti rozumí významu přírody - na modelu stromu - jako producenta přírodních statků a dalších služeb, které poskytuje, seznámí se s pojmy ekosystém a ekosystémová služba (funkce), a dokáží popsat postup (případně i aplikovat - uvést příklad) jak je možné ocenit ekosystémovou službu - přiřadit jí možnou ekonomickou hodnotu. Děti umí ve svém dalším **rozhodování vidět i jiné než přímé tržní ekonomické hodnoty přírodnin (produktů, ploch).**



II. Půda a její přírodní (ekosystémové) funkce

V jednodušší formě (přírodní) - pro I. stupeň 4., 5. ročník ve vzdělávací oblasti:

Člověk a jeho svět (navazuje na předešlé téma), Člověk a svět práce- pěstitelské práce, Environmentální výchova jako průřezové téma

S výklady pojmů (ekosystémové) - pro II. stupeň 6.-7. ročník v předmětu:

- výtvarná výchova spolu se společenskou vědou
- přírodopis, fyzika- chemie

Cíle programu:

po probrání tématu žáci prvního stupně:

- vnímají přírodu jako společenství živých a neživých částí, jenž při vhodných podmínkách dokáže poskytovat člověku služby a produkty (nejen plody), které potřebujeme k životu,
- dokáží vysvětlit význam půdy jakou součást přírody (proč je důležitá – pro zadržování vody, růst rostlin a pěstování plodin), máme zdarma, ale musíme se o ní starat – a říci si, jakým způsobem
- rozumí tomu, že příroda (půda) tyto služby poskytuje zdarma, ale musíme o ni pečovat, aby půda, a v ní rostliny a voda, mohla dobře fungovat (práce s dešťovou vodou ze střech, práce s kompostem z rostlinných zbytků).

žáci druhého stupně:

- rozumí významu přírody jako producenta přírodních statků a dalších služeb, které poskytuje,
- vysvětlí pojmy ekosystém a ekosystémová služba (funkce),
- popíší, jaké typy funkcí (služeb) nám ekosystémy – na příkladu půdy - poskytují a proč jsou důležité,
- dokáží popsat postup – na příkladu půdy - jak je možné ocenit ekosystémovou službu - z čeho lze počítat její širší ekonomickou hodnotu.

Popis hodiny

Průvodní text k pracovnímu listu:

(úvodní text – výklad před praktickým cvičením na pracovním listu).

Přestože je půda obvykle vnímána pouze jako “substrát pro pěstování” rostlin (a tedy zejména produkci potravin), současně tato životadárná (a v pravém smyslu slova sama oživená půdními živočichy, tedy živá) substance plní celou řadu dalších funkcí a poskytuje tím také lidem velmi důležité ekosystémové služby. Zdravá půda kypí životem, od rozmanitosti mikroskopických organismů až po menší savce. Komplexní vzájemné vztahy rostlin s faunou a půdou nám poskytují potravu, surovino jako dřevo a textilní vlákna, čistou vodu, čistý vzduch, regulaci klimatu, výrobní procesy bez syntetických chemických látek a mohou dokonce poskytovat léky na mnoho nemocí.

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Co je to půda?

Půda je komplexní, dynamická a živá hmota, kterou lze považovat za živoucí kůži Země. Skládá se z minerálních a organických složek a také ze vzduchu a vody. Pokud budeme mluvit obecně, minerální část se skládá z částic, jako je písek nebo jíl, obsahující různé chemické složky, zatímco organické složky pocházejí z živých organismů – rostlin, bakterií, hub, živočichů a jejich zbytků.

Půda je důležitým zdrojem biologické rozmanitosti. V půdě se vyskytuje zhruba čtvrtina až třetina všech organismů (půdní organismy označujeme souhrnně jako edafon). Do biologické rozmanitosti půdy můžeme řadit organismy sahající od mikroskopicky malých bakterií a hlístic, po chvostoskoky, roztoče, stonožky, žížaly, krtky a myši. Každá z těchto skupin je druhově bohatá.

Funkce půdy a koncept ekosystémových služeb

Koncept půdních funkcí se objevil v evropské vědecké komunitě začátkem 70. let a byl přijat/převzat pro přípravu Směrnice o půdě EU. Zahrnuje sedm klíčových půdních funkcí (Stolte a kol., 2015):

- Produkce biomasy, včetně zemědělství a lesnictví
- Uchování a přeměna živin, látek a vody
- Nabídka stanovišť, prostoru pro druhovou a genetickou biodiverzitu
- Fyzické a kulturní prostředí pro člověka a lidské činnosti
- Zdroj surovin
- Úložiště a výměník uhlíku
- Archiv geologického a archeologického dědictví

Produkce potravních zdrojů

Zemědělsky obhospodařovaná krajina s ornou půdou je odjakživa vnímána a využívána jako zdroj surovin pro výrobu potravin a krmiv pro hospodářská zvířata. Její ekonomické hodnocení je založeno na potenciálu produkce, kdy cenu udává přímý užitek pro člověka. Zemědělství, jehož základem je právě úrodná půda, je doposud jedinou známou a po tisíce let osvědčenou metodou pro získávání potravin k pokrytí požadavků lidské populace. Objem vyprodukovaných potravin se odvíjí od technologií použitých při pěstování rostlin, stavu půdy, na které se hospodáří a klimatické oblasti.

Další funkce zemědělské půdy

Mimoprodukční funkce půdy jsou základem ekosystémových služeb, které jsou naprosto nezbytné pro samotnou produkční funkci půdy. Společnost je považuje za samozřejmé a ve svém hodnotovém systému je zcela opomíjí. Význam a podpora těchto služeb, s výjimkou protierozní funkce, není prakticky uvažována ani při výpočtu plateb zemědělských dotací.

Jedná se zejména o:



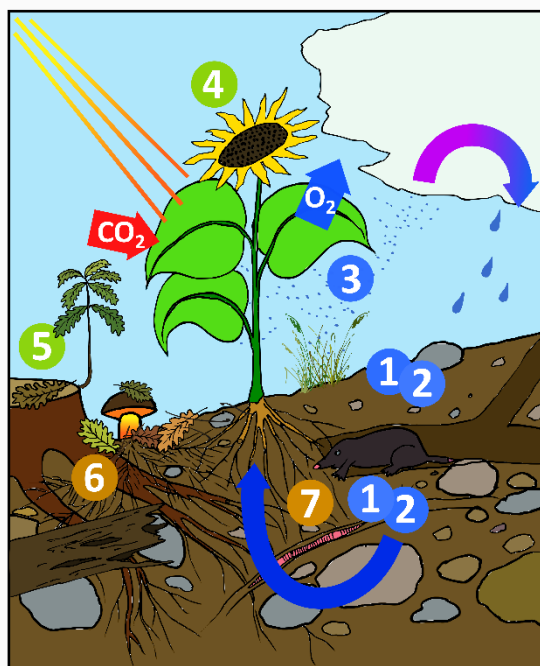
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

- **vsakování a zadržování vody v půdě** (doplňování zásob podzemní vody, omezení a zpomalení povrchového odtoku); čištění (filtraci) vody (obohacení vody o min. látky, úprava pH, zachycení kontaminantů); zadržování a akumulaci vody (1 ha hluboké černozemě může akumulovat až 3500 m³ vody!),
- **ukládání živin** (např. N, P, K, Mg, jako zásobu pro rostliny a současně ochranu vodních toků před eutrofizací),
- **transportní, transformační a asanační funkce** (umožňuje přeměnu látek – rozklad a mineralizace organických látek, jejich syntéza na humusové formy...),
- **uhlíkový sklad** (prostor pro uložení organických uhlíkatých látek vzniklých z CO₂ odčerpaného rostlinami z atmosféry),
- **zmírňování teplotních extrémů, vliv na (mikro)klima** (podpora výměny energie – odpařováním vody přímo nebo rostlinami dochází při využívání sluneční energie a fotosyntéze rostlinami, což pomáhá krajinu ochlazovat).

Obrázek 16: Schéma půdních ekosystémových služeb (učitel je může zobrazit dataprojektorem na tabuli). Ilustrace Josef Vaníček



Regulační služby

- 1 zadržování a čištění vody
- 2 regulace odtoku a eroze
- 3 regulace místního klimatu

Zásobovací služby

- 4 potravní zdroje
- 5 stavební materiály

Podpůrné služby

- 6 koloběh živin
- 7 prostředí pro půdní organismy

Významnými ději, které se podílejí na naplňování těchto funkcí a poskytování půdních ekosystémových služeb, je koloběh vody a živin:

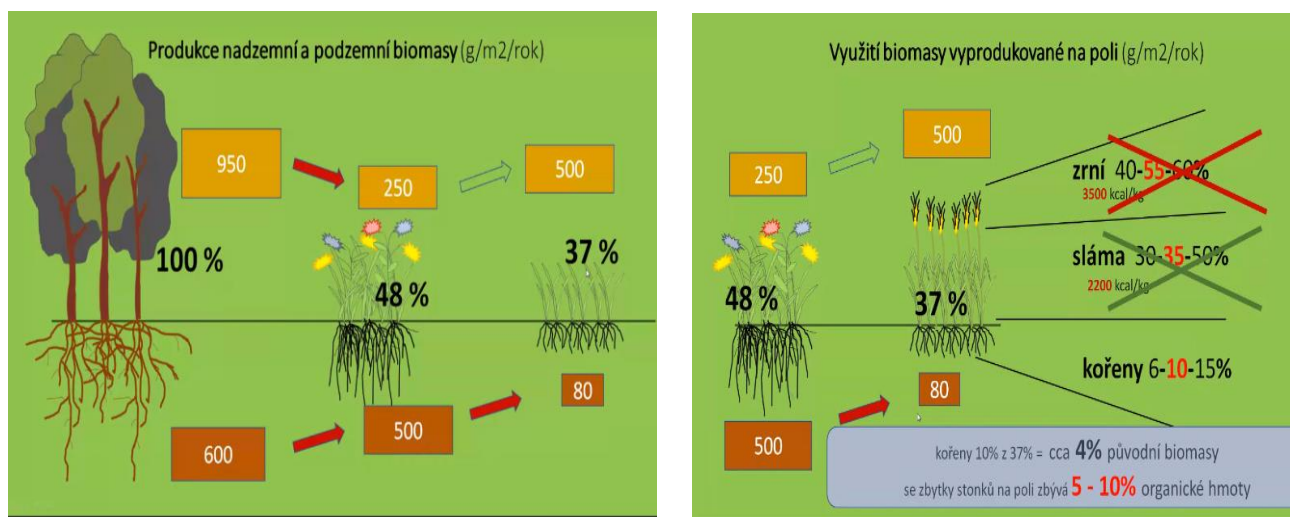
- **koloběh vody:** pro množství vody, které může půda zachytit a zadržet, do jaké míry ji čistí a jak může tato voda vyživovat rostliny atd. je klíčová **půdní struktura** (uspořádání částic a pórů v půdě).
- **koloběh živin:** jaké množství organických složek půdy, tj. uhlíku, dusíku a fosforu, se v půdě zachycuje, přeměňuje a ukládá a ukládá je určeno schopností půdních organismů transformovat vstupující rostlinnou biomasu na půdní organickou hmotu, což souvisí také se strukturou půdy. Koloběh živin má klíčový význam pro produkci potravin a

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

roslinných vláken, je samotnou podstatu dobře fungujícího systému, který nám následně poskytuje výše uvedené ekosystémové služby.

Půda a voda v krajině

Největší množství vody v krajině zachytává půda – čím je půda úrodnější (kvalitnější s dostatkem organické hmoty a z ní vznikajícího humusu), tím zadrží více vody a přispěje k ochlazení krajiny. Jednou z ekologických funkcí půdy je zadržení a akumulace vody. Pokud je půda v dobrém stavu, účinně reguluje odtok vody z krajiny. Půdu si můžeme představit jako houbu na mytí. Když houbu ponoříme do vody, všechny její póry se postupně zaplní vodou (je satureována) a rychlost, jakou se houba nasákne, bude záviset na velikosti pórů. Pokud houbu vytáhneme, odteče voda z velkých pórů (gravitační voda), ale voda zadržovaná kapilárními a adhezními silami se v houbě zadrží a část pórů se zaplní vzduchem. To, kolik houba zadrží vody, charakterizuje její retenční kapacitu a závisí na podílu jemných pórů a velikosti houby. Schopnost **půdy zadržovat vodu** je zčásti závislá na fyzikálních a chemických vlastnostech půdního substrátu, avšak je **také významnou měrou ovlivněna obsahem organické hmoty v půdě** a schopností půdních organismů transformovat vstupující rostlinnou biomasu na půdní organickou hmotu. Jak obsah organické hmoty, tak i biologická aktivita patří mezi faktory, které člověk může svou činností ovlivnit v relativně krátkém časovém úseku a může být účinným prostředkem pro obnovení funkce krajiny. Zlepšování kvality půd prostřednictvím zvyšování obsahu a kvality organické hmoty v půdě a zvyšování diverzity a početnosti edafonu by mělo být prioritou při ochraně a tvorbě krajiny. Zemědělská půda má tedy zásadní potenciál zadržovat vodu v krajině.



Obrázek 17: Produkce organické hmoty – biomasy lesem, loukou a polem, kde je jí nejméně. Na poli se většina organické hmoty, čili půda na poli je čím dál chudší na přirozené zdroje uhlíku, dusíku aj. a musí být nahrazena umělými hnojivy, které ekosystému jako celku škodí (zdroj schémat B.Moldan, se svolením autora, 2018).

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

Ochrana půdy a jejích funkcí

Pokud nebudeme podporovat zachování a **obnovu mimoprodukčních funkcí půdy, tak dojde, a v podstatě už dochází, i k snižování samotné produkční funkce**. Garantem změn by měl být stát, který může definovat podmínky pro výplatu dotací na ornou půdu, tak, aby omezil používání dusíkatých hnojiv v čisté minerální podobě. Např. definovat jasné a srozumitelné pravidlo: bude-li zemědělec čerpat finanční dotace a podpory na hospodaření, musí garantovat, že se do „jeho“ půdy dostává na **jeden díl průmyslového dusíku z hnojiv nejméně deset dílů organického uhlíku** (z kompostu, hnoje, nebo z rostlin, které doplňují během roku hlavní produkční plodinu jako zelené hnojivo či pro ochranu půdy - krycí plodiny, meziplodiny apod.).

Stávající systém ochrany orné půdy, který dnes hodnotí pouze produkční potenciál půd, je potřeba rozšířit o mimoprodukční funkce půdy a ty pak promítnout i do dotační politiky státu. Příkladem může být zemědělec, který při využití půdoochranných technologií sníží odtok vody z pozemku o 80 %, ale přitom se mu sníží čistý zisk o 15 %; zde je nutné ohodnotit, že tímto **hospodařením plní státu a veřejnosti významné ekosystémové služby** pro omezení dopadů klimatických změn, včetně prevence záplav, zmírnění dopadů sucha a celkově negativního stavu krajiny a jejích funkcí.

Dočasné **travní porosty na orné půdě umožňují regeneraci půdní úrodnosti** (obohacování o cca až 10 t/ha organické hmoty ročně, absence používání pesticidů, rozvoj života v půdě včetně žížal) a úsporu značného množství fosilní energie na výrobu dusíkatých hnojiv (fixace dusíku jetelovinami) a zpracování půdy (víceletost).

U trvalých travních porostů mezi nejvýznamnější mimoprodukční funkce patří omezení povrchového odtoku, vyšší infiltraci vody do půdy, čištění prosakující vody; funkce půdoochranná na sklonitých svazích a v ochranných pásech vodních toků; a funkce klimatická (ochlazování krajiny, ukládání uhlíku). Travní porosty jsou také prostředkem pro zvýšení pestrosti krajiny v místě, kde se jinak tyto porosty běžně nevyskytují – jako prostředí i zdroj obživy pro velké množství živočichů, zejména hmyzu a dalších členovců, dvouděložné rostliny jsou zdrojem potravy hmyzích opylovačů apod.

Vzhledem k těmto přínosům, je potřebné **změnit pohled na travní porosty, které byly v minulosti často považovány pouze za „nutné zlo“** a zdroj příjmů z dotací a dostatečně ocenit jejich skutečný význam v rámci ekosystémových služeb. Ke správnému hospodaření na travních porostech je však třeba více znalostí, než na obhospodařování orné půdy, proto je potřeba nezanedbávat v tomto směru ani vzdělávání (budoucích) zemědělců.



Půda a její přírodní (ekosystémové) funkce

Pomůcky k aktivitám s půdou:

- půda do květináčů z různých míst: (A) **píščitá** (málo organické složky) z města např. z krajnice chodníku, parkoviště; (B) **humózní** (tmavá, bohatá na organické složky) - z parku, zahrádky (8 + 8 litrů půdy tj. 2x necelý kýbl - pro cca 30 dětí).
- semena obilnin (ječmen, oves, ...) – jeden sáček 0,5l z obchodu – cca 30 Kč
- plastové květináče s dolní perforací objem 0,5 l (4 ks pro skupinu) a podmisky (4 ks pro skupinu) - květináče (nejlépe již použité) a podmisky žáci přinesou dle instrukcí z domova
- pravítko, tužka, papír

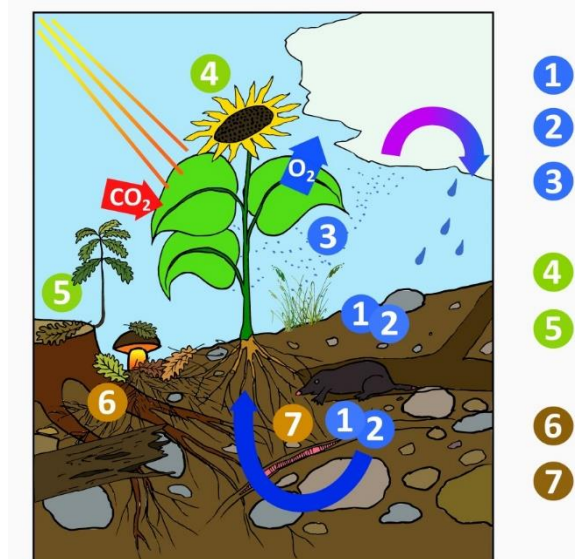
Postup:

Vysvětlíme žákům, že následující hodinu se budeme zajímat o tak běžné „věci“ jako je rostlina či půda, které my, společnost, nutně potřebujeme proto, abychom mohli přežít.

Na úvod, jako ukázkou jak může vypadat krajina podle toho, jakým způsobem se v ní hospodařilo v minulosti, promítneme obrázek různých ekosystémů s různou produkční funkcí půdy (píščito-šterkovité v pouštích, jílovité v lesích, černozemě v zemědělské krajině) – obývané polopouště (např. z Blízkého východu – Turecka, Sýrie,) lesa (např. z Ruska, střední Ameriky), zemědělské krajiny (střední Evropa i třeba střední Amerika, Čína).

Pozn: Žáci mohou případně také poslat (za domácí úkol) vhodné fotky z webu.

Dále pokračujeme následujícím obrázkovým schématem **půdních ES** (odkaz na předchozí téma): učitel je může zobrazit dataprojektorem na tabuli (ve formátu bez popisů – oříznutý obrázek) a děti (druhý stupeň – dle předešlého výkladu) popisují:



Snažíme se jim ukázat praktické úkoly, které dokazují služby půdy v běžné výuce různých předmětů: manipulace s půdou pro pokusy fyzika – průsak vs. eroze, biologie – pěstování

Téma II. Ekosystémové služby - je ekologie ekonomická ?

semen rostlin (květináč na okně), pozorování mikroorganismů (lupa). Postupujeme dvěma úkoly – myšlenkový a praktický, třídu rozdělíme do cca 4 členných skupin, kde se dělí o úkoly:

- 1) Půda ve 2 vzorcích: A – neúrodná, B – úrodná, ukážeme žákům její vzhled, strukturu.
 - 2) Žáci **ve skupinách navrhuji (píší), jaké by mohla plnit zejména služby** a co by na ní vysázeli ve městě (městská zeleň, trávník, růže), v údolí (úživná půda - pole zeleniny, sad, kukuřici?) na svahu (sad, travní porost, už ale ne kukuřici - eroze, strmý svah - les) - a proč ?
 - 3) Praktický pokus po skupinách s půdou A, B – do jaké míry půda plní vybrané ES?: *každá skupina si připraví 2 květináče vzorku A a 2 květináče vzorku B*
- A) vzorek – kde je málo humusu, hodně minerálního substrátu/štěrků (z ploch kde se hospodaří „průmyslově“, tj. velkoplošně obhospodařovaná pole bez organického hnojení - narušená struktura půdy, nízký obsah organických látek),
- B) vzorek – ze zahrady, tmavá půda hnojená organicky, vylepšená kompostem apod.

Průběh: měříme alespoň 2 ekosystémové služby:

- 1) **zadržování vody** - do plastových květináčů (perforované dno) nalejeme na suchou půdu 1-2 dl vody. Pod každý vzorek A a B umístíme misku a změříme, kolik vody se zachytilo v půdě či oteklo (změříme výšku hladiny v misce pomocí pravítka) a za jak dlouhou dobu. Výsledky si žáci zaznamenávají. Měříme také, jak dlouho trvá, než půda opět vyschne (počet dnů). Pokus opakujeme 1-2x, výsledky se mohou změnit, jak se půda v kelímku vlivem protékající vody „usadí“. O výsledcích pak společně diskutujeme.
- 2) **zdroj života - květináče s vlhkou půdou** (odkaz na předchozí pokus) **necháme 14 dní zalité na okně a pozorujeme** - v kelímcích pravděpodobně začnou klíčit semena (projev minulého obhospodařování a semenné zásoby v půdě) – počet vzešlých rostlin můžeme také porovnat. Dále po ukončení pokusu s vodou můžeme sledovat, kolik dnů samovolně vyrostlé rostliny přežijí ze zachycené půdní vody např. na okně bez dalšího přísunu vody, než začnou vadnout, popř. uschnou.
- 3) **růst plodin** - do dalších dvou květináčů se vzorkem A a B půdy (ze zahrady) zasadíme např. pšenici nebo ječmen a po 3-4 týdnech porovnáme vitalitu a velikost rostlin se stejnou péčí a stanovištěm (na okně, ve školní zahradě...). Nehnojená půda z velkoplošně obhospodařovaného pole by měla poskytovat horší podmínky pro růst než na organické látky bohatá půda ze zahrady... potud teorie, praxe se vyjeví během pokusu. Případně lze pokus doplnit o variantu, kdy v dalším květináči bude půda z velkoplošně obhospodařovaného pole smíchána s hnojem nebo kompostem.

Shrnutí

Po probrání tématu žáci: rozumí významu přírody jako producenta přírodních statků a dalších služeb, které poskytuje, umí popsat jaké typy funkcí (služeb) nám ekosystémy – na příkladu půdy - poskytují a proč jsou důležité, dokáží popsat postup na příkladu půdy, jak je možné ocenit ekosystémovou službu půdy – např. půda je důležitá pro dobrý růst rostlin – a rostliny jsou zdrojem potravy.

