

Projekt BioLearn

Příručka: seminář pro učitele

Obsah

1 Úvod	3
2 O Biomimikry	5
3 Biomimikry ve vzdělávání	9
4 Praktický přístup	12
6 Klíčové pojmy Biomimikry	15
6 Představujeme moduly BioLearn	18
7 Organizace semináře pro učitele	25
8 BioLearn – vyhodnocení semináře	27

1 Úvod

Cílem projektu Biolearn je propagovat integraci přístupu biomimikry ve formálním a neformálním vzdělávání pro věkovou skupinu 12 – 16 let. Za tímto účelem vytvořili partnerské země 22 modulů v 5-ti jazycích, které jsou dostupné na webových stránkách projektu (<https://biolearn.eu/>).

Tato příručka byla vyvinuta speciálně pro školitele a pomůže jim realizovat efektivní školení učitelů, s cílem představit biomimikry jako takové, metodiku BioLearn a také způsob práce se samostatnými moduly. Příručka pomůže každému, kdo chce získat představu o tom, jak pracovat s konceptem biomimikry ve výuce.

Jak nás může příroda inspirovat?

Život na Zemi se vyvinul během 3,8 miliard let do udržitelného modelu. Příroda efektivně recykluje odpad, používá obnovitelnou energii ze Slunce, je pružná při náhlých změnách, časem se dokáže adaptovat na nové podmínky a sama se reguluje skrze cyklickou zpětnou vazbu. Co kdybychom mohli použít funkční principy z přírody k tomu, abychom přehodnotili, jak žijeme jako lidstvo? Rozvíjet se bez poškozování přírodních ekosystémů, na kterých závisí naše přežití? To je podstatou biomimikry – učení se od přírody.

Učení inspirované přírodou nás vezme na cestu objevování principů, které z přírody vytvářejí vzor pro udržitelnost. Nabízí příležitost zkoumat, jak mohou tyto principy pomoci řešit některé z největších problémů, kterým lidstvo v současnosti čelí: například klimatickou změnu, množství odpadu a znečištění. Na závěr povzbuzuje žáky, aby aplikovali nové znalosti k vytvoření reálných a funkčních řešení.

Předměty – jak se dají biomimikry začlenit do vyučování?

Vzdělávací koncept STE(A)M (důraz na přírodní vědy, techniku, umění a matematiku) nabízí ideální základy pro implementaci biomimikry – učení se od přírody. Biologie nás například učí o cyklu živin v lese a může nám pomoci vidět, jak mohou technické složky cirkulovat v produktovém designu. Fyzika demonstruje využití sil na redukci použité energie. Technika může použít přírodní vědu na budování nových produktů, procesů a systémů, které elegantně zrcadlí udržitelnost přírody. Více o tomto tématu: STE(A)M vzdělávání na s. 11.

Kdykoliv se procházíme přírodou, můžeme pozorovat, jak funguje. Když se podíváme blíže, vidíme, že ty samé principy se opakují znovu a znovu; jsou to základní principy fungování, které umožňují přírodě být udržitelnou. To nazýváme učením inspirovaným přírodou.

Žáci díky konceptu biomimikry zjistí, že příroda je učitelkou, nabízející nápady, které mohou být inspirací pro budovy či materiály, které nezatěžují přírodu. Učení založené na otázce „Jak to dělá příroda?“ se dá využít na podporu inspirace a stimulace jejich touhy po poznání.

Biomimikry: co to znamená?

Existuje několik pojmů, které popisují nebo souvisí s učením se od přírody a s inovacemi inspirovanými přírodou. Více info v Slovníku (Glossary) na <https://biolearn.eu/>

- Bio-inspirované
- Vycházejí z biologického základu
- Učení se od přírody
- Bionika
- Biomimetika

Pozadí

V pozdních 90. letech se v USA objevil revoluční koncept biomimikry, představený vědkyní, spisovatelkou a inovativní myslitelkou Janine Benyus. Ve své knize „Biomimikry“ zformulovala vizi budoucnosti, podle které bude pro lidstvo lepší, když při řešení problémů dokáže napodobňovat přírodu, která v procesu 3,8 miliard let evoluce vyřešila každý problém (jak stavět, jak dělat světlo, jak zahřívat, jak chladit, jak vést vodu, jak být zdravý, jak komunikovat...). Tato myšlenka se ukázala jako transformační a koncept biomimikry má na celém světě nejenom čím dál více stoupců, ale je zhmotněn do mnoha inovativních řešení v oblasti materiálů, bydlení, zdravotní péče a mnoha dalších.

Benyus v knize Biomimikry – Inovace inspirovaná přírodou uvádí devět principů, které řídí a určují, jak příroda funguje,

1. Příroda funguje ze slunečního světla
2. Příroda využívá pouze energii, kterou potřebuje
3. Příroda přizpůsobuje formu funkcí
4. Příroda vše recykluje
5. Příroda odměňuje spolupráci
6. Příroda se spoléhá na rozmanitost
7. Příroda vyžaduje místní odborné znalosti
8. Příroda vyžaduje rovnováhu
9. Příroda využívá sílu omezení

Více si o devíti principech přečtete na straně 7.

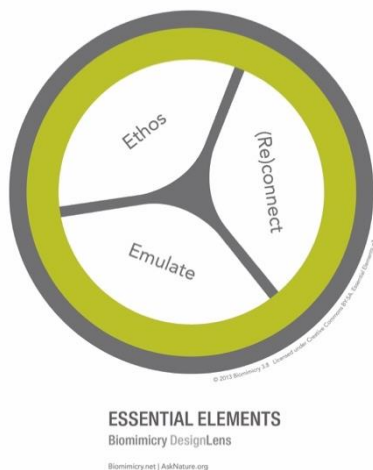
Pilíře projektu (BioLearn)

Projekt BioLearn pomáhá mladým lidem, aby přemýšleli o tom, v jaké podobě budoucnosti by rádi žili. Jak mohou k takové budoucnosti přispět? BioLearn povzbuzuje žáky, aby proměnili své nápady o lepším světě do reality. BioLearn konfrontuje tradiční představy o tom, jak se věci vyrábí, jak jsou řízené celé ekonomiky. BioLearn je o přehodnocení budoucnosti na budoucnost, která se již začíná odehrávat, protože mnohé společnosti jsou již přírodou fascinované a jsou dostatečně inovativní k tomu, aby vytvořily přírodou inspirovaný design.

2 O Biomimikrách

Biomimikry (z řeckých slov 'bios' - život, a 'mimesis' - imitovat) je inovativní přístup, který staví na předpokladu, že v přírodě najdeme inspirace pro udržitelný design na úrovni produktu, procesu či systému. Důležitou součástí přístupu jsou také etické principy.

Tento interdisciplinární přístup propojuje přírodu, biologii, design a technologii. Biomimikry obsahují tři základní prvky: Étos, (Znovu)spojení a Napodobení. **Étos** představuje etické záměry a vysvětluje základní principy proč a na jaké účely by se měly biomimikry používat. Étos reprezentuje náš respekt, zodpovědnost a vděčnost vůči jiným druhům a planetě Zemi, našemu domovu. Prvek **(znovu)spojení** přináší porozumění toho, že my lidé jsme zároveň přírodou. Podle Benyus jsou lidstvo a příroda často vnímané jako oddělené části. Účelem biomimiker je tyto části opět spojit. (Znovu)spojení je postup a myšlení, které zkoumá a prohlubuje tento vztah mezi lidmi a zbytkem přírody. Prvek **napodobení** vybírá z biomimiker to nejlepší: je o hledání udržitelných řešení pomocí porozumění principům, vzorům, strategiím a funkcím přírody.



Obrázek 1: Základní prvky biomimikry (asknature.org)

Institut biomimikry vytvořil několik nástrojů pro designéry nazvaných Biomimikry Designová lupa (Biomimicry DesignLens). Biomimikry se dá použít na třech různých úrovních: k navrhování produktů, procesů nebo celých systémů. Například; učit se od javorových semínek a ptáků ledňáčků jak nasměřovat přicházející vítr a vyřešit tak záhadný únik vzduchu (produkt). Učit se od korálnatců jak vytvářet barevné látky (proces). Anebo se učit z prérií, jak pěstovat potravu odolnými způsoby (systém).

Přírodou inspirované inovace v kontextu

Od doby, kdy lidé začali lovit, se učili od přírody (zamyslete se nad tvarem kopí – imituje ptačí zobák). Leonardo da Vinci strávil mnoho času pozorováním toho, jak funguje příroda a vytvářel obdivuhodné vynálezy založené na získané inspiraci. Pozoroval například, jak ptáci používají svá křídla ke vzletnutí a byl zvědavý, jestli bychom zvládli udělat to samé. Ačkoliv se mu nepodařilo vyrobit letadlo, jeho následovníkům už ano.

Značný počet firem z různých oblastí již s úspěchem realizují inovace produktů a služeb na základě inspirace z přírody. Příklady nalezneme v širokém spektru od technologií (například využití nervových propojení firem Google a Apple, tj. přírodou inspirovaná technologie umělé inteligence), medicíny (např. imunoterapie – lékařský zákrok inspirovaný přírodou), přes infrastrukturu, dopravu, výrobu a

další. Přírodou inspirovaná inovace se stává hlavní celosvětovou hnací silou ekonomického růstu. Podle jedné studie vytvoří možnosti zaměstnání související s touto inovací více než 1,5 milionu pracovních míst jenom v USA.

Hledání inovativních nápadů v přírodním světě je součástí výzkumu a vývoje i u firmy Airbus. Airbus zkoumá žraločí kůži jako model pro snížení odporu na letadlech pomocí použití mikrostruktury na jejich povrchu. Albatrosy slouží jako vzor pro vylepšení designu křídel. Manažer inovací v letové fyzice Lee-Ann Ramcherita vysvětluje, že „porozumění toho, jak hmyz, ptáci nebo netopýři detekují a reagují na fluktuace v okolním vzduchu, nám může pomoci identifikovat potenciál pro použití na našich letadlech.“ Průmysl se stále více dívá do přírody kvůli inovativním řešením a hledá zaměstnance, kteří jim ukážou cestu. Jak uvedl Steve Jobs v interview krátce před jeho smrtí: „Myslím si, že největší inovace 21. století budou v oblasti průniku biologie a technologie.“

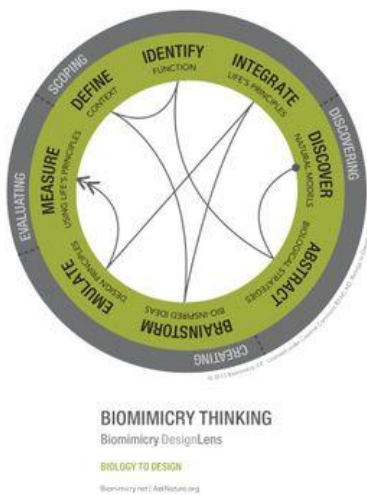
Biomimikry přístup

Existují dvě možnosti, jak uplatnit přístup biomimikry.

Jednak můžeme začít biologickým hlediskem anebo technickou či sociální výzvou. První možnost (od biologie k výzvě) začíná organismem, ekosystémem anebo přírodním fenoménem. Při pozorování přírodního objektu (např. stromu) si designér nebo inženýr klade otázku: „Co se můžeme naučit od stromu z hlediska uspořádání jeho listů na větvích?“

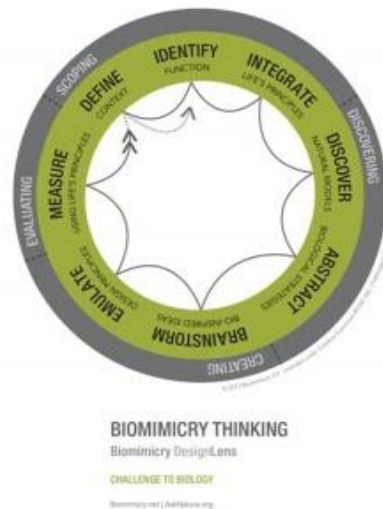
Druhá možnost (od výzvy k biologii) začíná danou výzvou. To může být například „ochlazení prostředí v městském prostředí během léta“.

Od biologie k designu



Obrázek 2: Myšlení od biologie k designu

Od výzvy k biologii



Obrázek 3: Myšlení od výzvy k biologii

<https://biomimicry.net/the-buzz/resources/designlens-biomimicry-thinking>

Podívejte se na strom – jaké znaky můžete objevit a co bychom se mohli naučit od tohoto stromu anebo od stromů všeobecně?

Jak je možné, že pod stromem je chladněji než na nedaleké cestě? Co se od stromu můžeme naučit ohledně ochlazování okolí? Vypařování vody a tvorba stínu přispívají v ochlazování okolního prostředí.

Jak můžeme tento princip použít na městských budovách?

Vytvoření plochých vodních nádrží na střechách vysokých budov, které se během dešťů naplní a začnou se odpařovat při určité teplotě.

Klimatická změna znamená obrovskou výzvu a může být zajímavé získat z přírody inspiraci pro její řešení.

Snížení emisí CO₂ v letectví.

Jak příroda létá na dlouhé vzdálenosti, aniž by spotřebovala hodně energie?

Podívejte se na semena stromů a jiných rostlin a na ptáky, které létají na dlouhé vzdálenosti, např. albatrosy.

Použití specifické formy (křídla albatrose, semínko javoru) a specifických materiálů (porézní, lehké).

Vytvoření křidel letadla z lehkých materiálů v kombinaci se strukturou/ tvarem, který využívá princip zdvihu.

Devět principů biomimikry

Od přírody se můžeme učit studiem adaptace specifických organismů (například zobáku ledňáčka). Můžeme se také učit z principů fungujících napříč přírodou, kterými se řídí skoro všechny organismy. Janine Benyus představila ve své knize devět principů; ty se používají jako inspirace pro naše návrhy a také jako hodnotící kritéria. Když vyhodnocujeme naše nápady z hlediska devíti principů, zjistíme, jak se blížíme k udržitelnosti a co můžeme vylepšit.

1 Příroda funguje ze slunečního světla

Příroda využívá sluneční světlo jako hlavní zdroj energie. Organismy využívají teplo a UV záření z tohoto nevyčerpatelného zdroje. Příroda je poháněna slunečním světlem. Zvířata sice neumí proměnit sluneční energii na využitelnou chemickou energii, ale spoléhají se na rostliny, aby pomocí fotosyntézy vykonaly tuto práci za ně. Poté konzumují tyto rostliny (býložravci) anebo jiné zvířata, které se rostlinami živí (masožravci). V každém případě (kromě některých řas v hlubinách oceánů) je prvotním zdrojem energie Slunce.



2 Příroda využívá jenom energii, kterou potřebuje

Příroda s energií, kterou získává hlavně ze Slunce, nakládá efektivně. Plýtvání není možné. Když by například medvěd při zimním spánku spálil příliš mnoho energie, neměl by později dostatek síly na obstarání potravy či na péči o mláďata. Proto medvědi jí na podzim tzv. do zásoby, ale berou si jenom tolik, kolik potřebují na přežití zimy. Lvi sní pouze část své kořisti, ale po nich využijí energii z ulovené kořisti i další organismy – hyeny, supi, hmyz, mikroorganismy ...

3 Příroda přizpůsobuje formu funkci

Strom je zakořeněný v zemi, aby mohl z půdy čerpat vodu a živiny; rozprostírá své větve a listy doširoka, aby zvětšil plochu přijímající světlo, které potřebuje na výrobu energie a růst. Semena jsou lehká a některá jsou

dokonce vybavena určitým druhem padáčku, aby se mohla vznášet ve vzduchu. Příroda vytváří design pro funkci, které má sloužit.

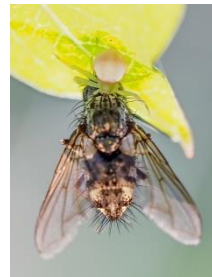


4 Příroda vše recykluje

V přírodě neexistuje odpad. Když zvířata a rostliny uhynou, hmyz, houby a mikroorganismy rozloží jejich zbytky na jednodušší prvky. Některé prvky zkonsumují, jiné vrátí do půdy, ze které mohou opět vyrůst rostliny. To platí v lokálních ekosystémech i na celé planetě.

5 Příroda odměňuje spolupráci

V přírodě vidíme soutěživost, ale jenom pokud je nezbytná; všeobecně stojí příliš mnoho energie. Na druhou stranu, máloco v přírodě existuje izolovaně. Různé organismy si vyvinuly vzájemně prospěšné vztahy. Včely se spoléhají na kvetoucí rostliny jako na zdroj obživy, a rostliny se spoléhají na včely, že je opylí a pomohou jim rozmnožovat se. Podobně „spolupracují“ například i mravenci a mšice či houby a rostliny.



6 Příroda se spoléhá na rozmanitost

Různorodost je jednou z nejlepších pojistek přírody. Když je jeden zdroj potravy nedostupný, dají se najít jiné. Rostliny používají odlišné strategie na šíření semen nebo na ochranu před predátory. Víme, že druhy s omezenou genetickou rozmanitostí se hůře přizpůsobují změnám prostředí, a že ekosystémy s bohatou biodiverzitou jsou více stabilní.

7 Příroda vyžaduje místní odborné znalosti

Příroda nalézá lokální řešení. Vypořádává se s problémy prostřednictvím zdrojů, které jsou dostupné v okolí. Určité druhy prospívají ve specifických podmínkách; důležité jsou místní a regionální vzorce počasí, jako i půda, kvalita vzduchu a teplota vody. Vzájemné vztahy se utváří v rámci lokality a využívají se místní zdroje.

8 Příroda vyžaduje rovnováhu

Ekosystémy se snaží udržet rovnováhu. Více myší? Tak to uvidíme, že se začne objevovat více sov, které se jimi budou krmit a udržovat jejich populaci v rovnováze. Lesní požáry jsou dobrým příkladem přírodního fenoménu, který obnovuje a občerstvuje, snižuje nadměrný růst a umožňuje regeneraci. Každý přírodní systém má bod zvratu, únosnou kapacitu nerovnováhy, která spustí změnu na jiný stav.



9 Příroda využívá sílu omezení

Existuje mnoho přirozeně stanovených limitů pro druhy a ekosystémy. Populace může růst jenom do té doby, kdy existuje dostatek zdrojů (potrava, voda, území) a přízeň jiných faktorů (klíma, hustota, zdraví populace...). Kdyby to tak nebylo, populace by rostly bez jakékoliv kontroly.

Principy biomimikry od Janine Benyus nám ukazují, že existuje nekonečné množství věcí, které se můžeme naučit, když si všímáme našeho okolí.

3 Biomimikry ve vzdělávání

Jak lze BioLearn začlenit do vzdělávání?

Myšlenka učení se od přírody (nikoliv o přírodě) je fascinující. Zve žáky k tomu, aby se stali pozorovateli přírodního světa, a otevírá jim dveře do světa vědy a inovativních řešení, které nás přibližují zpět k přírodě.

Obohacení školních předmětů o biomimikry znamená, že se žáci začnou mnohem více zajímat o svět kolem sebe, narůstá zájem o vytváření pozitivní změny v nich samotných a ve společnosti, jako i o další vzdělávání a výběr profese, které jim v tomto pomohou.

Přírodou inspirované vzdělávání má potenciál vytvářet zájem a entuziasmus u učitelů i u žáků, čímž revitalizuje jejich energii a učební praxi. Učitelé reagují velice podobně jako žáci při obohacení podstaty předmětu o přírodou inspirovaný přístup. Léta práce s učiteli prostřednictvím seminářů a profesionálního rozvoje tento fakt jednoznačně potvrdila

„ Cítím, že mi tato hodina dala ohromující zážitek v rámci profesionálního rozvoje! Jakoby se uvnitř mě spustilo tsunami, a já si přeji sdílet se studenty vše, co jsem se naučila.“

Lillian Ortiz, IC Community School, Oakland, Kalifornie

Tři důvody proč zavádět přírodou inspirované učení:

- Nevyžaduje vkládání nového obsahu do školních osnov, stačí se na přírodu pouze dívat jinými očima.
- Jeho prostřednictvím se dá představit množství akademických myšlenek a předmětů.
- Tyto myšlenky a předměty se zkoumají v propojení s poutavým kontextem přírodního světa.

Benefity biomimikry ve vzdělávání

Biomimikry poskytují v oblasti vzdělávání množství výhod. Mohou sloužit mladým lidem jako nový způsob nazírání a ocenění přírodního světa. Příroda není jenom něco, o čem se učíme například na hodině biologie, ale je také zdrojem moudrosti – můžeme se od ní učit.

Biomimikry mohou být přesvědčivou metodou, jak prezentovat žákům předměty ze skupiny STE(A)M. Lidé se pokoušeli využívat moudrost přírody již odedávna. Dnes v tomto zvyku pokračujeme; učitelé to mohou využít a zapojit žáky do biologie prostřednictvím aktivních výukových metod. Mohou také použít příklady z biomimikry, které se zároveň zabývají přírodovědnými, technickými, technologickými a matematickými tématy.

Dále se dají biomimikry použít k vytvoření interdisciplinární platformy, která spojuje studenty mezi sebou a přírodním světem mimo klasický prostor třídy.

Biomimikry u studentů zlepšují jejich kreativitu a schopnost řešit problémy prostřednictvím navrhování a jiných projektově zaměřených aktivit. Robert Fisher zkoumal, jak schopnosti myšlení ovlivňují učení. Hledal způsoby, jak pomoci studentům vyvinout představivost, kritické a kreativní myšlení. Fisher věří, že vylepšením myšlenkových schopností mohou studenti najít v učení větší smysl. Použití biomimikry ve vzdělávání se tohoto tématu dotýká, protože studenty učí myslet kriticky; například, proč se v přírodě vyskytují určité linie a vzory. Výzkum Mahgouda Alawada (2014) ukazuje, že výuka biomimikry má dlouhodobý efekt, který zahrnuje rozvoj

dovedností jako je sebereflexe a kreativní a kritické myšlení. Také ukazuje, že biomimikry mohou pozitivně ovlivnit schopnosti myšlení a rozhodování při tvorbě designu.

Na závěr se dají biomimikry využít k vytvoření lepšího učebního prostředí ve třídě. Jedním z klíčových prvků biomimikry je opětovné spojení s přírodou. Většina tříd neposkytuje mnoho slunečního svitu, přestože bylo dokázáno, že sluneční svit může zvýšit produktivitu studentů. S použitím přírody jako příkladu, může být uspořádání třídy změněno tak, aby v ní bylo více přirozeného světla.

Příprava pro 21. století

Studenti musí být připraveni na problémy budoucnosti. Společnost prošla v posledních desetiletích obrovskými změnami, ty nejrychlejší pak proběhly zejména v oblasti technologií a ekonomiky. Studenti musí být připraveni na přizpůsobení se změnám 21. století. Ty vyžadují určitý soubor schopností, tak jak navrhuji pedagogové, akademici, lídři v byznysu a vládní agentury. Toto jsou dovednosti, které jsou označovány za dovednosti 21. století:

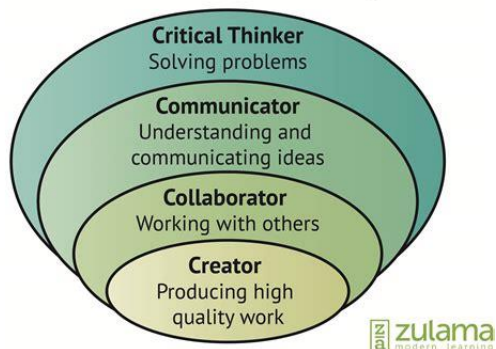
Inovativní a vzdělávací dovednosti:

- Kreativita
 - Inovace
 - Komunikace a spolupráce
 - Řešení problémů
 - Kritické myšlení
- Schopnosti digitální gramotnosti:
- Informační gramotnost
 - Mediální gramotnost
 - Informační a komunikační technologie (ICT)
- Profesní a životní dovednosti
- Flexibilita a schopnost přizpůsobit se
 - Samoregulace
 - Sociální a kulturní interakce
 - Produktivita

Tyto dovednosti se odlišují od těch akademických, protože nejsou primárně založené na vědomostech, ale spíše na samotném procesu získávání těchto dovedností. Označují se jako tzv. „měkké dovednosti“ nebo „jemné dovednosti“.

Biomimikry mají jednoznačně velký potenciál podnítit studenty pracovat na těchto „měkkých dovednostech“. Zejména kreativita je podle učitelů a expertů v biomimikry nejvíce potřebná.

The Four Cs of 21st Century Skills



Obrázek 4: Model 4c, popisující jak jsou dovednosti 21. století uspořádány.

STE(A)M vzdělávání

Biomimikry je přístup k inovacím, který hledá udržitelné řešení pro lidské problémy aplikováním vzorců a strategií z přírody, které jsou prověřeny časem. Díky jeho mezioborovému charakteru se dají kombinovat poznatky z různých oborů, jako jsou přírodovědné předměty, technika, (bio-)technologie a matematika. Proto jsou biomimikry hodnotnou metodou při výuce STEM („Science, Technology, Engineering and Mathematics“ – přírodovědní předměty, technika, technologie a matematika) nebo STEAM (po přidání umění, v angličtině „Arts“), v této příručce používáme termín STE(A)M. Tento výklad se dobře hodí k projektu BioLearn, jelikož se zaměřuje na zabezpečení učebních materiálů a školení v oblasti biomimikry pro pedagogy napříč Evropskou unií.

Více informací naleznete na:

<https://www.csas.cz/cs/firmy/articles/vzdelavani-ve-21-stoleni-jaky-je-rozdil-mezi-STEM-a-STEAM-obory>

Pro účel propojení se školním systémem jsou klíčové inovativní pedagogické přístupy. To je výzvou pro učitele a autory učebních materiálů. Pomocí metodologie, která dělá pro žáky učení smysluplnějším, můžeme dospět v STE(A)M vzdělávání k zlepšení učebního procesu.

Termín STE(A)M vzdělávání byl založen, aby ve studentech podpořil motivaci ke vzdělávání se v těchto oborech. Je důležité připravit žáky na to, aby byli inovátory, učiteli, výzkumníky a lídry zítřka, a proto potřebují (základní) znalosti ze všech STE(A)M disciplín. Cílem STE(A)M vzdělávání je zabezpečit, aby měli všichni žáci možnost zkoumat a inspirovat se vědou, technikou a technologiemi, (uměním) a matematikou, takže budou moci plně rozvinout svůj potenciál.

Řešení některých největších světových výzev si vyžaduje mezioborové myšlení, a to právě biomimikry nabízejí.

- Učitel výtvarné výchovy vysvětlující stínování požádá žáky, aby našli něco živé nebo neživé na školním dvoře, zaměřili se na detail a načrtli to v různém čase během dne.
- Učitel zkoumající vědecké metody vyzve žáky, aby určitou dobu venku zkoumali nějaký přírodní jev a připravili si otázky o vlastnostech, kterých si v přírodě všimli a k jakému účelu mohou sloužit (např.: *Proč mají veverka velké a huňaté ocas?* *Proč jsou větve stromů často zakřivené?* *K jakému účelu slouží naše palce?*). Žáci si poté vyberou jednu otázku, o níž navrhnou experiment a otestují hypotézu o možném účelu dané vlastnosti.
- Třída si na hodině fyziky během tématu o interakci atomů přečte výzkumné materiály zabývající se gekony lezoucími po hladkých površích (dokonce seshora dolů!) využívajícími Van der Waalovy síly.
- Žáci zkoumající v chemickém kroužku řešení klimatické změny vyrobí cement bez uhlíkové stopy z výfukových plynů, založených na chemických procesech, které používají korály při budování útesů.
- Žáci v laboratoři vyrábějí prototypy výfukových trubek automobilů, které odstraňují vycházející znečišťující látky. Tento nápad je založený na výzkumu žáků o tom, jak mořské houby filtrují potravu z mořské vody a na dalších biologických strategiích filtrace.
- Učitel zkoumající materiály a konstrukční koncepty zátěže a napětí vyzve žáky, aby prozkoumali strom na školním dvoře a našli možné způsoby toho, jak odolává procházejícímu větru i přes jeho masivní korunu.
- Učitel zkoumající matematické koncepty objemu a hmotnosti podpoří žáky, aby vzhledli od svých lavic, učebnic, tabulí a smartfonů a podívali se ven z okna, aby zjistili, jak zvažít oblak letící nad školou.

Tento optimismus ohledně toho, co je možné vykonat pomocí přírodou inspirovaného vzdělávání, a čím se chtějí studenti stát a co udělat se svým životem je jedním z nejdůležitějších benefitů. Čeho by lidstvo dosáhlo bez naděje a ambicí? A přeci se studenti cítí příliš často bezmocní, což je v protikladu s tím, proč je vlastně vzděláváme.

Doposud se iniciativa STE (A)M zaměřovala především na přírodní vědy: fyziku a chemii. Říká se, že tyto obory mají přímější souvislost s matematikou a inženýrstvím než má biologie. Avšak s biomimikrami můžeme lehce propojit biologii s techničtějšími obory a vidět, kolik technologických pokroků vychází z výzkumu biologických systémů. Několik příkladů, jak biologie inspirovala technologii, najdete v *Tabulce 1* níže.

Technologické využití	Zdroj v přírodě
Plavkové materiály	Kožní výstupky na žraločí kůži
Levnější solární články	Zachytávání světla a proces proměny v chloroplastech listů
Suchý zip	Tvar bodláků
Bioaktivní cévní výztuže	Funkce vnitřní stěny tepny
Suché přilnavé náplasti	Štětinky na chodidlech gekonů
Chodící roboti	Způsob pohybu pakobylek

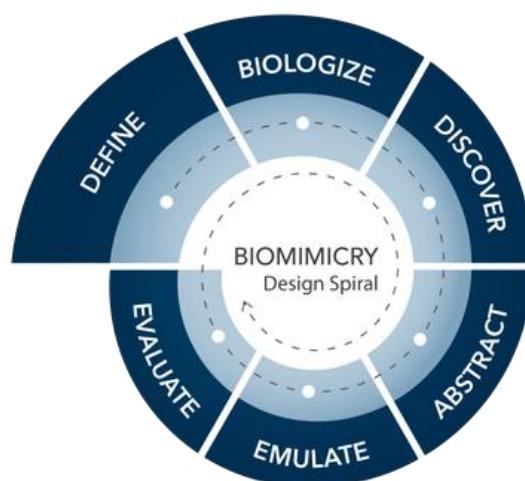
Tabulka: Různé příklady toho, jak biologie inspiruje technologie.

4 Praktický přístup

Jak aplikovat biomimikry ve výuce?

Z pedagogického pohledu nabízí biomimikry pro výuku mnoho pestrých a angažovaných přístupů.

Představa zkoumání a kladení otázek přírodě nabízí příležitosti ke vzdělávání založeném na projektech a výzvách. Kromě toho, výzva dostat se při hledání odpovědí k přírodě a zkoumat její koncepty pomocí smyslů a přímo na místě vytváří příležitost k tomu, aby se výuka přesunula také do venkovního prostoru přes zážitkové činnosti. Velká část aktivit v rámci materiálů BioLearn se dá variabilně přizpůsobit tak, aby vyhovovala různým potřebám pedagogů a učitelů.



Obrázek 5: Designová spirála Biomimikry (<https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/>)

Metody založené na projektech navíc vytváří příležitosti pro spolupráci v rámci předmětů STE(A)M. Mnohé aktivity z nabídky v našich materiálech se dají použít jako rozšíření úkolů anebo se dají prozkoumat prostřednictvím různých oborových specializací.

Umění nabízí mnoho průníků s nástroji, které využívá příroda v souladu s globálními výzvami. Především technologie v oblasti designu představují jasný potenciál pro budování schopnosti „myslet jako příroda“ a používání principů biomimikry na řešení designových výzev. Žáci se učí o tom, jak se v minulosti design inspiroval přírodním světem (dejte jasný příklad), a aplikují to samé myšlení ve výzvě týkající se jejich návrhu. V umění existují i další příležitosti na upřesnění a formování jejich výtvaru prostřednictvím reflexe a zhodnocení. Z pedagogického hlediska poskytuje umění zážitkové propojení s použitými materiály a příležitost zažít a pozorovat přírodní svět v rámci školy a zároveň lépe rozumět materiálům a jejich využití.

Nástroje pro pedagogy

Pedagogové se znalostí angličtiny se při vzdělávání prostřednictvím biomimikry mohou opřít o množství inspirací na portálu AskNature.org.

Platforma Ask Nature – zeptej se přírody

Nalézt přírodní vzory v oblasti biomimikry může být pro studenty a odborníky celkem výzva. V přírodě existuje tolik příkladů funkcí a řešení, že může být náročné vědět, kde začít hledat. Institut Biomimikry vyvinul AskNature (Zeptej se přírody): online platformu, která obsahuje informace o více než 2000 přírodních fenoménech. Tady mohou odborníci a žáci pracující s biomimikry hledat přírodní vzory podle jejich funkce.

Tento nástroj mohou použít učitelé, aby pomohli žákům využít přírodu jako zdroj inspirace pro řešení problémů. Když učitelé integrují biomimikry do učiva jako metodu na řešení problémů, budou žáci potřebovat hledat v přírodě řešení problémů, kterým se zabývají. AskNature jim poskytuje dobrý výchozí bod v hledání přírodních vzorů, které by jim mohly pomoci navrhnout řešení.

<https://asknature.org/>

Biomimicry Global Design Challenge – soutěž

Biomimicry Global Design Challenge (BGDC) je soutěž konající se jednou ročně, která zve studenty a odborníky z celého světa k řešení kritických problémů udržitelnosti pomocí řešení inspirovaných přírodou. BGDC by se dala použít jako motivace pro studenty v konkrétním školním projektu a to jeho pojetím jako projektu pro účast na BGDC. Jestliže například několik skupin studentů pracuje na projektu pomocí metody biomimikry, je možné nejlepší návrh přihlásit do BGDC. To by pro žáky mohlo být další motivací, jelikož v případě vítězství v této výzvě existuje možnost dále rozvíjet vaše řešení.

<https://challenge.biomimicry.org/>

Využití ve výuce

Pro projekt BioLearn jsme vytvořili zdroje, které jsou podle našeho názoru učitelé schopni využít v rámci učebních osnov. Zahrnutí tohoto tématu umožňuje, aby se přístup biomimikry a s ním spojené myšlení stali doplňkovým vylepšením vědomostí a studijního přístupu žáků.

Jelikož biomimikry vede přirozeně k projektové výuce, mnoho zdrojů vytvořených v projektu BioLearn poskytne další možnosti na zlepšení schopností v oblasti studia. Nabídka individuálních i týmových učebních přístupů může být efektivním způsobem, jak integrovat biomimikry do vyučování.

Zdroje, které jsou tu uvedeny, jsou navrženy tak, aby je mohli pedagogové dále uzpůsobovat a rozvíjet. Každý zdroj je určen k vyzkoušení, ale myslíme si, že před samotnou prací s nimi může učitelům pomoci několik aspektů:

Týmová nebo individuální práce

Jaké jsou parametry práce – budou studenti pracovat sami nebo je povzbudíte k práci v týmech? Dále – bude zahrnuta projektová či na řešení problémů orientovaná výuka? Jestliže ano, uskuteční se ve třídě nebo venku? Jaké zdroje budete potřebovat? Biomimikry umožňuje žákům procvičovat jejich schopnost řešení problémů a kreativitu, takže v některých modulech bude důležité přemýšlet o tom, jak jim to můžete ulehčit.

Otázka na začátek – úvod anebo budování vědomostí?

Promyslete si, kde se momentálně nacházíte vy a vaši žáci z hlediska poznatků a seznámení se s biomimikrami a jejich aplikací ve výuce a učení se. Jestli teprve začínáte, vyberte si úvodní moduly, kterými projdete společně – nebo dokonce jenom pár jednotlivých aktivit. Jestliže se už cítíte více sebejistě, existuje množství modulů propojených s předmětem, které mohou být vhodnější – anebo si vytvořte vlastní mix!

Propojení mezi předměty

Biomimikry vzdělávání odmítá „škatulkování“ – avšak máme vzdělávací systém, který je definován jednotlivými předměty a tématy. Výuka s biomimikry přístupem může vytvořit určité napětí, protože se ve výuce objeví nové směry a množství příležitostí na přemýšlení napříč předměty a tématy. To může být problematické ve školním prostředí, kde se musí témata prozkoumat a vyhodnotit ještě před začátkem dalšího tématu. Stojí za to, abyste se zamysleli nad tím, jak budete reagovat, když se ve výuce objeví nové styční body – možná dopředu promyslete určité otázky a nápady, nebo si promluvte s učiteli jiných předmětů a zvažte vhodnost mezipředmětového přístupu na vaší škole.

Implementace a reflexe

Vývoj a zprostředkování biomimikry výuky bude pravděpodobně výzvou (jelikož je nové) pro pedagogy i studenty. Příroda nevytváří dokonalost – ale dokonalost je v procesu tvorby; podobně jako přírodní proces návrhu s nesprávnými odbočkami a výzvami. Hledat způsoby, jak reflektovat a učit se z chyb – ať už se jedná o týmovou výzvu, která se nepodařila kvůli konfliktu; hledat způsoby, jak se kriticky a uvážlivě podívat na to, co se stalo, vylepšení a růst.

Přizpůsobení zdrojů

Zatímco jsou naše materiály navrženy způsobem, aby se daly použít mimo pracovní schéma, je pravděpodobné, že učitelé budou chtít aktivity přizpůsobit tak, aby se hodily pro jejich vlastní žáky. Může to být založené na předcházejícím porozumění anebo jiných kontextových faktorech.

Všechny aktivity jsou navrženy tak, aby se zhruba vešly do navrhované věkové skupiny/ studijního stupně, ale v závislosti na tom, jak daleko žáci pokročili ve vzdělávání, mohou být potřebné určité úpravy. Snažili jsme se umožnit co největší flexibilitu.

Tady jsou některé faktory, které je potřeba zvážit při přizpůsobování podkladů pro vaši skupinu:

Velikost skupiny

Budou žáci pracovat sami nebo jako součást skupiny? Bude potom individuální práce podkladem pro skupinovou nebo celotřídní diskuzi? Každá varianta si vyžaduje způsoby práce a studijní dovednosti,

ve kterých se žáci mohou, anebo nemusí cítit dobře. Když plánujete hodinu, zabezpečte, aby byl vybraný přístup vhodný pro vaši skupinu. Jestliže ve vaší třídě není skupinová práce běžná, začněte s aktivitou ve dvojicích a dopracujte se k práci v týmech. Jasně rozdělení úkolů ve skupině může pomoci. Jednotlivci budou možná potřebovat při samostatné práci pomoc.

Základní znalosti a zájmy

Věnování pozornosti zázemí a zájmům studentů je nevyhnutné k tomu, aby bylo biomimikry vzdělávání úspěšné. Dají se úkoly a výzvy přizpůsobit tak, aby vyhovovaly zájmům a poznatkům jednotlivců? Dají se implementovat i místní problémy a výzvy? Inspirace a výzvy může žákům možná poskytnout i školní dvůr. Vytvoření „reálného“ vzdělávacího prostředí je v biomimikrách důležité, protože prosperuje při přímém uplatňování učiva.

Dovednosti a schopnosti

Biomimikry může být náročným, ale i hodnotným tématem na výuku i studium. Nevyhnutnou součástí bude schopnost reagovat na potřeby studentů a zabezpečit, aby nebyli ponecháni pozadu nebo aby se cítili frustrováni obsahem. Začněte s tím, co je dosažitelné a z toho místa pokračujte. Ne všechny moduly jsou vhodné pro každou situaci – klidně si je přizpůsobte a začleňte jen některé části, zatímco ostatní můžete nechat bokem, tak aby to vyhovovalo spektru dovedností a schopností žáků.

6 Klíčové pojmy biomimikry

Každý obor má své vlastní pojmy a terminologii. Seznámíte se s nimi v našich materiálech. Vytvořili jsme pro vás slovník, níže pak nabízíme detailnější vysvětlení. Podívejte se také na slovník na <https://biolearn.eu/>.

Funkce

V biomimikry funkce popisuje adaptaci organismů, která jim pomáhá přežít. Srst například pomáhá medvědovi udržet teplo, z technického hlediska je její funkce konzervace tepla (izolace). List je vytvořený tak, aby se rozložil, takže jednou jeho funkcí je „rozklad“ po použití. Lidské výrobky mají také funkce; varná konvice slouží k uskladnění a ohřátí vody (změnu jejího fyzického stavu). Ve stručnosti, funkce je „co to dělá“.

Když praktikujete biomimikry přístup, musíte se rozhodnout, co má váš nápad dělat, takže hledáte v přírodě organizmus, který přináší stejnou funkci. Jestliže chcete například vytvořit efektivnější ventilátor, požádat o radu biologa vám moc nepomůže. Když se ale zeptáte „jak příroda ochlazuje (nebo reguluje teplotu)“, může najít mnoho organismů se zajímavými strategiemi na ochlazování/ regulaci teploty. Důležité je, co chcete, aby váš design DĚLAL, namísto toho, čím má BÝT.

S tímto vědomím můžete začít hledat v přírodě, abyste našli organizmy nebo ekosystémy, které mají podobné funkce, ze kterých se můžete poučit a inspirovat ve vašich vlastních návrzích.

Výborným způsobem, jak se naučit více o funkcích je jít je „lovit“ do přírody. Více o tom naleznete v module BioLearn – Plastové lahve.

Příklady funkcí:

<i>Inspirace z přírody</i>	<i>Funkce</i>
Kůra stromů	Ochrana
Termiti	Regulace teploty
Kožešina polárního medvěda	Izolace
Sběrač rosný	Záchyt vody

Mravenci	Orientace
Lotos	Čištění povrchu
Břečťan	Generace energie
Plejtvák obrovský	Snížení odporu
Banánová slupka	Ochrana, informace o zralosti

Tabulka 2: Příklady funkcí

Strategie

Organizmy uspokojují svoje funkční potřeby prostřednictvím biologických strategií. Je to buď charakteristika, mechanismus nebo proces, který pro ně tyto funkce vykonává. U medvěda je srst strategií na zabezpečení izolace. Ve varné konvici se elektrická energie proměňuje na fyzické teplo, které proměňuje teplotu vody. Ve stručnosti je strategie „to, jak se to dělá“.

Když používáte biomimikry přístup, musíte se ptát, jak příroda zabezpečuje funkci, o kterou se zajímáte. Může to být jednoduchý případ imitace stejného tvaru, jako je tomu u známého příkladu rychlovlaku Šinkansen a zobáku ledňáčka. Často také budete imitovat proces přírody, abyste mohli navrhnout například něco, co se po použití rozloží na základní prvky.

<i>Inspirace z přírody</i>	<i>Funkce</i>	<i>Strategie</i>
Kůra stromu	Ochrana	Kůra chrání před uschnutím a napadnutím houbami, hmyzem nebo ptáky. Kůra se formuje a rozšiřuje během růstu, reaguje a obrůstá i místa, kde byl strom napaden.
Termiti	Regulace teploty	Termiti budují na okraji termišť tenké tunely, které se během dne ohřívají. Jak skrze ně teplo stoupá a uniká, odvádí se chladnější vzduch do prostoru uprostřed. Během noci funguje regulace tepla naopak.
Kožešina polárního medvěda	Izolace	
Sběrač rosný	Zachytávání vody	Kombinace hydrofilních a hydrofobních hrbolků na černém povrchu (který v noci září) sběrače rosného umožňuje kondenzaci vody z vlhkého vzduchu.
Mravenci	Orientace	Mravenci při hledání potravy komunikují prostřednictvím feromonů. Když ji najdou, zanechají „pozitivní“ stopu, kterou zachytí další mravenci. Zpočátku se pohybují náhodně, ale když objeví rychlejší (kratší) trasy, shromáždí se kolem té nejrychlejší.

Lotos	Čištění povrchu	Lotosy zůstávají čisté i bez čisticích prostředků. Jejich povrch je totiž extrémně vodoodpudivý díky mikroskopickým hrbolkům na povrchu listů. To snižuje přilnavost kapek vody k povrchu, a tak lehce stékají a zároveň odstraňují nečistoty.
Břečťan	Generace energie	Břečťan roste vertikálně, a tak nemusí o sluneční světlo a živiny bojovat s běžnými rostlinami.
Plejtváč obrovský	Snížení odporu	Vyvýšeniny na okrajích ploutví plejtváků jim umožňují lepší manévrování ve vodě při chytání potravy.
Banánová slupka	Ochrana, informace o zralosti	Když je banánová slupka zelená, banán ještě není zralý k jídlu. Když slupka naopak zhnědne, není už k jídlu.

Tabulka 3: Funkce a strategie

Analogické myšlení

Klíčovou schopností je analogické myšlení, jinými slovy schopnost vidět, kde může být řešení jednoho problému aplikované na vyřešení podobného problému. To může být náročné, jelikož to vyžaduje abstraktní myšlení. Každopádně množství dobrých příkladů naleznete ve zdrojích BioLearn a několik také v tabulce níže; vystřihněte je a zjistěte, zda jsou žáci schopni je spojit dohromady, aby si trénovali schopnost analogického myšlení.

Výzva	Užitečná strategie/ funkce v přírodě	Přírodní funkce/ strategie aplikovaná na lidský problém
Jak příroda udržuje chlad?	Kůra chrání před vyschnutím a před napadením houbami, hmyzem nebo ptáky. Kůra se formuje a rozšiřuje během růstu; reaguje a obrůstá i místa, kde byl strom napaden.	Použijte na fasádu budovy vícero vrstev na odrazení tepla ze Slunce a na podporu ochlazování.
Jak příroda reguluje teplotu?	Termiti budují na okraji termitišť tenké tunely, které se během dne ohřívají. Jak skrze ně teplo stoupá a uniká, odvádí se chladnější vzduch do prostoru uprostřed. Během noci funguje regulace tepla naopak.	Tento design napodobňuje Centrum Eastgate v Harare. Teplý vzduch proudí pórovitými betonovými zdi centra, a než dorazí do interiéru, ochladí se.
Jak se příroda chrání před predátory?	Chobotnice umí změnit svoji barvu a umí se barevně přizpůsobit svému okolí.	Vojenské oblečení má ustálenou barevnou kombinaci. Kdyby se mohla

		přizpůsobovat prostředí, byla by kamufláž účinnější.
Jak se příroda udržuje v čistotě?	Lotosy zůstávají čisté i bez čisticích prostředků. Jejich povrch je totiž extrémně vodoodpudivý díky mikroskopickým hrbolkům na povrchu listů. To snižuje přilnavost kapek vody k povrchu, a tak lehce stékají a zároveň odstraňují nečistoty.	Na stejném principu funguje samočistící sklo.

Tabulka 4: Analogické myšlení

6 Představujeme moduly BioLearn

Školitelům doporučujeme poskytnout krátký přehled o každém modulu BioLearn. Dle předchozích zkušeností je nejlepším způsobem učení vyzkoušení si některých aktivit. Z tohoto důvodu doporučujeme níže uvedené činnosti. Po výběru modulů otevřete původní popisy pro získání dalších informací. Čísla se vztahují na číslo aktivity v rámci modulů.

Přehled modulů BioLearn:

Úvodní moduly

Hlavní moduly

- Úvod do devíti principů biomimikry
- 9 modulů o devíti principech

Úžasné vzory

Další moduly

Obaly

Voda všude ... ale ani kapka na pití

Přírodní ekonomika

Budovy

Zdraví od přírody

Ochrana rostlin inspirovaná přírodou

Vodní management v městském parku

Udržitelnost a spolupráce

Adaptace na změnu klimatu

Úvodní moduly

Hlavní moduly

- Úvod do devíti principů biomimikry
Tento modul poskytuje úvod do devíti principů biomimikry. Tyto principy jsou základem biomimikry myšlení, které je důležité ve všech modulech.
 - *1. Vysvětlení devíti principů*
Prezentace devíti principů (ppt) s 1-1 slidy principů a příslušným vysvětlením.
- P1: Příroda funguje ze slunečního světla
Tento modul je o energii. Většina energie v přírodě pochází ze Slunce prostřednictvím fotosyntézy. Žáci si zahrají proces fotosyntézy dvěma různými způsoby v aktivitách 2 a 3.
- P2: Příroda využívá jenom energii, kterou potřebuje
Příroda neplýtvá energií. Jak to můžeme v přírodě pozorovat? V tomto modulu žáci zkoumají, jak příroda využívá energii.
 - *2. Hledání forem energie*
Hledání příkladů spotřeby energie v přírodě pomocí „energetických kartiček“.
- P3: Příroda přizpůsobuje formu funkci
Příroda je zručný designér. Každá vytvořená forma umožňuje určitou funkci, a navíc může být krásná. V tomto modulu žáci zkoumají, jak příroda přizpůsobuje formu funkci.
 - *Rozeznávání forem a funkcí*
Objevování funkcí vytvořených a přírodních předmětů: žáci pracují ve dvojicích; jeden se zavázanýma očima poznává předmět a jeho funkci všemi smysly kromě zraku.
- P4: Příroda vše recykluje
Co se můžeme naučit od způsobu, jakým recykluje příroda? V přírodním systému jako je les, neexistuje odpad. Vše, co přijde na konec svého životního cyklu, se stane surovinou pro něco jiného. V aktivitách tohoto modulu budou žáci pozorovat, jak se příroda vypořádává s odpadem.
- P5: Příroda odměňuje spolupráci
Máme tendenci myslet si, že příroda je založená hlavně na konkurenci. Když se však podíváme blíže, je jasné, že více prospěšná je spolupráce. V tomto modulu budou žáci trénovat spolupráci a uvažovat o tom, co je lepší: spolupráce nebo soutěživost?
 - *2. Hra na dubový les*
Žáci se stanou součástí dubového lesa a hledají vzájemné propojení pomocí klubička vlny.
- P6: Příroda se spoléhá na rozmanitost
Rozmanitost je v přírodě velice důležitá, pomáhá vytvářet stabilní ekosystémy. V tomto modulu si žáci vyzkouší, co se stane, když neexistuje dostatečná rozmanitost. Doporučíme, aby se Principy 5 a 6 představily popořadě.
 - *Hra na akátový les*

Žáci se stanou součástí akátového lesa a hledají vzájemné propojení – stejně jako v P5, avšak jednotlivé „druhy“ jsou jiné; bude zde o mnoho méně propojení a zranitelnější společenství.

- P7: Příroda vyžaduje místní odborné znalosti
Organizmy se potřebují adaptovat na různé okolnosti: místní prostředí, počasí, půdu, dostupnou potravu, atd. Příroda také používá na tvorbu lokální materiály. V tomto modulu žáci zkoumají, jak jsou ptačí zobáky přizpůsobené lokálním okolnostem a dostupné potravě.
 - *Hra se zobáky*
Zkuste uchopit různé objekty s odlišnými druhy kleští – napodobujíc potravu a ptačí zobáky.

NEBO

- P8: Příroda vyžaduje rovnováhu
Příroda je precizně vyladěný systém; vše je pečlivě regulované. V tomto modulu žáci prozkoumají, v jaké rovnováze se svým prostředím žijí jeleni.
 - *2. Hra o jelenech a přírodních zdrojích*
Žáci se stanou jeleny a imitují naplňování svých potřeb.

NEBO

- P9: Příroda využívá sílu omezení
Lidé mají tendenci si myslet, že všechny jejich požadavky mohou být bez hranic naplněny. Od přírody bychom se měli naučit, jak žít v rámci limitů této planety. V tomto modulu se žáci naučí, co se stane, když nedodržíme přírodní omezení.
 - *2. Hra na rybolov*
Skupiny žáků zkusí vyžít z jednoho jezera s omezením počtem ryb. Cílem je dělat to udržitelně.

Úžasné vzory

Jak řešit výzvu nebo příležitost pomocí učení se od přírody začíná vždy otázkou: „Jak příroda řeší podobný problém?“ Tento úvodní modul se zaměřuje na základní dovednosti, které jsou potřebné k tomu, abychom byli schopni učit se od přírody.

- *3. Pozorování přírody*
Žáci jdou ven, pozorují a zkoumají přírodu a zapisují typické znaky organizmů pomocí různých otázek.

Další moduly

Obaly

Tak jako jídlo a mnohé jiné produkty, každý organismus má svůj obal. Naše kůže, krunýř kraba, banánová slupka, ulita ústřice, skořápka kokosu, kůra ananasu – i každá buňka v našem těle má svůj obal. Jak nám mohou různé způsoby přírodních obalů pomoci navrhnout řešení pro naše vlastní problémy s obaly?

- *2. Jak by se zeptala příroda?*
Žáci vyvíjejí biologizované otázky: identifikují jednu nebo více funkcí obalů a zapisují otázky, aby našli v přírodě řešení.

Voda, voda všude ... ale ani kapka na pití

V tomto modulu žáci objevují škálu různých přírodních schopností, od kterých se můžeme učit. Žáci používají dovednosti přírody jako inspiraci na řešení problému znečištění plastovými lahvemi. Do konce modulu žáci vytvoří vlastní řešení této výzvy.

- *1. Tak ... jak příroda funguje?*
Studenti rozumějí, že příroda funguje jako udržitelný systém: hledají v ní různé funkce.

Přírodní ekonomika

V přírodním světě jsou všechny materiály vytvořeny organizmy s použitím lokálních zdrojů při běžné teplotě a tlaku. Když materiály doslouží, rozloží se opět na základní prvky. Lidé tvoří věci jinak. Těží minerály, používají vysokou teplotu a tlak, aby je proměnili na užitečné materiály. Ty jsou často po použití vyhozeny a nedají se znovu použít. Mohli bychom říci, že příroda produkuje materiály s využitím cirkulární ekonomiky, zatímco lidé využívají lineární ekonomiku. Tento modul vysvětluje, jak se od přírody můžeme naučit produkovat materiály udržitelným způsobem.

- *1. Vyrůst k opětovnému růstu (jestli máte čas)*
Žáci vytvoří produkt prostřednictvím rostoucího mycelia ze soupravy „Grown bio Grow it yourself“ („Vypěstuj si sám a organicky“).
- *3. Jestliže je příroda řešení, co je problém?*
Žáci se podívají/vyslechnou si krátké video, aby porozuměli, proč je změna potřebná. Použijí metodu Myslicích klobouků De Bono na povzbuzení myšlení o problému se specifickým zaměřením.

Budovy

Úkryt, teplo a ochrana (a mnohé další), to všechno jsou funkce, pro které lidé využívají budovy. V tomto modulu žáci hledají podobné funkce v přírodě a zkoumají, jak by mohli tyto poznatky využít při navrhování budovy.

- *2. Jak fungují úkryty v přírodě?*
Žáci hledají funkce přírodních úkrytů.

- *3. Postavme si ...hnízdo! (jestli máte čas)*
Žáci udělají průzkum ohledně hnízd a poté jedno postaví.

Zdraví od přírody

Ze světa přírody se můžeme učit mnoho o tom, jak se o sebe postarat, když prozkoumáme, jak se sama příroda udržuje zdravá. V této lekci se žáci dozvědí o některých úžasných způsobech jak zůstat zdraví z přírodního světa a zváží, co nás může příroda naučit o zdraví a pohodě. To se uskuteční prostřednictvím vysvětlení různých strategií, které příroda používá, vlastního výzkumu a aplikování biomimikry k přehodnocení toho, jak nás může příroda udržet zdravé.

- *3. Bystrá zvířata*
Žáci zkoumají zvířecí strategie na zachování zdraví pomocí aktivity: spárují jména, obrázky a některá fakta, která se můžeme naučit od různých živočišných druhů.

Ochrana rostlin inspirovaná přírodou

Abychom zůstali naživu a zdraví, musíme chránit naše životní prostředí, naše tělo a naši potravu (a úrodu) proti škůdcům. Ale jak se to dá udělat bez poškození dalších organismů žijících na této planetě? V tomto modulu žáci prozkoumají způsoby ochrany rostlin inspirované přírodou. Závěrečnou výzvou bude navržení malého projektu na zvýšení biodiverzity/ přírodní ochrany před škůdci ve školní nebo komunitní zahradě.

- *4. Každý škůdce má svého predátora*
Žáci zkoumají ekologická pravidla a jejich použití v ochraně rostlin (karetní aktivita).

Vodní management v městském parku

V tomto modulu budou žáci pracovat s výzvou týkající se vody. Nejdříve udělají vlastní průzkum a poté přijdou s řešeními různých výzev. Budou postupovat na bázi případové studie: vytvoří design pro nový městský park.

- *2. Zmapování vaší výzvy*
Cílem je nechat žáky identifikovat problém pomocí kladení výzkumných otázek k jejich případu. Vytvoří myšlenkovou mapu, která slouží jako přehled otázek a toho, co je potřeba zkoumat.

Udržitelnost a spolupráce

Tento modul zkoumá téma udržitelného růstu a spolupráce, všímajíc si analogie toho, jak se příroda dokáže vypořádat s podobnými otázkami. Hodiny jsou založeny na modelu učení „cesty hrdiny“, během kterého žáci čelí problému (překážce) a zažívají, jak ho překonat.

- *Stavba věže*

Skupiny studentů staví věž odolnou proti otřesům a hledají v přírodě strategie založené na spolupráci.

NEBO

- 3. *Hod vajíčkem*
Žáci vytvoří padákový mechanismus, který má zabránit rozbití vajíčka. Cílem je zjistit výhody symbiózy v přírodě.

Adaptace na změnu klimatu

V tomto modulu žáci čelí dvěma výzvám, které jsou propojeny: první zkoumá efekty oteplování ve městech a druhá záplavy. Hlavní myšlenkou je, aby žáci – díky sérii pokusů, jejich vlastnímu výzkumu online i v terénu – porozuměli důležitým přírodním fenoménům a principům, které jim pomůžou navrhnout městskou oblast adaptovanou na klimatickou změnu. Modul nabízí množství zajímavých experimentů.

STE(A)M propojení s moduly BioLearn

Jak jsme již zmínili, biomimikry se dají velice dobře použít v oblasti vzdělávání STE(A)M. Tabulka níže ukazuje, několik konkrétních témat z předmětů STE(A)M, kde se dají moduly BioLearn úspěšně implementovat.

STE(A)M Témata	Biomimikry příklady	Propojení s moduly BioLearn
Adaptace, variace a klasifikace (Bio)	Hledání přírodních řešení problémů a výzev, kterým lidstvo čelí, může být stejně jednoduché jako pohled na to, jak se příroda přizpůsobila svému prostředí. Strukturální a behaviorální adaptace je možné napodobovat i v lidském designu – například při pohledu na důmyslné způsoby, jakými pouštní druhy udržují obyvatelné teploty tím, že žijí v podzemí nebo staví samoochlazovací struktury.	<ul style="list-style-type: none"> - Devět principů biomimikry - Moduly o devíti principech (hlavně 3,6 a 7) - Úžasné vzory - Zdraví od přírody - Ochrana rostlin inspirovaná přírodou - Vodní management v městském parku - Adaptace na změnu klimatu
Biodiverzita a ekosystémy (Bio)	Na úrovni ekosystémů nás příroda učí mnoho o tom, jak organizovat společnost a žít jako součást vzájemně propojené sítě života. To nabízí učební možnosti, které jdou „za“ zjednodušený pohled na jeden organizmus – a namísto toho nás nabádají zvažovat, co znamená žít ve společenství a obsazovat svět bez ohrožení živého systému, na který se spoléháme.	<ul style="list-style-type: none"> - Devět principů biomimikry - Moduly o devíti principech (hlavně 5-9) - Úžasné vzory - Obaly - Přírodní ekonomika - Zdraví od přírody - Ochrana rostlin inspirovaná přírodou - Adaptace na změnu klimatu
Cykly a živiny (Bio) ; Životní cyklus a recyklace (Přír/Tech)	Cykly, které jsou základem života na zemi; ať už je to uhlík, živiny nebo voda, jsou základem pro vyvážení dávání a brání, které je v nepřetržitém pohybu napříč	<ul style="list-style-type: none"> - Obaly - Voda, voda všude ... ale ani kapka na pití - Přírodní ekonomika

	<p>všemi ekosystémy. Toto téma nás opět nutí uvědomit si velký propojený celek, kterého jsme na této planetě součástí. Nabízet mnoho ve smyslu uvažování o udržitelnosti, s ohledem na způsoby, jakými živiny obíhají a opětovně se používají v ekosystému, představuje příležitosti dovědět se více o cirkulární ekonomice a nových způsobech myšlení a obchodování.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Budovy - Zdraví od přírody - Ochrana rostlin inspirovaná přírodou - Vodní management v městském parku - Adaptace na změnu klimatu
<p>Fotosyntéza (Bio); Energetické zdroje (Přír/Tech)</p>	<p>Energie a její využití je středobodem života – a pro většinu života na zemi platí, že energie pochází ze Slunce. Porozumění fotosyntéze je klíčovou oblastí vědy, která nám dovolila uvažovat o funkci potravinových řetězců a populačních pyramid – a také lidem umožnila představit si možnost výroby čisté a hojné energie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Devět principů biomimikry - Moduly o devíti principech (hlavně 1 a 2) - Voda, voda všude ... ale ani kapka na pití - Přírodní ekonomika - Ochrana rostlin inspirovaná přírodou - Adaptace na změnu klimatu
<p>Materiály, síly a vlastnosti (Tech/Fyz/Přír)</p>	<p>Příroda je všestranná a málokdy produkuje odpad. Materiály vyvinuté a vytvořené procesy a organizmy se zdokonalují během tisíciletí a odpovídají svému účelu. Podívejte se na to, jak příroda produkuje flexibilní, tvrdé, silné a lehké materiály, které umožňují nejneuvěřitelnější funkce a nabízí pokrok při přemýšlení o překonávání největších výzev v oblasti designu. Pohled na to, jak se gekon drží na hladkém povrchu inspiroval inženýry k tvorbě nových lepidel, které pracují spíše na konstrukci než na rozpouštění; pohled na to, jak včely používají šestiúhelníky na skladování medu v úlu nám otevřelo oči pro silné a efektivní využívání materiálů na stavbu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Devět principů biomimikry - Moduly o devíti principech (hlavně 4) - Úžasné vzory - Obaly - Voda, voda všude ... ale ani kapka na pití - Budovy - Vodní management v městském parku - Udržitelnost a spolupráce
<p>Biochemie/ Organická chemie</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Příroda využívá směs minerálů, prvků a sloučenin - Produkty z ropy - Co se můžeme naučit ze způsobu, jakým příroda zpracovává chemikálie – můžeme najít lepší způsoby výroby produktů a sloučenin, které nepoškozují lidi a planetu. - Příroda ukládá údaje (DNA) – uspořádání buněk/ buněčné procesy - Materiály používané v osobním životě – chemikálie 	<ul style="list-style-type: none"> - Devět principů biomimikry - Moduly o devíti principech (hlavně 1,2 a 4) - Obaly - Voda, voda všude ... ale ani kapka na pití - Zdraví od přírody - Ochrana rostlin inspirovaná přírodou
<p>Matematika</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Příroda našla pro tuto činnost efektivní způsoby 	<ul style="list-style-type: none"> - Devět principů biomimikry

	<ul style="list-style-type: none"> - Poměry/ Využití materiálů/ Pevnost - Tvary 	<ul style="list-style-type: none"> - Moduly o devíti principech (hlavně 2, 8 a 9) - Úžasné vzory - Vodní management v městském parku - Udržitelnost a spolupráce - Adaptace na změnu klimatu
Umění		<ul style="list-style-type: none"> - Devět principů biomimikry - Moduly o devíti principech (hlavně 3) - Úžasné vzory - Obaly - Voda, voda všude ... ale ani kapka na pití - Budovy - Přírodní ekonomika - Ochrana rostlin inspirovaná přírodou - Vodní management v městském parku - Udržitelnost a spolupráce

Tabulka 5: STE(A)M témata a moduly BioLearn

7 Organizace semináře pro učitele

Nabízíme několik možností – v tabulkách níže můžete vidět verzi na půl dne, den a tři dny.

Navrhujeme mix online a osobního vzdělávání v případě půldenního a jednodenního školení, a osobní setkání s učiteli jestliže se jedná o třídní verzi.

Časy (v minutách) jsou uvedeny pro osobní setkání. Na vyzkoušení aktivit doporučujeme osobní setkání, neboť většina aktivit je skupinových.

„Online“ část znamená, že podklady by měly být zaslané účastníkům k pročtení před školením. Ty mohou být ve formě odkazu nebo pdf k danému tématu.

Jestliže situace neumožňuje osobní setkání, můžete si pro školení vybrat digitální platformu (např. Zoom, Skype apod.). V tomto případě byste měli vybrat aktivity z modulů pečlivě, protože většina aktivit nebude fungovat v malých skupinkách/ s jednotlivci.

Témata	0,5 dne (4 hodiny – cca 210 minut)	1 den (8 hodin – cca 360 minut)	3 dny (3x8 hodin – cca 1080 minut)
1. Úvod	5 min.	10 min.	40 min.
2. O udržitelnosti	Online	Online	40 min.
3. Představení BioLearn	15 min.	30 min.	40 min.
4. Biomimikry	Online	Online	120 min.
5. STE(A)M	Online	Online	60 min.

6. Klíčové dovednosti	Online	Online	120 min.
7. Vyzkoušení/ vysvětlení modulů	180 min. (6 vybraných modulů, každý 30 min.)	300 min. (10 vybraných modulů, každý 30 min.)	600 min. (12 modulů, každý 50 min.)
8. Závěr	5 min.	10 min.	30 min.
9. Vyhodnocení	10 min.	10 min.	30 min.

Tabulka 6: Rozvrh školení učitelů

Plán lekcí

	0,5 dne (4 hodiny – cca 210 minut)	1 den (8 hodin – cca 360 minut)	3 dny (3x8 hodin – cca 1080 minut)
1. Úvod	Krátké představení: jméno a pracoviště účastníků	„Najděte někoho, kdo ...“ (poznávací hra) ¹	„Najděte někoho, kdo ...“ (poznávací hra) ¹ Strom dávání a přijímání ²
2. O udržitelnosti	Přečtení online materiálů doma	Přečtení online materiálů doma	Powerpointová prezentace a diskuze
3. Představení BioLearn	15 min. verze powerpointové prezentace	30 min. verze powerpointové prezentace	30 min. verze powerpointové prezentace + cvičení
4. Biomimikry	Přečtení online materiálů doma	Přečtení online materiálů doma	Powerpointová prezentace + cvičení
5. STE(A)M vzdělávání	Přečtení online materiálů doma	Přečtení online materiálů doma	Powerpointová prezentace + cvičení (např. konverzace v malých skupinách)
6. Klíčové dovednosti	Přečtení online materiálů doma	Přečtení online materiálů doma	Powerpointová prezentace + 90 min. cvičení (např. NL modul – Úžasné vzory)
7. Vyzkoušení/ vysvětlení modulů	<i>Úvodní moduly</i> – vyberte 2 z nich <i>Další moduly</i> – vyberte 4 z nich	<i>Úvodní moduly</i> – vyberte 3 z nich <i>Další moduly</i> – vyberte 6-7 z nich	<i>Úvodní moduly</i> – vyberte 4 z nich <i>Další moduly</i> – vyberte 7-8 z nich
8. Závěr	Krátká slovní zpětná vazba	Krátká slovní zpětná vazba	Delší slovní zpětná vazba/ diskuze + vyhodnocení úvodního stromu
9. Vyhodnocení	Vyplnění dotazníku	Vyplnění dotazníku	Vyplnění dotazníku

Tabulka 7: Plán lekcí pro různé délky školení

¹: Poznávací hra: Napíšeme na papír tolik typických znaků, kolik je účastníků. Účastníci musí najít jednu osobu pro každou vlastnost. Tyto znaky se mohou týkat školení, např. „slyšel/a o biomimikry“, „zná firmu, která používá biomimikry“; ale mohou být i velice jednoduché/ běžné, např. „jezdí do školy na kole“.

²:Nakreslíme strom (větve a kořeny musí být viditelné) na velký papír (A2). Účastníci dostanou male nalepovací papírky (post-it). Na jeden napíší, jakou zkušenost si přinášejí na školení (např. učení různých vědních oborů, absolvování exkurze se žáky); na druhý papírek napíší, co si chtějí ze semináře vzít (např. nové nápady, poznatky o biomimikry). Účastníci čtou jejich poznámky nahlas jeden po druhém. První papírky nalepíme ke kořenům stromu a druhé dáme do koruny stromu. Na konci školení zkontrolujeme, zda byly přání naplněny nebo ne.

Pro části 2-6 doporučujeme školitelům vypracovat online materiály nebo prezentace na základě těchto podkladových materiálů.

8 BioLearn – vyhodnocení semináře

Děkujeme za vaši účast v projektu BioLearn a na semináři pro učitele.

Abychom mohli zabezpečit vylepšení tohoto BioLearn semináře, vyplňte prosím dotazník uvedený níže. Velice nám pomůže, jestliže ke každé vaší odpovědi přidáte i komentář. Vaše zpětná vazba bude považována za důvěrnou a vaše jméno se ve veřejných zprávách nebude použito. Oceníme však, jestliže jste na konci průzkumu poskytli své jméno a kontaktní údaje, abychom mohli navázat na jakékoli připomínky, které jste uvedli a kontaktovat vás s prosbou o doplňující informace.

Předem vám velice děkujeme.

1. BioLearn školení pro učitele bylo užitečné a inspirativní.

ZCELA SOUHLASÍM	SOUHLASÍM	ANI SOUHLASÍM ANI NESOUHLASÍM	NESOUHLASÍM	ZCELA NESOUHLASÍM
--------------------	-----------	-------------------------------------	-------------	----------------------

Prosím doplňte k vaší odpovědi komentář.

2. BioLearnn školení mě obeznámilo s metodologií a s různými online zdroji, které se dají použít během zapojení biomimikry do výuky.

ZCELA SOUHLASÍM	SOUHLASÍM	ANI SOUHLASÍM ANI NESOUHLASÍM	NESOUHLASÍM	ZCELA NESOUHLASÍM
--------------------	-----------	-------------------------------------	-------------	----------------------

Prosím doplňte k vaší odpovědi komentář.

3. Biolearn školení mi pomohlo prohloubit znalosti o následujících klíčových dovednostech biomimikry:

A. Kladení otázek (biologizace výzvy, kterou chceme řešit)

Vůbec								Velmi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

B. Identifikace funkcí a vzorů v přírodě

Vůbec								Velmi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

C. Schopnost aplikovat přírodní řešení na lidské problémy

Vůbec								Velmi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. BioLearn školení obsahovalo praktické aktivity, které můžu použít se žáky.

ZCELA SOUHLASÍM	SOUHLASÍM	ANI SOUHLASÍM ANI NESOUHLASÍM	NESOUHLASÍM	ZCELA NESOUHLASÍM
--------------------	-----------	-------------------------------------	-------------	----------------------

Prosím doplňte k vaší odpovědi komentář.

5. BioLearn školení mi pomohlo porozumět tomu, jak se může biomimikry začlenit do školních osnov.

ZCELA SOUHLASÍM	SOUHLASÍM	ANI SOUHLASÍM ANI NESOUHLASÍM	NESOUHLASÍM	ZCELA NESOUHLASÍM
--------------------	-----------	-------------------------------------	-------------	----------------------

Prosím doplňte k vaší odpovědi komentář.

6. Biolearn školení obsahovalo ukázkou aktivity alespoň z jednoho modulu.

ANO / NE

Název testovaného modulu:

Název aktivity, která je podle vás užitečná pro vaše žáky:

7. BioLearn školení mi pomohlo v sebejistotě při aplikování biomimikry do mé výuky.

Vůbec								Velmi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Prosím doplňte k vaší odpovědi komentář.

8. BioLearn školení bylo dobře zorganizované.

ZCELA SOUHLASÍM	SOUHLASÍM	ANI SOUHLASÍM ANI NESOUHLASÍM	NESOUHLASÍM	ZCELA NESOUHLASÍM
----------------------------	------------------	--	--------------------	------------------------------

Prosím doplňte k vaší odpovědi komentář.

Kontaktní údaje

Budeme v kontaktu s několika učiteli, kteří vyplní dotazník. Napište prosím vaše kontaktní údaje, jestliže byste s námi rádi zůstali v kontaktu, abychom mohli i dále komunikovat o zdrojích BioLearn vzdělávání. Vaše kontaktní údaje zůstanou důvěrné.

Jméno:

Škola:

Pracovní pozice:

E-mail:

Telefon: