



EKONOMIKA PŘÍRODY

Jak příroda vyrábí materiály?



Erasmus+



VĚK

12–15 let



DĚLKA

Příprava:

Kolísá (10–20 minut / aktivita); aktivita 1 vyžaduje plánování a nákup vybavení předem.

Aktivity:

~190 min. / 4 vyuč. hodiny



VZDĚLÁVACÍ OKRUHY

- Člověk a příroda
– Přírodopis,
Chemie, Fyzika
- Design a konstruování



KLÍČOVÁ SLOVA

biotechnologie,
cirkulární ekonomika,
mycelium

SOUHRN

Ve světě přírody se veškeré materiály vyrábějí ze zdrojů, které se nacházejí na místě. Živé organismy vše vyrábějí za pokojové teploty a běžného tlaku. Po skončení životnosti se materiály biologicky rozloží zpět na stavební prvky. Lidé dělají věci jinak. Těží ze země minerály a ty pak za vysoké teploty a tlaku přeměňují na užitečné materiály. Ty zas často po použití vyhazují, protože je nedovednou snadno upravit k novému použití. Lze říci, že příroda vyrábí materiály v cirkulární ekonomice, zatímco lidská ekonomika je lineární. V tomto modulu se podíváme na to, jak se můžeme od přírody učit vyrábět potřebné materiály udržitelně.

PŘÍRODNÍ PRINCIPY



- 1 – Příroda funguje díky slunci
- 2 – Příroda spotřebovává pouze energii, kterou potřebuje
- 3 – V přírodě se forma uzpůsobuje účeu
- 4 – Příroda recykluje vše
- 5 – Příroda odměňuje spolupráci
- 6 – Příroda se spoléhá na rozmanitost
- 7 – Příroda vyžaduje lokální znalosti
- 8 – Příroda usiluje o rovnováhu
- 9 – Příroda využívá sílu omezení

UČEBNÍ CÍLE

- Žák dokáže uplatnit principy biomimikry v konstrukčním řešení.
- Žák přehodnotí postup výroby produktů.
- Žák chápe, jak můžeme v našich konstrukčních řešeních napodobovat přírodu.
- Žák chápe možnosti uplatnění principů biomimikry.

VÝSLEDKY UČENÍ

- Žáci probádají dopady lidmi zkonstruovaných produktů.
- Žáci formulují otázky a zjišťují informace k jejich zodpovězení.
- Žáci se seznámí s tím, jak příroda vytváří materiály.
- Žáci vytvoří produkt na bázi biomimetických principů a ohodnotí jej.
- Žáci prezentují svoje výsledky.

KOMPETENCE BIOLEARN

- Žák je schopen v přírodě nalézt funkční konstrukční řešení, více si uvědomuje a oceňuje dokonalost přírodních řešení a oceňuje, že příroda funguje jako elegantní systém úzce propojených součástí.
- Žák označí důležité potřeby a příležitosti, které lze řešit při hledání nových konstrukčních řešení výrobků, procesů a systémů.
- Žák zhodnotí důsledky uplatnění biomimetických řešení (hodnot).
- Žák je více motivován k učení v oblastech STEAM (science, technology, engineering, arts, maths) a má zkušenost s možnostmi širokého uplatnění poznatků STEAM.
- Žáci se blíže seznámí s povoláními a výzkumnými tématy týkajícími se udržitelnosti a technických inovací inspirovaných přírodou. I na základě těchto informací se pak budou rozhodovat o dalším vzdělávání po střední škole a o svojí pracovní dráze.

SHRNUTÍ AKTIVIT

	Název aktivity	Popis	Metoda	Trvání	Místo
1	Pěstujeme z již vypěstovaného	Žáci si vypěstují produkt z mycelia.	• experiment	2 x 40 plus čas na růst mycelia	uvnitř
2	Je toto budoucnost?	Žáci zjišťují informace o nových a vznikajících biotechnologických aplikacích ve výrobě.	• skupinová práce	40	uvnitř
3	Je-li řešením příroda, tak jaký problém řešíme?	Žáci se zamyslí nad krátkým videem, aby pochopili, proč potřebujeme změnu.	• skupinová práce	30	uvnitř
4	Přechod k cirkulární ekonomice	Žáci posoudí, proč jsou obaly problém a jaké by mohly být jeho prvotní příčiny.	• skupinová diskuze	40	uvnitř

ROZŠIŘUJÍCÍ INFORMACE PRO UČITELE

U většiny programů o životním prostředí je na začátku zformulován problém a pak vedeme žáky k tomu, aby na něj reagovali. V tomto modulu nejprve nabídneme řešení, a až poté se ptáme, co je zde za problém. Takto chceme modul zarámovat proto, abychom žákům poskytli větší tvůrčí prostor.

Předpokládáme, že žáci budou již obeznámeni s principy biomimikry. V opačném případě proberte tyto principy na základě úvodního modulu k biomimikrám ze stránek BioLearn.

V tomto modulu se prostřednictvím práce s myceliem (podhoubím) pokusíme přehodnotit to, jak lidé vytvářejí materiály. Mikroskopické houby jako jsou kvasinky, používají lidé po staletí při vaření piva. V poslední době se s myceliem pracuje také při výrobě biopaliv z kukuřice apod. Na rozdíl od jednobuněčných kvasinek je mycelium mnohobuněčné a může narůst až do struktur viditelných pouhým okem podobně, jako z buněk v našem těle vznikají kosti. Během růstu mycelia se vytváří hustá síť dlouhých mikroskopických vláken, která prorůstají půdou – vzniká tak síť jakýchsi superdálnic. Tento „podzemní internet“ přenáší mezi rostlinami nejen živiny, ale i elektrické a biochemické signály. Mnohé další se můžeme naučit například z praktického přehledu na stránkách BBC (v angličtině): www.bbc.co.uk/earth/story/20141111-plants-have-a-hidden-internet. Nebo česky ve článku na g.cz <https://g.cz/internet-neni-lidsky-vynalez/>

Lidé mohou do myceliárních sítí zasahovat. Pomocí formy a suchého substrátu (např. dřevěných odřezků) totiž dokážeme mycelium „přesvědčit“, aby z něj místo houby rostly předem známé konstrukce. Tuto biotechnologii lze upravit k pěstování čehokoliv – od obalů a stavebních materiálů až po rostlinnou stravu – čímž z životního prostředí odstraňujeme škodlivé plasty. V tomto modulu se žáci naučí, že použití této biotechnologie ve výrobě není jen teoretická možnost – vypěstují si totiž vlastní myceliární konstrukci.

Aktivita č. 1 se výborně hodí pro oblast designu a konstruování. V hodinách fyziky si mohou žáci vypěstovat myceliární izolační desky a provést test jejich tepelných vlastností (viz www.biohm.co.uk/mycelium – v angličtině). Tím si procvičí schopnost porovnávat účinnost různých izolačních materiálů. V případné rozšiřující výuce si mohou žáci vyhodnotit účinnost myceliární izolace v budovách tím, že postaví jednoduchý modelový dům a osadí jej těmito izolačními deskami. Návody na stavbu pokusných budov (v angličtině):

- www.designcoalition.org/kids/energyhouse/pdfs/experiments.pdf – jednoduché řešení

PŘEDSTAVENÍ MODULIU

- www.en.seacs.eu/energy-house-kit-secondary-primary-schools/4 – složitější

V těchto hodinách se žáci seznámí s pojmy funkce a strategie. Je třeba dbát na jejich rozlišování, a proto zde nabízíme následující definice:

Funkce: V biomimikrách označuje funkce takovou adaptaci organismu, která mu pomáhá přežít. Například medvědí kožešina slouží k tomu, aby byl medvěd v teple. Technicky můžeme tuto funkci pojmenovat jako omezení tepelné výměny (izolace). List rostliny je od přírody biologicky rozložitelný. Jednou z jeho funkcí je tedy „rozklad“, tedy aby se po použití rozpadl. Své funkce mají i lidské produkty. Funkcí konvice je jednak uložení vody a jednak její ohřev (fyzikální změna látky). Funkce je zkrátka to, „co to dělá“.

Strategie: Svoje funkční potřeby naplňují organismy pomocí biologických strategií. Takovou strategií může být určitá vlastnost, mechanismus nebo proces, plnící pro organismus danou funkci. U zmíněného medvěda je kožešina strategie zajištění izolace. V konvici se teplota vody mění přeměnou elektrické energie na tepelnou. Strategie je zkrátka to, „jak se to dělá“.

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT



MÍSTO
uvnitř

1 | PĚSTUJEME Z JIŽ VYPĚSTOVANÉHO

» TVORBA 



**POMŮCKY
A MATERIÁLY**

- Podrobnosti (internetový odkaz v angličtině): (<https://grown.bio/shop/>)
- [W1.1](#) – kolo hodnocení



PŘÍPRAVA

Na adrese grown.bio/shop/ předem zakoupíme myceliární substrát. Mycelium si můžeme i vypěstovat ze spór, ať již vlastních, anebo levně zakoupených (viz níže)

V rámci této aktivity využijeme mycelium jako prostředek k vypěstování konstrukce. V lidských systémech většinou nejprve vytvoříme materiál a až pak přemýšlíme, jak si poradit s odpadními produkty. Příroda to dělá jinak – na začátku má nějaký udržitelný materiál (chitin, celulózu aj.) a pak v evoluci rozvine možnosti výroby užitečných věcí z tohoto materiálu. V aktivitě tento proces napodobujeme tím, že vycházíme z udržitelného materiálu (mycelia) a žáků se ptáme, co z něj mohou vyrobit. Takto chceme modul záramovat proto, abychom žákům poskytli větší tvůrčí prostor.

Dobrym výchozím zdrojem může být následující video z dílny Mycoworks (v angličtině), které ukazuje, jak firmy z mycelia pěstují komerčně využitelné konstrukce: www.youtube.com/watch?v=VWQznqpy3Ss&feature=emb_logo

Další videa a informace pro žáky (v angličtině) najdete na adrese: www.thegreentemple.net/articles/mycelium-the-future-is-fungi.

Jedná se o velmi otevřenou aktivitu. Chceme žáky vybídnout k tomu, aby si na základě biomimetických principů vyrobili nějaký produkt. Nechceme po nich řešení konkrétního problému. Místo toho se jich zeptáme otevřeně:

„Co můžete z mycelia vytvořit?“ Může to být konkrétní výrobek nebo prostě „něco užitečného“.

Podrobnosti navrhovaného postupu při žákovské výrobě materiálu z mycelia obsahuje následující rámeček. Tento způsob pěstování materiálu znamená, že si z něj můžeme vytvarovat nejrůznější výrobky – penál, tácek, držák nápojů, izolaci aj. Řadu příkladů pro inspiraci získají žáci, pokud si do vyhledávače obrázků zadají dotaz „mycelium products“. Existuje samozřejmě i řada užitečných videí, například toto (v angličtině):

<https://www.youtube.com/watch?v=Hn8SwpZiemo&list=PLNtVHW6WqcLmqLsK Ff55KNxbGmjloHu3q&index=3&t=26s>.

Již vytvořený produkt si žáci ohodnotí s pomocí kola na pracovním listu [W1.1](#). Nad výsledky hodnocení se zamyslí a navrhnu zlepšení.

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT

Myceliární sady a substrát

Sady lze snadno objednat na adrese <https://www.grown.bio/shop/>. Zakoupit lze i sadu s formami, i když formy si mohou žáci snadno vyrobit z kartonu (a tento postup bude více tvůrčí). Jako nejjednodušší sadu pro začátečníky doporučujeme GIY Hemp Kit.

Celý postup krok za krokem (v angličtině) naleznete na adrese https://grown.bio/wp-content/uploads/2020/07/GIY_Manual_GrownBio.pdf.

Nebo zkuste toto video (v angličtině):

https://www.grown.bio/wp-content/uploads/2020/07/Grow-It-Yourself-GIY-Mycelium-with-Grown.Bio_.mp4.

Jakmile získáte inspiraci, můžete se probrat množstvím zdrojů (v angličtině) na adrese <https://materiom.org/recipe/200>. Samotné podhoubí lze zakoupit na adrese <https://www.annforfungi.co.uk/>. To vyjde levněji, ale budete si muset zvlášť pořídit vhodný substrát, na kterém se vám mycelium rozroste.

Alternativou k myceliární technologii je výroba bioplastů – viz např. tento odkaz (v angličtině): www.instructables.com/Make-Your-Own-Bioplastics/. I tento postup vyjde pravděpodobně levněji než pořízení sady s myceliem.

K dalšímu seznámení s celou touto oblastí doporučujeme žákům The Materials Experience Lab (<http://materialsexperiencelab.com/> – v angličtině), kde naleznou popis některých jednoduchých nápadů. Podívejte se zejména na tyto projekty: <http://materialsexperiencelab.com/master-graduation-projects-overview>.

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT



MÍSTO
uvnitř

2 | JE TOTO BUDOUCNOST?

» OBJEVOVÁNÍ 



**POMŮCKY
A MATERIÁLY**

- připojení k internetu
- W2.1 – materiály získané pomocí biotechnologií



PŘÍPRAVA

Zajištění přístupu
k internetu.

Výroba produktů na bázi mycelia je jen jednou z řady biotechnologií. Při této aktivitě si mají žáci zjistit informace o výrobě prostřednictvím biotechnologií (biofabrikaci). Pro začátek jim můžeme nabídnout následující definici biofabrikace (anebo si nějakou mohou najít sami):

„Výroba produktů, jejichž konstrukce je tvořena živými buňkami, molekulami, tkáněmi a jinými biomateriály.“ Jinými slovy, jde o pěstování materiálů na bázi přírodních procesů. Mnohem podrobnější definici lze najít na adrese londýnského Institute of Physics (<https://physicsworld.com/a/how-do-you-define-biofabrication-today/> – v angličtině).

Nejprve mají žáci za úkol vyjmenovat čtyři běžné lidmi vyráběné materiály, které používají v každodenním životě. Mohou to být plasty, textil, kůže, kov, beton. Postačí i obecné formulace. Pak žáci hledají na internetu, zda existují příklady těchto materiálů vyrobených pomocí biotechnologií. Tímto tématem se zabývá celá řada stránek. Dostatečný počet příkladů bychom měli získat, pokud do vyhledávače zadáme anglický název materiálu a termín „biofabrication“. Dále uvádíme několik stránek se všeobecným zaměřením (v angličtině):

- www.healthymaterialslab.org/
- www.modernmeadow.com/
- www.dezeen.com (na těchto stránkách najdeme spoustu příkladů).

U každého ze čtveřice příkladů mají žáci určit, který přírodní proces biotechnologickou výrobou materiálu napodobujeme. Příkladem je Hempcrete, zdvo z vápna a konopí, které při výrobě aktivně pohlcuje CO₂ – www.iso hemp.com/en/hemp-blocks-naturally-efficient-masonry (v angličtině).

Dále mají žáci za úkol najít informace o výhodách a nevýhodách jednotlivých biotechnologicky vyráběných materiálů. Zde mohou využít tabulku na pracovním listu W1.1. Daly by se biotechnologicky vyráběným materiálem nahradit materiály současné?

DALŠÍ SMĚR PRÁCE

Někteří žáci možná budou mít chuť prozkoumat i vztah mezi přístupem na bázi biomimiker a udržitelnější výrobou materiálů. U jednotlivých zvolených příkladů pak mají za úkol posoudit funkci, kterou napodobujeme, a strategii jejího plnění (definice funkce a strategie viz výše – [Rozšiřující informace pro učitele](#)).

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT



MÍSTO
uvnitř

3 | JE-LI ŘEŠENÍM PŘÍRODA, TAK JAKÝ PROBLÉM ŘEŠÍME?

» OTÁZKY



POMŮCKY A MATERIÁLY

- přístup k internetu
- promítáčka, počítač
- Powerpointová prezentace o cirkulární ekonomice
- [W3.1](#) – De Bonovy myslící klobouky



PŘÍPRAVA

Nachystáme k promítání video a prezentaci o cirkulární ekonomice.

V první aktivitě si žáci vyzkoušeli, že dokážeme využít přírodu a vypěstovat si materiály k lidské potřebě. Ve druhé aktivitě objevili rostoucí význam odvětví biofabrikace. Nyní si někteří žáci položí legitimní otázku „no a co?“. V následující aktivitě mají za úkol zamyslet se nad krátkým videem o cirkulární ekonomice s využitím techniky myslících klobouků Edwarda de Bona.

Na úvod aktivity můžeme žákům ukázat graf rostoucí materiálové náročnosti lidstva (v angličtině) viz – www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/global-total-material-use-by.

Pak promítneme krátké video s výkladem o lineární a cirkulární ekonomice. Ještě před začátkem promítání žákům vysvětlíme, že o obsahu videa povedou kritickou diskuzi s využitím De Bonovy techniky myslících klobouků.

Myslicí klobouky: rozdělíme žáky na skupiny podle „myslicích klobouků“, ve kterých provedou hlubší zhodnocení videa a důsledků pro naši ekonomiku. Jedná se o nástroj kritického myšlení vyvinutý Edwardem De Bonem. S pomocí „klobouku“ (pomyslného či skutečného) nás pobízí k tomu, abychom přemýšlení o problému napjali určitým směrem. Celkem máme šest myslících klobouků a každý nám nabízí jiný směr zamyšlení (viz pracovní list [W3.1](#)).

Explaining the Circular Economy and How Society Can Re-think Progress [Výklad cirkulární ekonomiky a možností přehodnocení pokroku ve společnosti] (www.youtube.com/watch?v=zCRKvDyyHmI – 3:48 minutes – v angličtině)

Každá z „kloboukových skupin“ shrne své výsledky před celou třídou. Další směr práce nebo domácí úkol: žáci z jednotlivých myslících klobouků mohou vytvořit plakát, na kterém zdokumentují svoji skupinovou diskuzi. Plakát pak představí třídě.

Na závěr si s pomocí prezentace o cirkulární ekonomice projdeme klíčové rozdíly mezi lineární a cirkulární ekonomikou (viz zvláštní soubor).

PODROBNÝ POPIS AKTIVIT

DALŠÍ SMĚR PRÁCE

Někteří žáci možná budou mít chuť prozkoumat celou tuto oblast více do hloubky. Začít mohou například zde

- Aktivní přístup Evropské unie k cirkulární ekonomice (v angličtině) – https://ec.europa.eu/environment/green-growth/index_en.htm
- Vytvořte si vlastní akční plán (využijete zejména graf 4, v angličtině) – <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/resource-efficiency/textiles-in-europe-s-circular-economy>



MÍSTO
uvnitř

4 | PŘECHOD K CIRKULÁRNÍ EKONOMICE

» OTÁZKY



**POMŮCKY
A MATERIÁLY**

[W4.1](#) – model ledovce

Žáci se možná zeptají, zda jsou některé jejich nápady realistické nebo proč se změny odehrávají tak pomalu. Odpovědi budou vyžadovat hlubší pátrání po příčinách a faktorech změn. Zde nám může pomoci model ledovce (viz [W4.1](#)).



PŘÍPRAVA

Vnitřní aktivita.

Vytiskněte [W4.1](#)
v potřebném počtu.

Přestože je model ledovce zformulován ne zrovna snadným jazykem, nabízí celou řadu uplatnění. Další informace o modelu ledovce (v angličtině) najdeme na adrese <https://ecochallenge.org/iceberg-model/>.

Trendy a pravidelnosti:

- Vidíte nějaký příznivý vývoj v rozšíření materiálů inspirovaných přírodou?
- Co třeba materiály, které se po použití přirozeně rozloží?
- A co nové druhy materiálů a výrobků, o kterých ještě před pěti lety nikdo nemluvil?
- Máte pocit, že se vývoj ubírá správným směrem? Hovoří o těchto věcech i vládní úředníci a politikové?

Základní struktury, zavedené postupy:

- Začínáme se v tom, jak se chováme a rozhodujeme, ohlížet i na vliv materiálů a odpadu z jejich výroby?
- Vedou spotřebitelské zvyklosti ke změně způsobů, jak nakupujeme zboží a jak se toto zboží vyrábí?

Mentální modely, hodnoty:

- Jsme připraveni změnit to, jak přemýšlíme o naší svobodě používat a vyhazovat výrobky dle libosti?

W1.1 PĚSTUJEME Z JIŽ VYPĚSTOVANÉHO

Kolo biomimetického hodnocení

NÁZEV KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ NEBO PROJEKTU:

POŽADOVANÁ FUNKCE / KONCEPT:

Otázka 1: S ohledem na těchto devět principů biomimikry se konstrukční řešení blíží tomu, jak by daný výrobek nebo projekt vytvořila příroda.

URČITĚ SOUHLASÍM	SOUHLASÍM	ANI SOUHLASÍM ANI NESOUHLASÍM	NESOUHLASÍM	URČITĚ NESOUHLASÍM
------------------	-----------	----------------------------------	-------------	--------------------

Otázka 2: Které stránky vašeho řešení jsou s ohledem na devět principů biomimikry nejsilnější?
Proč tomu tak je?

.....

Otázka 3: Které jeho stránky jsou nejslabší? **Proč tomu tak je?**

.....

Otázka 4: Promyslete si jedno možné praktické zlepšení vašeho konstrukčního řešení.

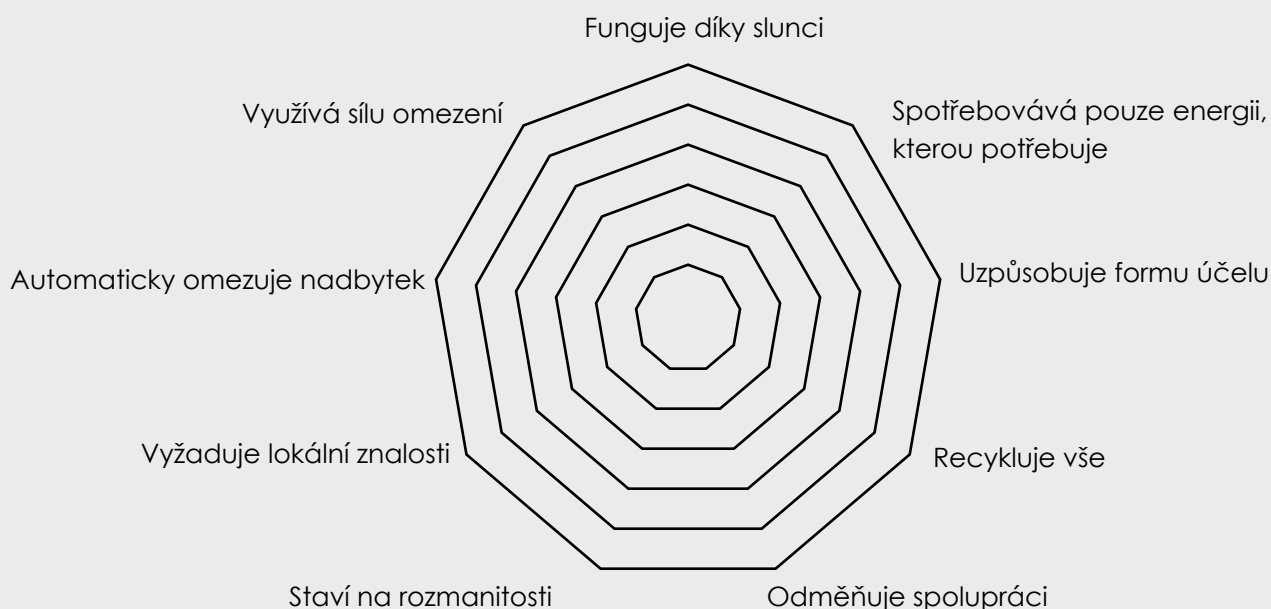


Zlepšujeme svoje konstrukční řešení

Promyslete si, jak byste mohli své konstrukční řešení zlepšit s ohledem na devět principů biomimikry. Jak by asi zamýšlený výrobek nebo funkci zkonstruovala příroda?

.....

ÚKOL: Na následujícím diagramu zaznačte, jak si váš výrobek stojí s ohledem na jednotlivé biomimetické konstrukční principy. Cílem je posoudit silné a slabé stránky vašeho konstrukčního řešení.



W2.1 JE TOTO BUDOUCNOST?

Přednosti a nedostatky materiálů získaných pomocí biotechnologií

Materiál získaný pomocí biotechnologie	Který přírodní proces je zde napodoben?	Přednosti a nedostatky s ohledem na...		
		Zdraví	Životní prostředí	Hospodářství

W3.1 JE-LI ŘEŠENÍM PŘÍRODA, TAK JAKÝ PROBLÉM ŘEŠÍME?

De Bonovy myslící klobouky – otázky



ČERVENÝ KLOBOUK
pocity a emoce

- Domnívám se vzhledem ke svým pocitům, že jde o dobrý nápad?
- Jaký mám z tohoto přístupu, z těchto nápadů pocit?

BÍLÝ KLOBOUK
informace a fakta

- Jaká fakta, data a informace máme k dispozici?
- Jaká fakta, data a informace potřebujeme?
- Jaké informace nám chybějí?

ŽLUTÝ KLOBOUK
kladné a silné stránky s ohledem
na zvažovaný problém

- Jaké jsou silné stránky těchto nápadů?
- Jaké jsou jejich pozitivní přínosy?

ČERNÝ KLOBOUK
problémy s ohledem na zvažovaný
problém

- Jaké jsou slabé stránky?
- Co se může při realizaci těchto nápadů pokazit?
- Jaké jsou možné problémy?

ZELENÝ KLOBOUK
kreativita a nové nápady

- Jaká jsou možná alternativní řešení?
- Lze doporučit něco jiného?
- Jak je možné podívat se na problém nově?

MODRÝ KLOBOUK
plánování a organizování nápadů

- Čím začneme?
- Co bychom měli udělat nejdříve?
- Jaký bychom mohli mít „akční plán“ a co bychom s těmito nápady mohli udělat dále?



W4.1 PŘECHOD K CIRKULÁRNÍ EKONOMICE

Model ledovce

