

Obsah

Nano a cirkulární ekonomika

Autorka: Nikolina Latković

Datum poslední revize: 8.12.2021

Nano a cirkulární ekonomika

Úvod

Velkým tématem poslední doby je klimatická změna. Věda a společnost proto spojily své síly a společně bojují proti klimatické změně a za lepší zítřek. A nano rozhodně nezůstává stranou! Jako klíčová technologie může nano pomoci dosáhnout cílů European Green Deal i přechodu na cirkulární ekonomiku. Podívejme se společně, jak nanotechnologické inovace již nyní zajišťují lepší budoucnost nám všem!

Praktický význam – zde uplatníte své znalosti a dovednosti

V této jednotce se dozvíte, co je cirkulární ekonomika a European Green Deal a jak může nano přispět k jejich uskutečnění. Dále pak zjistíte, jak nám nano může pomoci zajistit čistější a udržitelnější prostředí a šetřit energii i palivo.

Přehled vzdělávacích cílů a kompetencí

V rámci *Seznámení s cirkulární ekonomikou* zjistíte, co je cirkulární ekonomika a European Green Deal a jak k jejich uskutečnění mohou přispět nanotechnologie.

V sekci *Nano pro lepší prostředí* se dozvíte, jak nám nanotechnologie pomáhají redukovat odpady škodlivé pro životní prostředí, vyvíjet udržitelnější infrastruktury a zajišťovat čistější prostředí.

Nano, energie a úspora paliva vám představí, jak nám nanotechnologie mohou pomoci vyrábět energii z obnovitelných zdrojů, šetřit palivo, a také jaký je jejich potenciál ve vývoji multifunkčních materiálů přispívajících k výrobě a údržbě lehčích, bezpečnějších, chytřejších a efektivnějších vozidel, letounů a vesmírných i námořních lodí.

Vzdělávací cíle	Dílčí cíle
LG_Nano and the Circular Economy_Seznámení s cirkulární ekonomikou	FO_Nano and the Circular Economy 01_01: Co je cirkulární ekonomika? FO Nano and the Circular Economy_01_02: Nano a cirkulární ekonomika _ Co je European Green Deal? 01_03: Nano and the circular economy_Nano v cirkulární ekonomice a European Green Deal
LG_Nano and the Circular Economy_Nano pro lepší prostředí	FO_Nano and the Circular Economy 02_01: Nano redukuje odpady škodlivé pro životní prostředí

	FO_ Nano and the Circular Economy 02_02: Udržitelnější infrastruktura FO_ Nano and the Circular Economy _02_03: Nano pro čistější prostředí
LG_ Nano and the Circular Economy_Nano, energie a úspora paliva	FO_ Nano and the Circular Economy 03_01: Nano a obnovitelná energie FO_ Nano and the Circular Economy 03_02: Nanotechnologie a úspora paliva FO_ Nano and the Circular Economy_03_03: Potenciál nanotechnologií

1. Seznámení s cirkulární ekonomikou

K pochopení role, kterou mohou nanotechnologie hrát v cirkulární ekonomice, je důležité nejprve poznat, co vlastně cirkulární ekonomika představuje. Cirkulární ekonomika je „model výroby a spotřeby zahrnující sdílení, pronájem, opakované užívání, opravy, repasi a recyklaci stávajících materiálů a výrobků po maximální možnou dobu. Tímto způsobem se prodlužuje životní cyklus produktů“.

Smyslem tohoto přístupu je **omezit množství odpadu** na minimum. Tedy aby po skončení životnosti produktu bylo možno materiály, z nichž je vyroben, produktivně znovu použít, a tím **vytvořit přidanou hodnotu**.

Cirkulární ekonomika se tím odlišuje od ekonomiky lineární, která využívá schéma „vezmi-vyrob-spotřebuj-zahod“. Tento model využívá velké množství levných, snadno dostupných materiálů a energií. Jedním z důsledků tohoto přístupu je plánované zastarávání, kdy je produkt navržen tak, aby měl jen omezenou životnost a spotřebitelé si koupili nový.

Definice

Cirkulární ekonomika

Cirkulární ekonomika je model výroby a spotřeby zahrnující sdílení, pronájem, opakované užití, opravy, repasi a recyklaci stávajících materiálů a produktů po maximální možnou dobu. Tímto způsobem se **prodlužuje životní cyklus produktů**.

Možná se ptáte, proč je přechod na cirkulární ekonomiku důležitý. Je to proto, že zásoby surovin nejsou nekonečné. Počet obyvatel Země se stále zvyšuje a s tím se zvyšuje i poptávka. Těžba a zpracování surovin má také dopad na životní prostředí, což zvyšuje spotřebu energie a množství emisí CO₂ (Evropský parlament, 2021).

Opatření, jako je například prevence vzniku odpadů, ekologická konstrukce a opětovné použití, by mohla firmám v EU ušetřit finanční prostředky a zároveň snížit celkové roční množství emisí skleníkových plynů. Aktuální produkce materiálů, které denně používáme, je příčinou 45 % emisí CO₂ (Evropský parlament, 2021).

Přechod na cirkulární ekonomiku by mohl pomoci v boji proti klimatické změně, zvýšit bezpečnost dodávek nerostných surovin, zvýšit konkurenceschopnost, stimulovat inovace, podpořit ekonomiku a vytvořit pracovní místa (700 000 pracovních míst jen v EU do roku 2030) (Evropský parlament, 2021).

Přínos pro vás jako spotřebitele spočívá v delší životnosti a vyšší inovativnosti produktů, které vám z dlouhodobého hlediska zvýší kvalitu života a ušetří peníze.

Obr. 1: Cirkulární ekonomika



Cirkulární ekonomika je jedním z cílů European Green Deal. **European Green Deal** je soubor politických iniciativ Evropské komise, jehož hlavním cílem je klimatická neutralita Evropské unie (EU) v roce 2050. Klimatická změna a zhoršování životního prostředí jsou existenční hrozbou pro Evropu i celý svět. Smyslem European Green Deal je tedy bojovat s těmito problémy přetvořením EU v moderní a konkurenční ekonomiku, která efektivně využívá své zdroje, a zároveň zajistit:

- eliminaci emisí skleníkových plynů do roku 2050
- hospodářský růst bez zvyšování množství využívaných zdrojů
- zapojení všech lidí a všech oblastí, aby nikdo nebyl odstaven stranou

Evropská komise přijala soubor návrhů, na jejichž základě by se měla klimatická, energetická, dopravní a daňová politika EU změnit tak, **aby bylo možno snížit množství emisí skleníkových plynů do roku 2030 přinejmenším o 55 %** v porovnání s rokem 1990 (Evropská komise, 2019).

Důležitá fakta

European Green Deal

European Green Deal je soubor politických iniciativ Evropské komise, jejichž hlavním cílem je dosažení klimatické neutrality Evropské unie (EU) do roku 2050.

Ted' si možná kladete otázku, jakou roli hrají v cirkulární ekonomice nanotechnologie? Existuje celá řada možností, jak nám nanotechnologie mohou pomoci dosáhnout cílů European Green Deal a přejít na cirkulární ekonomiku.

Nanotechnologie ovlivňují spoustu věcí. Jak už víte z předchozích textů, v nano měřítku se vlastnosti materiálů mohou lišit od jejich vlastností ve větších měřítcích. Nanomateriály nám tak mohou pomoci snížit spotřebu kritických nerostných surovin i objemných materiálů, ale i energií a paliv. Kritické nerostné suroviny (CRM) jsou **suroviny s vysokou důležitostí pro hospodářství EU, s jejichž dodávkami se pojí vysoká míra rizika** (Evropský parlament, 2021.)

Kromě European Green Deal a nového Akčního plánu Evropské komise pro cirkulární ekonomiku zahájila EU také novou Evropskou průmyslovou strategii a Strategii pro udržitelnost v oblasti chemických látek. Cílem všech těchto plánů je udržitelná, spravedlivá a inkluzivní ekonomika Evropské unie. A tyto plány také vyžadují, aby všechny nové materiály a produkty byly nejen funkční, ale také bezpečné a udržitelné. Nanotechnologie jsou jednou z technologií, díky nimž je zelený růst možný (Shan *et al.* 2009).

Definice

Kritické nerostné suroviny (CRM)

Kritické nerostné suroviny (CRM) jsou **suroviny s vysokou důležitostí pro hospodářství EU, s jejichž dodávkami se pojí vysoká míra rizika.**

Obr. 2: Přínos European Green Deal



Legenda

čistý vzduch, čistá voda, zdravá půda a biodiverzita	renovované, energeticky hospodárné budovy	zdravé a dostupné potraviny	více veřejné dopravy
čistější energie a nejmodernější čisté technologické inovace	produkty s delší životností, které lze opravovat, recyklovat a opakovaně používat	pracovní místa pro budoucnost a školení dovedností potřebných k přechodu	globálně konkurenceschopný a robustní průmysl

V následujících částech se podrobněji dozvíte o tom, jak mohou nanotechnologie přispět k realizaci cirkulární ekonomiky a European Green Deal díky snižování množství používaných nerostných surovin – včetně CRM – a jak mohou pomoci snižovat množství energie a paliv potřebné k výrobě a přepravě. Závěrem zjistíte, jak mohou nanotechnologie přispět k vyšší efektivitě sektoru energií z obnovitelných zdrojů.

Důležitá fakta

Nano, cirkulární ekonomika a European Green Deal

Nanotechnologie představují jednu z technologií, které by nám mohly pomoci vytvořit udržitelnou, spravedlivou a inkluzivní ekonomiku Evropské unie.

2. Čistější a udržitelnější prostředí

Ted' už tedy víte, že nanotechnologie nám mohou pomoci dosáhnout cílů European Green Deal a uskutečnit přechod na cirkulární ekonomiku. Nyní se podíváme na to, jak nám nanotechnologie mohou pomoci v dosažení těchto cílů.

Nanomateriály nám mohou pomoci omezit dopad naší činnosti na životní prostředí, snížit množství odpadu produkovaného průmyslovou i zemědělskou výrobou a celkově omezit znečištění. Zaprvé, snižování dopadu na životní prostředí zahrnuje zelené procesy a zelenou techniku, řízení množství emisí, odsíření/denitrifikaci neobnovitelných energetických zdrojů a zlepšování zemědělských a potravinářských systémů. Zadruhé, zpracování průmyslových a zemědělských odpadů a snižování jejich množství zahrnuje přeměnu odpadu na

produkty, sanaci podzemních vod, adsorpci, zpomalování fotokatalýzy a nanomembrány. Co se týče redukce znečištění vod, nanomateriály mění své fyzikální vlastnosti díky vysokému poměru mezi plochou povrchu a objemem. Používají se jako katalyzátory, adsorbenty, membrány a aditiva ke zvýšení aktivity a potenciálu díky vysokým hodnotám specifického povrchu a účinkům v nanoměřítku. Stručně řečeno, **nanomateriály jsou při zpracování odpadů účinnější, protože snižují množství potřebného materiálu** (Shan *et al.* 2009). Jak už víme, snižování potřebného množství materiálu je důležité, protože zásoby nerostných surovin nejsou nekonečné.



Nanomateriály nám mohou pomoci snížit zátěž životního prostředí, omezit množství průmyslového a zemědělského odpadu a snížit míru znečištění

Zapamatujte si

Nano a redukce odpadů

Nanomateriály jsou při snižování množství odpadů účinnější, protože snižují množství potřebného materiálu. Jak už víme, snižování potřebného množství materiálu je důležité, protože zásoby nerostných surovin nejsou nekonečné.

Nanozpracování hliníku, oceli, asfaltu, betonu a dalších cementových materiálů a jejich recyklovaných forem je velkým příslibem z hlediska zlepšování vlastností, odolnosti a životnosti součástí dálniční a dopravní infrastruktury při současném snižování nákladů v průběhu celého jejich životního cyklu. Nové systémy mohou tradiční materiály obohatit o inovativní schopnosti, například možnost samozacelování nebo schopnost vyrábět či přenášet energii (NNI, 2018). **To představuje příspěvek k uskutečnění cirkulární ekonomiky díky prodloužení životnosti výrobků.**

Senzory a zařízení v nanoměřítku mohou zajistit nákladově efektivní průběžný monitoring strukturální integrity a vlastností mostů, tunelů, kolejí, parkovacích konstrukcí a chodníků. Nano snímače, komunikační zařízení a další nanoelektronické inovace mohou pomoci podpořit vyspělou dopravní infrastrukturu schopnou komunikovat se systémy vozu a pomáhat tak řidičům s jízdou v pruzích, prevencí nehod, úpravou trasy tak, aby se vyhnuli zácpám, a zlepšovat interakci řidiče s palubní elektronikou (NNI, 2018).



Senzory a zařízení v nanoměřítku mohou zajistit nákladově efektivní průběžný monitoring strukturální integrity a vlastností mostů, tunelů, kolejí, parkovacích konstrukcí a chodníků.

Dále pak existuje celá řada způsobů, jak mohou nanotechnologie pomáhat s odhalováním a sanací znečištění životního prostředí. Nanotechnologie mohou například pomoci s nízkonákladovou detekcí a sanací znečištění vod. Výzkumníci již vyvinuli tenkou membránu s nano póry pro energeticky efektivní odsolování. Tato membrána z disulfidu molybdeničitého (MoS_2) dokáže přefiltrovat **dvoj až pětinasobně více vody než stávající konvenční filtry** (NNI, 2021).

Výzkumníci také vyvinuli „papírový ubrousek“ z nano látky utkané z jemných vláken oxidu manganu a draslíku, který dokáže **pohltit množství oleje odpovídající až dvacetinasobku hmotnosti ubrousku**. K mechanickému odlučování oleje z vody již byly úspěšně použity magnetické nanočástice odpuzující vodu (NNI, 2021).

Celá řada kabinových filtrů letadel a dalších typů vzduchových filtrů navíc využívá nanotechnologickou „mechanickou filtraci“, kdy materiály z nanovláken utvářejí póry v nanoměřítku, a zachycují tak částice o rozměrech přesahujících velikost pórů. Filtry také mohou obsahovat vrstvy uhlí odstraňující pachy (NNI, 2021).

Nanotechnologické senzory a zařízení již také dokáží detekovat a identifikovat chemické či biologické látky v ovzduší a půdě s mnohem větší citlivostí než kdy dříve. Jedním z příkladů je senzor, který vyvinula NASA v podobě doplňku pro chytrý telefon a který mohou používat hasiči ke sledování kvality vzduchu v okolí požárů (NNI, 2021).



NASA vyvinula nano senzor v podobě doplňku pro chytrý telefon, který mohou používat hasiči ke sledování kvality vzduchu v okolí požárů.

Nanotechnologie nám tedy mohou pomoci k čistějšímu a udržitelnějšímu životnímu prostředí účinněji, a to ať hovoříme o zpracování odpadu nebo filtraci vody a vzduchu. Nanomateriály jsou při zpracování odpadů účinnější proto, že snižují potřebné množství materiálu. Díky nanotechnologickému zpracování materiálů mohou být udržitelnější i infrastruktury našich měst na základě prodloužení jejich životnosti – to platí například pro chodníky či mosty.

Zapamatujte si

Nanotechnologie a čistota vod

Výzkumníci vyvinuli tenkou membránu s nano póry pro energeticky efektivní odsolování. Tato membrána z disulfidu molybdeničitého (MoS_2) dokáže přefiltrovat dvoj až pětinašobně více vody než stávající konvenční filtry.

3. Nano, energie a úspora paliva

Nanotechnologie mohou přispívat k alternativním způsobům získávání energie, a tedy i k naplňování rostoucí světové poptávky po energii, a zároveň pomáhat v boji proti klimatické změně. Vědci zkoumají různé způsoby vývoje čistých, dostupných a obnovitelných zdrojů energie i prostředky ke snižování spotřeby energie a znečištění životního prostředí. Nanotechnologie například zvyšují účinnost výroby paliv z ropných surovin díky lepší katalýze. Umožňují také snižování spotřeby paliva vozidel i elektráren díky účinnějšímu spalování a menšímu tření. Nanotechnologie se dále používají při těžbě ropy a plynu, kde v provozech offshore nacházejí uplatnění ventily využívající nanotechnologie, a také při detekci mikroskopických trhlin v ropovodech. (NNI, 2021). Dalším vhodným příkladem je zvýšení účinnosti větrných turbín až o 25 % díky nanotermální povrchové úpravě jejich listů. Nanotermální povrchová úprava brání vzniku námrazy na větrných turbínách. (CISION PR Newswire, 2019). Pryskyřice s obsahem uhlíkových nanotubic se pak používá při výrobě delších, pevnějších a lehčích listů větrných turbín, které tak mohou vyrábět více energie (NNI, 2021).



Dalším sektorem energetiky využívající obnovitelných zdrojů, kde mohou nanotechnologie pomoci, je solární energie. Mezi hlavní nevýhody fotovoltaických elektráren jsou vysoké náklady na výrobu solárních článků. Účinnost moderních solárních článků navíc mohou snižovat až o 10 % přímé optické ztráty, protože povrch článků odráží 2 % - 10 % dopadajícího slunečního světla. Nanotechnologie nabízejí možné řešení tohoto problému. Vzhledem k tomu, že velikost nanostruktur obvykle činí jen několik stovek nanometrů, vytváří se tedy mezi vzduchem a nanostrukturou, zejména pokud je vyrobena z křemíku, rozhraní stupňovitě a nikoli rovinné. Tato změna konstrukce solárních článků umožňuje přesné vedení světla a jeho absorpci článkem, nikoli odraz (Cuffari, 2018). Nanotechnologie je také možno využít v solárních panelech k účinnější přeměně slunečního záření na energii s příslibem nenákladné solární energie pro budoucnost. Solární články s nanostrukturou by bylo možno vyrábět a osazovat levněji, protože mohou využívat tiskové výrobní procesy a mohou mít podobu pružných rolí, nikoli jen pevných panelů. Výzkum z poslední doby naznačuje, že solární konvertory budoucnosti by mohly mít i podobu nátěru (NNI, 2018).

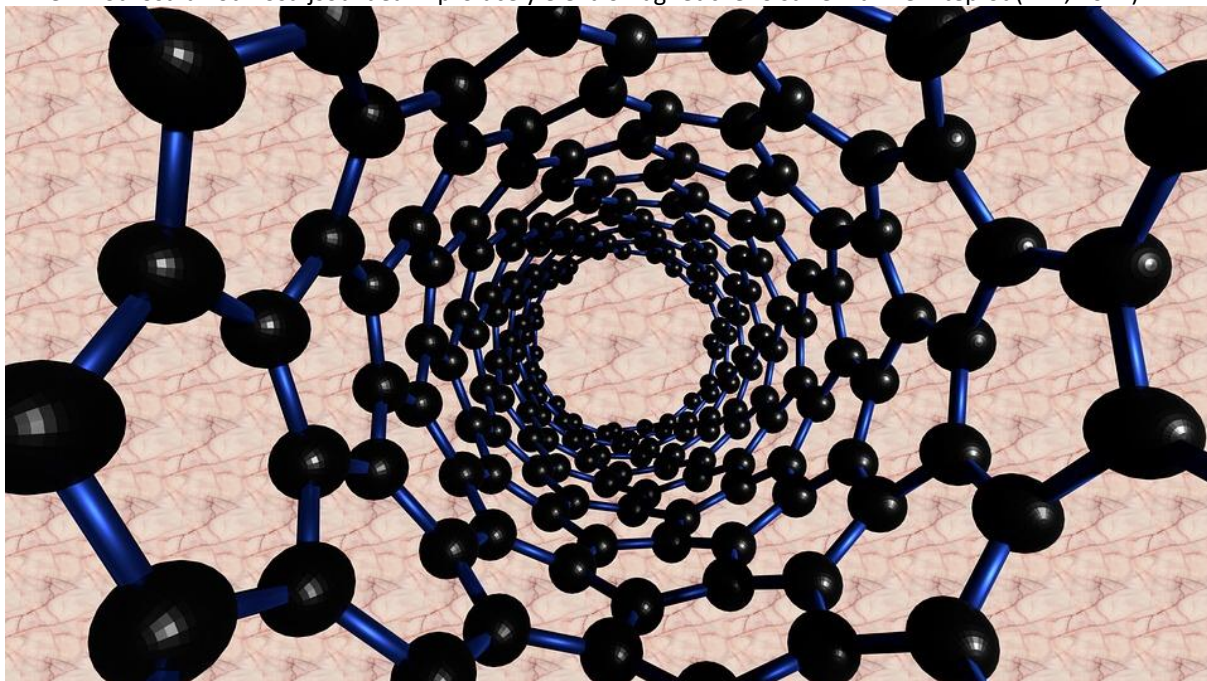
Dále jsou pak ve vývoji vodiče s obsahem uhlíkových nanotubic, které budou mít mnohem menší odpor než stávající vysokonapěťové vodiče používané v elektrické síti, čímž se sníží ztráty v přenosové síti. Obdobně se vyvíjejí nanotechnologická řešení k přeměně odpadního tepla z počítačů, automobilů, domácností, elektráren, atd. ve využitelnou elektrickou energii (NNI, 2018).

Energeticky úsporných produktů a produktů s vysokou energetickou účinností je stále více co do počtu i škály využití. Kromě výše uvedeného umožňují nanotechnologie i konstrukci efektivnějších systémů osvětlení, lehčích a pevnějších materiálů pro podvozky vozidel, nižší spotřebu energie u vyspělých elektronických zařízení a výrobu „chytrých“ povrchových úprav skla reagujících na světlo.

Nanotechnologie nám tedy mohou pomoci vyvíjet efektivnější produkty, které minimalizují energetické ztráty a maximalizují výkony.

Zapamatujte si
Nanotechnologie a obnovitelná energie
Nanotechnologie nám mohou pomoci vyvíjet efektivnější produkty, které minimalizují energetické ztráty a maximalizují výkony.

Již jsme zmínili, že nanotechnologie nám mohou pomoci k úsporám paliva. Mohou totiž přispět k odlehčování osobních i nákladních automobilů, letadel, a lodí námořních i vesmírných, což může přinést značné úspory paliva. Jak jsme se dozvěděli už dříve, úžasné vlastnosti nanomateriálů nám umožňují vyvíjet materiály stejně odolné jako materiály objemové, ovšem lehčí. Nanopřísady do polymerních kompozitních materiálů se využívají také při výrobě baseballových pálek, tenisových raket, jízdních kol, motocyklových přileb, součástek automobilů, zavazadel a skořepin elektrického nářadí, které jsou tak lehké, tuhé, odolné a s dlouhou životností. Již nyní jsou ve výrobě desky s uhlíkovými nanotrubicemi pro použití v letounech nové generace. Například díky kombinaci nízké hmotnosti a vodivosti jsou ideální pro účely elektromagnetického stínění a řízení teplot (NNI, 2021).



Uhlíková nanotrubice

Nanotechnologie navíc zvyšují efektivitu výroby paliv z ropných surovin díky lepší katalýze. Umožňují také snižovat spotřebu paliva u vozidel i elektráren díky účinnějšímu spalování a menšímu tření (NNI, 2021).

Zapamatujte si

Nano a úspora paliva

Nanotechnologie navíc zvyšují efektivitu výroby paliv z ropných surovin díky lepší katalýze. Umožňují také snižovat spotřebu paliva u vozidel i elektráren díky účinnějšímu spalování, menšímu tření a odlehčování konstrukce.

Stručně řečeno, nanotechnologie nabízejí příslib vývoje multifunkčních materiálů, které přispějí k výrobě a údržbě lehčích, bezpečnějších, „chytřejších“ a efektivnějších vozidel, letadel a vesmírných i námořních lodí. Dále pak nanotechnologie nabízejí širokou škálu prostředků ke zlepšování dopravní infrastruktury.



Jak již bylo uvedeno výše, mezi nanotechnologicky zpracované materiály použité v automobilech patří konstrukční součásti z polymerních nanokompozitů, například:

- systémy vysokonapěťových akumulátorů
- termoelektrické materiály pro řízení teplot
- pneumatiky s nižším valivým odporem
- efektivní/nízkonákladové senzory a elektronická zařízení
- solární panely z tenké fólie
- aditiva do paliv a lepší katalyzátory pro čistší výfukové plyny a delší dojezd.

Závěrem lze říci, že nanotechnologie mohou přispět k vyšší účinnosti obnovitelných zdrojů energie a ke snížení spotřeby paliva díky zvyšování efektivity výroby paliv z ropných surovin na základě lepší katalýzy, a také snížit spotřebu paliva u vozidel a elektráren díky účinnějšímu spalování, menšímu tření a odlehčování konstrukce.

Zapamatujte si
Potenciál nanotechnologií Nanotechnologie nabízejí příslib vývoje multifunkčních materiálů, které přispějí k výrobě a údržbě lehčích, bezpečnějších, „chytřejších“ a efektivnějších vozidel, letadel a vesmírných i námořních lodí.

1. Ukotvení znalostí

Shrnutí

Dospěli jste na konec jednotky na téma „Nano a cirkulární ekonomika“. Vzhledem k velkému množství nových poznatků vám předkládáme stručné opakování nejdůležitějších informací, které jste k tématu obdrželi:

Nanotechnologie ovlivňují spoustu věcí. Jak už víte z předchozích textů, v nano měřítku se vlastnosti materiálů mohou lišit od jejich vlastností ve větších měřítcích. Nanomateriály nám tak mohou pomoci snížit spotřebu kritických nerostných surovin i objemných materiálů, ale i energií a paliva. (Evropský parlament, 2021.)

Kromě European Green Deal a nového Akčního plánu Evropské komise pro cirkulární ekonomiku zahájila EU také novou Evropskou průmyslovou strategii a Strategii pro udržitelnost v oblasti chemických látek. Cílem všech těchto plánů je udržitelná, spravedlivá a inkluzivní ekonomika Evropské unie. A tyto plány také vyžadují, aby všechny nové materiály a produkty byly nejen funkční, ale také bezpečné a udržitelné. Nanotechnologie jsou jednou z technologií, díky nimž je zelený růst možný (Shan *et al.* 2009).

Nanotechnologie nám tedy mohou pomoci k čistějšímu a udržitelnějšímu životnímu prostředí účinněji, a to ať hovoříme o zpracování odpadu nebo filtraci vody a vzduchu. Nanomateriály jsou při zpracování odpadů účinnější proto, že snižují potřebné množství materiálu. Díky nanotechnologickému zpracování materiálů mohou být udržitelnější i infrastruktury našich měst na základě prodlužování jejich životnosti – to platí například pro chodníky či mosty.

Nanotechnologie mohou přispět k vyšší účinnosti obnovitelných zdrojů energie a k úspoře paliva díky zvyšování efektivity výroby paliv z ropných surovin na základě lepší katalýzy, a také k nižší spotřebě paliva u vozidel i elektráren díky účinnějšímu spalování, menšímu tření a odlehčování konstrukce.

Reference

- Cuffari, B. (2018). What Nanotechnology is Used in Solar Panels? Zdroj: <https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=5090>
- European Commission. (2019). A European Green Deal. Zdroj: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- European Commission (2021). Delivering the European Green Deal. Zdroj: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en
- European Parliament. (2020). Critical raw materials. Zdroj: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en
- European Parliament. (2021). Circular economy: definition, importance and benefits. Zdroj: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- National Nanotechnology Initiative (NNI). (2021) Nanotechnology Benefits. Zdroj: <https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits>
- Shan, G., Surampalli, R.Y., Tyagi, R.D. *et al.* Nanomaterials for environmental burden reduction, waste treatment, and nonpoint source pollution control: a review. *Front. Environ. Sci. Eng. China* **3**, 249–264 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11783-009-0029-0>
- CISION PR Newswire. (2019). WINDGO Nanotech Thermal Coatings Help Prevent Wind Turbine Ice Build-up. Zdroj: <https://www.prnewswire.com/news-releases/windgo-nanotech-thermal-coatings-help-prevent-wind-turbine-ice-build-up-300877840.html>