



Co-funded by
the European Union

Nanorobotid inimkehas



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Co-funded by
the European Union

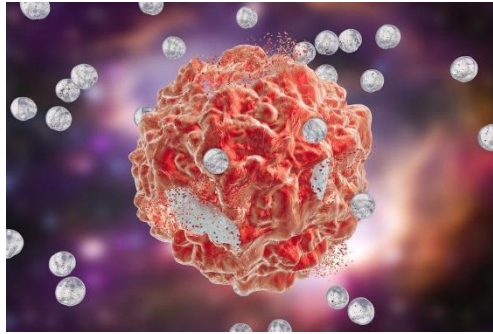
Sisukord

Sissejuhatus	3
Klassifikatsioon:	5
Töö kohta:	6
Täienda:	7
Kokkuvõte:	8
Viited	9



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



Õpitee üldteema	Nanorobotid inimkehas
Õppeüksuse täpne nimetus	<i>Kuidas tillukesed osakesed pakuvad suuri lahendusi</i>
Sihtkasutajate vanus	14–18 aastat
Nõuded õppijale	Põhiteadmised rakubioloogiast, keemiast (aatomid, molekulid, materjalid) ning huvi kaasaegse meditsiini ja tehnoloogia vastu.
Õppeüksuse kirjeldus	See õppeüksus tutvustab õpilastele nanomeditsiini valdkonda, keskendudes sellele, kuidas nanoosakesed transpordivad ravimeid inimkehas. Õppijad uurivad esmalt, mis on nanoosakesed, kuidas need nanoskaalal käituvad ning miks nende ohutu ja täpne transportimine on üks kaasaegse meditsiini suurimaid väljakutseid. Seejärel viivad nad läbi interaktiivseid tegevusi liitreaalsuse (AR) laboris, simuleerides nanoosakeste teekonda vereringes sihttrakkudeni ravimite toimetamiseks. Lõpuks süvendavad nad oma arusaamist, arutledes nanomeditsiini tegelike rakenduste, eetiliste küsimuste ja tulevikuväljakutsete üle. Eesmärk on muuta abstraktne ja keerukas valdkond arusaadavaks ja kaasahaaravaks, näidates, kuidas teadus kõige väiksemas mõõtkavas võib lahendada tervishoiu suurimaid probleeme.
Õppeaine: osapooled	Õppeained: bioloogia, keemia, terviseteadus, IKT/digipädevus, eetika. Osapooled: õpilased, õpetajad, võimalikud külaliskõrgeõppeajad (nanotehnoloogia teadlased, tervishoiutöötajad).





Märksõnad	Nanoosakesed, nanotehnoloogia, nanomediitsin, ravimite transport, sihtteraapia, vere-aju barjäär, regeneratiivne meditsiin, AR-õpe.
Peamised omandatavad pädevused, oskused ja teadmised Nanoosakeste definitsioon ja omadused.	• Nanopartiklite definitsioon ja omadused. Nanomediitsinide transpordi põhimõtted organismis. • Reaalse maailma rakendused (vaktsiinid, vähiravi, neuroloogiline ravi). • Eetilised kaalutlused
Kasutatud ressursid ja didaktilised abivahendid	NIH – Nanomediitsin: meditsiini tulevik on väike. Briti Nanomediitsiini Selts – Mis on nanomediitsin? TWI Global – Mis on nanoosakesed?
Hindamiskriteeriumid ja hindamine	Hindamine ühendab teadmisi, oskusi, loovust ja refleksiooni. Hindamine on nii kujundav (pidev tagasiside liitreaalsusanalüüsi tegevuste ja arutelude ajal) kui ka summatiivne (lõpuesitlused, grupiaruanded ja sooritus liitreaalsusanalüüsidel põhinevates hindamistes).

Sissejuhatus

Iga sekund kannab meie vereringe hapnikku, toitaineid ja ravimeid igasse keha nurka. Kuid mitte kõik ravimid ei jõua õigesse sihtkohta. Näiteks keemiaravi ravimid ringlevad sageli kogu kehas, rünnates nii terveid kui ka vähirakke. See põhjustab valulikke kõrvalmõjusid ja piirab ravi efektiivsust. Kujutage nüüd ette, et ravimid saaksid liikuda nagu juhitud raketid: pisikesed sõidukid, mis on programmeeritud toimetama ravimeid ainult sinna, kuhu neid vaja on. See on nanomediitsiini potentsiaali, valdkonna, mis rakendab nanotehnoloogiat (mis töötab meetri miljardikute skaalal)





tervishoius. Nanoosakesi saab kujundada nii, et need liiguvad läbi keha, vältivad loomulikku kaitset ja toimetavad ravimeid otse haigetesse rakkudesse.

Selles õppemoodulis asuvad õpilased teekonnale nanomediitsiini nähtamatusse maailma. Esmalt uurivad nad teaduse ja meditsiini põhialuseid nanoskaalas, seejärel viivad läbi interaktiivseid missioone liitreaalsuse (AR) laboris, kus nad juhivad nanoosakesi läbi inimkeha, ja lõpuks süvendavad oma arusaamist, mõtiskledes selle revolutsioonilise tehnoloogia võimaluste, väljakutsete ja eetika üle.

Nanomediitsiin kasutab struktuure, mis on nii väikesed, et tuhat neist ritta asetatuna oleksid õhemad kui inimese juuksekarv. Sellises mastaabis käituvad materjalid ebatavalisel viisil. Meditsiini jaoks tähendab see murrangulist muutust. Nanoosakesi saab kujundada ravimite kandmiseks nagu pisikesi kapsleid, sihtides haigeid rakke palju suurema täpsusega kui traditsiooniliste meetoditega.

Selle tehnoloogia olulisus seisneb selle potentsiaalis muuta haiguste ravimise viise:

Sisse**vähiravi**nanoosakesed suudavad ära tunda vähirakke ja toimetada keemiaravi otse neile, säästes terveid kudesid.

Sisse**neuroloogia**mõned nanoosakesed suudavad ületada hematoentsefaalbarjääri, mis on looduslik barjäär, mis tavaliselt blokeerib enamiku ravimite toime, avades uusi võimalusi ajuhaiguste raviks.

Sisse**nakkushaigused**Nanomediitsiini kasutatakse juba COVID-19 vastaste mRNA-vaktsiinide manustamisel, kus lipiidide nanoosakesed kaitsevad ja transpordivad habrast geneetilist materjali ohutult rakkudesse. Ravimite kohaletoimetamise probleemi lahendamiseks lubab nanomediitsiin mitte ainult tõhusamaid ravimeetodeid, vaid ka kannatuste vähendamist kahjulike kõrvaltoimete minimeerimise kaudu.

Mis on nanoosakesed?





Nanoosake on äärmiselt väike osake, mille suurus on 1–100 nanomeetrit. Idee andmiseks, nanomeeter on üks miljardik meetrist. Kui lõigata üks inimjuuks 100 000 tükiks, oleks üks neist fragmentidest umbes nanoosakese suurune (TWI Global, 2023).

Sellel mikroskoopilisel skaalal käituvad materjalid sageli väga erinevalt oma suurematest ja kogukamatest vormidest. Näiteks kuld, mis tavaliselt paistab läikiv ja kollane, võib nanoosakesteks redutseerimisel valgusega vastastikmõju tõttu tunduda punane või lilla. Nanoosakestel on ka väga kõrge pinna ja mahu suhe, mis muudab need palju reaktiivsemaks ja kasulikumaks keemilistes, bioloogilistes ja tehnoloogilistes rakendustes (PNNL, 2023).

Meditšiinis on nanoosakesed eriti olulised. Need toimivad ravimite mikroskoopiliste transpordivahenditena. Teadlased saavad neid kujundada nii, et need:

- liikuda ohutult läbi vereringe,
- vältida immuunsüsteemi poolt põhjustatud kahjustusi,
- kinnituvad spetsiifiliselt haigete rakkude (näiteks vähirakkude) külge ja
- vabastada ravimeid kontrollitud viisil ainult haiguskoldes.

See võime ravida nii täpselt on põhjus, miks nanoosakesed on nanomeditšiinis üliolulised. Näiteks on lipiidnanoosakesed olnud olulised COVID-19 vaktsiinides kasutatava habras mRNA transportimiseks. Samuti katsetavad teadlased nanoosakesi, mis suudavad ületada hematoentsefaalbarjääri, avades uusi uksi neuroloogiliste haiguste raviks ([NIH](#)).

Avasta:

Meie teekonna esimene samm on põhitõdede mõistmine.





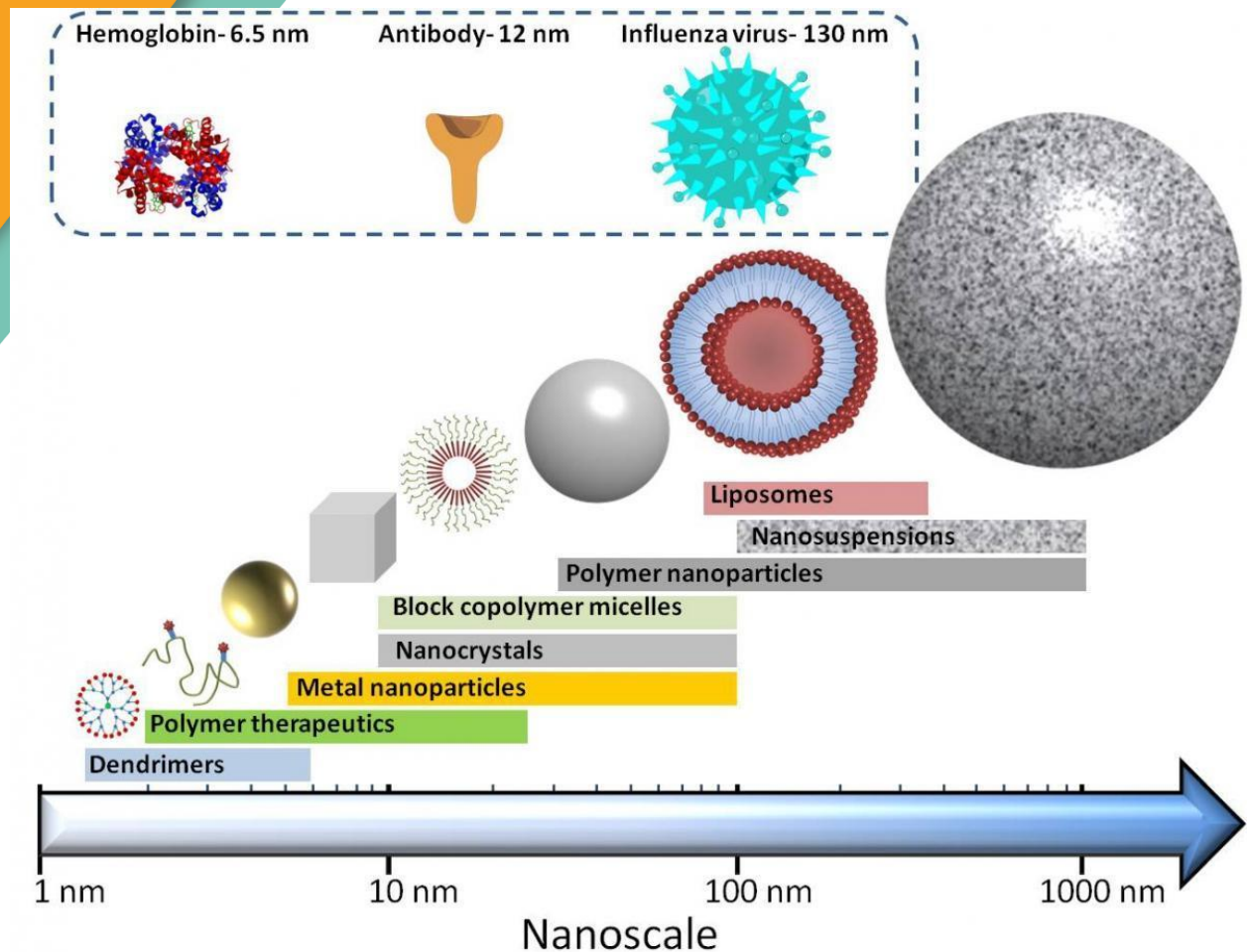
Õpilastele tutvustatakse kontseptsiooni, et enamik keharakke on spetsialiseerunud: naharakud kaitsevad, lihaskud tõmbuvad kokku ja närvirakud edastavad signaale. Tüvirakud seevastu on algselt generalistid. Nad on nagu tühjad ehitusplokid, mis saavad vajadusel paljuneda või muutuda spetsialiseerunud rakkudeks.

Tüvirakke on kolme peamist tüüpi. Embrüonaalsed tüvirakud on pluripotentsed, mis tähendab, et neist võivad inimkehas areneda mis tahes tüüpi rakud. Täiskasvanud tüvirakud, näiteks lümfoidis leiduvad, on küll piiratumad, kuid siiski hädavajalikud kahjustatud koe asendamiseks ja parandamiseks. Lisaks on olemas indutseeritud pluripotentsed tüvirakud (iPSC-d), mis on Shinya Yamanaka ja Kazutoshi Takahashi 2006. aastal tehtud revolutsiooniline avastus, mille käigus normaalsed täiskasvanud rakud "programmeeritakse ümber" toimima nagu embrüonaalsed rakud (Takahashi & Yamanaka, 2006).

Tudengid uurivad ka seda, kuidas neid rakke juba meditsiinis kasutatakse. Lümfoidi siirdamine päästab verevähi, näiteks leukeemiaga patsiente. Sarvkesta tüvirakud taastavad nägemise kahjustatud silmadega inimestel (NIH, 2022). Ja Mayo kliiniku teadlased uurivad, kuidas tüvirakud võiksid parandada kahjustatud südamekude (Mayo kliinik, 2023).

Selles etapis omandavad õpilased olulised teadmised: tüvirakud on looduse parandussüsteem ja inimkond hakkab õppima, kuidas neid kasutada.





Joonis 1 – Allikas: Briti Nanomediitsiini Ühing

Käivita:

Kui alus on paigas, liiguvad õpilased edasi teostusfaasi, kus nad katsetavad, kuidas nanomediitsiini transport tegelikult toimib.

AR-laboris vähendatakse nad praktiliselt nanoosakese suuruseks ja asetatakse simuleeritud vereringesse. Nende missioon: toimetada elupäästvat ravimit kasvaja asukohta. Teel peavad nad vältima immuunrakke, mis üritavad neid hävitada, navigeerima veresoontes ja leidma viisi, kuidas ületada rakumembraane ja vabastada oma last.

AR-süsteem toimib teejuhina, pakkudes iga teekonna etapi kohta üksikasjalikke juhiseid ja visuaalseid selgitusi. Õpilased näevad, kuidas





erinevad disainilahendused, näiteks nanoosakeste katmine immuunsüsteemi eest peituvate "varjatud" molekulidega, mõjutavad nende edu.

Need interaktiivsed harjutused on inspireeritud looduse bioinspiratsioonist. Nii nagu viirused on arenenud rakkudesse tõhusalt sisenema, jälgendavad nanomediitsiini insenerid neid strateegiaid positiivselt. Õpilasi julgustatakse mõtisklema: kuidas loodus molekule transpordib ja mida me sellest õppida saame?

Lisaks liitreaalsusele kinnistavad õppetundi lihtsad klassiruumi tegevused. Näiteks saab helmeid ja geeli kasutada nanoosakeste liikumise modelleerimiseks läbi barjääride, aidates õpilastel ühendada abstraktseid ideid käegakatsutavate kogemustega.

Tagasiside on protsessi sisse ehitatud. Liitreaalsuse rakendused näitavad kohe, kas ravim on oma eesmärgini jõudnud. Õpilased salvestavad oma mõtisklusi digitaalsetesse laboripäevikutesse ja grupiarutelud võimaldavad neil strateegiaid jagada ja tulemusi võrrelda.

Täiustada:

Viimane etapp ulatub harjutamisest kaugemale refleksiooni ja kujutlusvõimeni. Siin saab liitreaalsusest tööriist mitte ainult simulatsiooniks, vaid ka kriitiliseks mõtlemiseks.

Õpilased uurivad nanotehnoloogiaga seotud stsenaariume. Mõned näited õppimise stimuleerimiseks on järgmised:

Kas on võimalik kujundada nanoosakesi, mis vabastavad ravimeid ainult siis, kui nad puutuvad kokku kasvaja happelise keskkonnaga?

- Kuidas saaks nanomediitsiin lahendada ravimite manustamise probleemi läbi hematoentsefaalbarjääri?
- Millised eetilised küsimused tekivad, kui suudame kujundada osakesi, mis ringlevad kehas kuid või aastaid?

AR-tööriistad muudavad need abstraktsed probleemid nähtavaks, muutes need interaktiivseteks mõistatusteks. Õpilased manipuleerivad nanoosakestega, muudavad nende omadusi ja näevad kohe tagajärgi.





Mängustamine süvendab kaasatust: Nende tegevuste kaudu õpilased mitte ainult **mõista, kuidas nanomeditsiini transport toimib**, aga ka mõtiskleda selle mõju, piirangute ja tulevikuvõimaluste üle.

- Punktid ja märgid premeerivad edukalt läbitud missioone.
- Edetabelid soodustavad koostööd ja sõbralikku võistlemist.
- Missioonid avavad järjest keerukamaid väljakutseid, alates ühe organi ravimisest kuni ravimite toimetamiseni mitmesse süsteemi.

Rühmatööd nõuavad õpilastelt koostööd, et kujundada nanoosakesi erinevate haiguste jaoks.

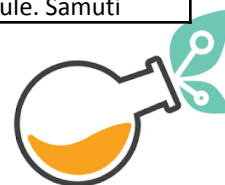
Järeldus:

Selle üksuse lõpuks on õpilased läbinud vereringe, kogenud nanoskaalas ravimite manustamisega seotud väljakutseid ja mõtisklenud selle üle, miks transport on nanomeditsiini keskmes.

Nad on uurinud nanoosakeste taga peituvat teadust, viinud läbi praktilisi missioone, mis peegeldavad tegelikke meditsiinilisi väljakutseid, ning täiustanud oma õppimist liitreaalsuse ja mängustamise abil, mis muutsid nähtamatud protsessid nähtavaks ja kaasahaaravaks.

Kõige tähtsam on see, et nad on ühendanud teaduse ühiskonnaga, mõistes, kuidas nanomeditsiin võiks kujundada tervishoiu tulevikku, pakkudes täpsemaid, tõhusamaid ja humansemaid ravimeetodeid.

Faas	Kirjeldus
Avastamine	- Uuringud ja avastused: Selles esimeses etapis tutvustatakse õpilastele maailma nanoosakesed ja nende erinevat käitumist nanoskaalas. Nad avastavad, et nanoosakese mõõtmed on vahemikus 1 ja 100 nanomeetrit, mille suurus on nii väike, et juuksekarv on 100 000 nanomeetrit paksune. Õpilased õpivad, et meditsiinis toimivad nanoosakesed järgmiselt: mikroskoopilised kullerid. Need on loodud liikuma läbi vereringe, vältima immuunsüsteemi ja toimetama ravi ainult sinna, kus seda vaja on, näiteks otse vähirakule. Samuti





	uurivad nad reaalseid näiteid: lipiidnanoosakesed COVID-19 vaktsiinides, keemiaravis kasutatavad liposoomid ja kullananoosakesed, mida testitakse kasvajate hävitamiseks kuumuse abil.
	- Sisu arendamine: Sisu esitatakse segu kaudulühikesed videod, diagrammid ja lihtsad analoogiad. Näiteks võrreldakse vereringet tiheda liiklusega maanteega, kus nanoosakesed toimivad nagu pisikesed kaubaautod, mis veavad habrasid pakke. Õpilased uurivad takistusi, millega need veoautod silmitsi seisavad: immuunrakud toimivad nagu politsei, hematoentsefaalbarjäär on nagu kontrollpunkt ja haiged rakud on kättetoimetamise aadressid. See tagab, et õppijad omandavad põhimõisted: • Mis on nanoosakesed. • Miks on nende efektiivne transportimine nanomeditsiini keskne väljakutse. • Kuidas nad juba meditsiini muudavad.
	- Vajaduste analüüs: Sellel tasemel õpilastel on sageli raskusi abstraktsete skaaladega nagu nanomeeter. Nad vajavad visuaalsed abivahendid ja interaktiivsed demonstratsioonid intuitsiooni arendamiseks. Samuti vajavad nad selget arusaama miks Ravimite transport on oluline, et teadus tunneks seost inimeste tegelike terviseprobleemidega. See valmistab neid ette sügavamaks ja praktilisemaks kaasamiseks järgmises etapis.
Käi vit a	- Õppekava rakendamine: Õpilased astuvad sisse virtuaalne AR-labor, kus nad „kahandatakse“ nanoskaalani ja paigutatakse vereringesse. Nende ülesanne on transportida ravimeid ohutult sihtkohta, ületades teel takistusi.
	- Interaktiivsed harjutused: Liigu nanoosakestes läbi veresoonte, vältides samal ajal immuunrakke, mis püüavad neid elimineerida.
	- Tagasiside kogumine: Tagasiside tuleb kolmel tasandil: 1. AR-süsteem: Kohesed vastused missiooni õnnestumise või ebaõnnestumise kohta. 2. Õpetaja tähelepanek: Meeskonnatöö, strateegia ja probleemide lahendamise lähenemisviiside jälgimine. 3. Õpilase refleksioon: Tulemuste salvestamine digitaalsesse laboripäevikusse, strateegiate võrdlemine eakaaslastega aruteludes.
Täi ust am a	- AR-integratsioon: AR ei muutu enam pelgalt simulatsiooniks, vaid probleemide lahendamise keskkond. Õpilased manipuleerivad nanoosakeste disainiga: kas nad peaksid need katma nn varjatud kihiga, et vältida immuunrakke? Kas need peaksid ravimeid vabastama ainult teatud pH tingimustes, näiteks kasvajas? Liitreaalsus võimaldab õppijatel katsetada ja kohe näha tulemusi, mida päris klassiruumis oleks võimatu jälgida.
	- Interaktiivne õpe: Õpilased mõtisklevad selle üle, rakendused ja tagajärjed. See soodustab kriitilist mõtlemist ja seob teadust ühiskonnaga.
	Mängustatud sisu: Punktid ja märgid: Auhind antakse iga eduka missiooni eest. Edetabelid: Näidake grupi sooritust ja soodustage sõbralikku võistlust. Ülesanded ja tasemed: Õpilased liiguvad lihtsatest sünnitusülesannetest keerukate, mitut organit hõlmavate väljakutseteni. Auhinnad uurimise eest: Eriline tunnustus uuenduslike strateegiate või näidete linkimise eest praegustest uuringutest. Koostöös mängustatud ülesanded: Meeskonnad kavandavad ja testivad nanoosakesi erinevate haiguste raviks, mis nõuab läbirääkimist ja koostööd.
	AR-põhised hinnangud:





Lõplik hindamine ühendab endas liitreaalsuse tulemuslikkuse, laboripäevikute, grupiesitluste ja eetiliste debattide tulemusi.

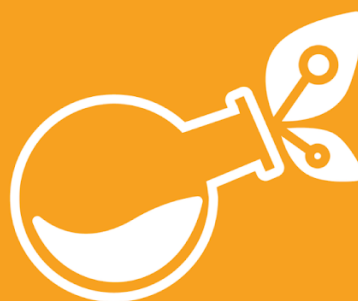
Viited

- Briti NanomeditSiini Selts. (2023). Mis on nanomeditSiin? Välja otsitud aadressilt: <https://www.britishsocietynanomedicine.org/what-is-nanomedicine>
- Riiklikud Tervishoiuinstituudid (NIH). (2022). NanomeditSiin: meditsiini tulevik on väike. Välja otsitud aadressilt: <https://www.nih.gov/research-training/nanomedicine>
- TWI Global. (2023). Mis on nanoosakesed? Välja otsitud aadressilt: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-are-nanoparticles>
- PNNL – Vaikse ookeani loodeosa riiklik labor. (2023). Nanomaterjalide selgitus. Välja otsitud aadressilt: <https://www.pnnl.gov/explainer-articles/nanomaterials>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.