



Kazalo vsebine

Vaja 1: Izkoriščanje vetrne	energije2
Vaja 2: Izkoriščanje sončne	energije10
VAJA 3: Vpliv emisij CO ₂ in izvajanje	strategij zmanjševanja18
Vaja 1:	Elektrolizator vode28
Vaja 2: Gorivna	celica z membrano za izmenjavo protonov34
Vaja 3: Sodobne	baterije40
Primer: Trajnostne tehnologije v naravoslovnem izobraževanju - 2. del. Učna enota s projektnim .učenjem46	
TEORETIČNO	OZADJE48
Primer: Biomimikrija Nanooblike in	prakse okoljske industrije50
Primer:	Zbiranje vode iz atmosfere56
Primer:	Sušilnik hrane na sončno energijo67



Vaja 1: Izkoriščanje vetrne energije

OPIS

Raziskovanje zapletenosti vetrne energije je izjemno pomembno pri iskanju trajnostnih in obnovljivih virov energije. S tem, ko se poglobimo v to temo, dobimo vpogled v velik potencial izkoriščanja vetrne energije in njeno ključno vlogo pri oblikovanju prihodnosti čiste energije.

Razumevanje zgodovinskega ozadja, sedanje uporabe in prihodnjih napovedi vetrne energije nam daje znanje, ki je bistveno za reševanje globalnih energetskega izzivov in spodbujanje okoljsko bolj ozaveščenega sveta. To raziskovanje poudarja pomen sprejemanja inovativnih rešitev, ki združujejo tehnologijo, okoljske vidike in znanstveni napredek za ustvarjanje trajnostnega in harmoničnega odnosa z našim planetom.

DIDAKTIČNO-METODIČNI KOMENTAR

Izkoriščanje vetrne energije ponuja zanimivo platformo za učence, da se poglobijo v področje obnovljivih virov energije in okoljske trajnosti. Ta tema spodbuja interdisciplinarni pristop, saj vključuje koncepte iz fizike, okoljske znanosti in inženirstva. Z raziskovanjem načel pretvorbe vetrne energije in zasnove vetrnih turbin lahko učenci poglobljeno razumejo tehnološki napredek, ki poganja sektor obnovljivih virov energije.

Didaktični pristop vključuje kombinacijo teoretičnega učenja in praktičnega eksperimentiranja. Učenci lahko z interaktivnimi simulacijami in praktičnimi dejavnostmi raziskujejo fiziko vetrne energije. Poleg tega lahko ekskurzije na vetrne elektrarne ali virtualni ogledi zagotovijo kontekst iz resničnega sveta in vpogled v praktično uporabo izkoriščanja vetrne energije. Sodelovalni projekti in skupinske razprave še dodatno izboljšujejo učne rezultate ter spodbujajo timsko delo in kritično mišljenje. Na splošno ta tema omogoča učencem, da postanejo ozaveščeni svetovni državljani, ki so usposobljeni za reševanje perečih okoljskih izzivov in zagovarjanje trajnostnih energetskega rešitev.

PRIMER VIROV ZA EKSPERIMENTALNO DELO V MATIČNEM OKOLJU NA TEMO "IZKORIŠČANJE VETRNE ENERGIJE":

Vir 1: Komplet za izdelavo modela vetrne turbine. Sestavite majhen model vetrne turbine in spoznajte osnovna načela pretvorbe vetrne energije.

Sestavite anemometer za merjenje hitrosti vetra in raziščite njegovo vlogo pri ocenjevanju potenciala vetrne energije.



Vir 3: Programska oprema za simulacijo virtualnih vetrnih elektrarn. Raziščite virtualne vetrne elektrarne, da bi razumeli postavitev turbin in optimizirali strategije proizvodnje energije.

VZORČNA PREISKOVALNA VPRAŠANJA NA TO TEMO, NAMENJENA PROJEKTNIM DEJAVNOSTIM V MATIČNEM OKOLJU:

1. Kako se razlikujejo zasnove vetrnih turbin za različne vetrovne razmere in zahteve po proizvodnji energije?
2. Kakšni so okoljski vplivi, povezani z namestitvijo in delovanjem vetrnih elektrarn na kopnem in na morju?
3. Kako vključitev vetrne energije v energetska omrežja vpliva na splošno stabilnost in zanesljivost omrežja?
4. Kakšni so ekonomski vidiki razvoja in vzdrževanja projektov vetrne energije v primerjavi s tradicionalnimi elektrarnami na fosilna goriva?
5. Kako napredek v znanosti o materialih prispeva k razvoju učinkovitejših in trajnejših komponent vetrnih turbin?
6. Kakšni so izzivi in priložnosti za projekte vetrne energije v lasti skupnosti pri spodbujanju lokalne proizvodnje energije iz obnovljivih virov?
7. Kako lahko vetrno energijo kombiniramo z drugimi obnovljivimi viri energije, kot sta sončna in vodna energija, in tako ustvarimo hibridne energetske sisteme?
8. Kakšni so možni vplivi podnebnih sprememb na prihodnje vzorce vetra in proizvodnjo vetrne energije?
9. Kako je mogoče tehnologije vetrne energije prilagoditi in razširiti za uporabo v državah v razvoju in oddaljenih regijah z omejenim dostopom do tradicionalnih virov energije?
10. Katere politike in predpisi so potrebni za spodbujanje široke uporabe vetrne energije in pospešitev prehoda na nizkoogljično energetska prihodnost?



MODEL VETRNE TURBINE

KRATKE INFORMACIJE O UČNEM VIRU

Predmeti	kemija, fizika, biologija, informacijske tehnologije
Starost	Študenti
Čas izvedbe	2 uri

Ta učni pripomoček je praktični izobraževalni komplet, ki je namenjen učencem za razumevanje načel vetrne energije in delovanja vetrnih turbin. Komplet vključuje vse potrebno gradivo in navodila, s katerimi lahko učenci sami sestavijo delujoč model vetrne turbine. S sestavljanjem in eksperimentiranjem bodo učenci spoznali sestavne dele vetrne turbine, način pretvorbe vetrne energije v električno in dejavnike, ki vplivajo na delovanje turbine. Komplet učencem omogoča zanimiv in interaktiven način raziskovanja konceptov obnovljivih virov energije in pridobivanja praktičnih izkušenj pri predmetih STEM.

UVOD IN TEORETIČNA PODLAGA

Uvod v modelni komplet vetrnih turbin učencem ponuja pregled pomena vetrne energije kot obnovljivega vira in njene vloge pri trajnostni proizvodnji energije. Učenci se seznanijo z naraščajočim svetovnim povpraševanjem po čistih energetskih alternativah in pomenom izkoriščanja vetrne energije za blažitev podnebnih sprememb in zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv. Teoretični koncepti, povezani s pretvorbo vetrne energije, vključno z aerodinamiko, zasnovo rotorja in proizvodnjo električne energije, so predstavljeni kot osnova za razumevanje delovanja vetrnih turbin. S poglobljanjem v teoretične osnove vetrne energije bodo učenci bolje razumeli znanstvena načela tehnologij obnovljivih virov energije in njihov potencial za reševanje okoljskih izzivov.

UTEMELJITEV IZVEDBE POSKUSA

Eksperimentalna učna ura s kompletom modelov vetrnih turbin ponuja učencem praktično priložnost za raziskovanje praktičnih vidikov pridobivanja vetrne energije in njene uporabe v resničnem svetu. S sodelovanjem pri tem poskusu lahko učenci bolje razumejo temeljna načela, na katerih temelji tehnologija vetrnih turbin, in njeno vlogo pri trajnostni proizvodnji energije. S praktičnim eksperimentiranjem bodo učenci raziskali različne dejavnike, ki vplivajo na delovanje vetrnih turbin, kot so zasnova lopatic, hitrost vetra in postavitev turbine, ter analizirali njihov vpliv na proizvodnjo električne energije. Ta eksperiment spodbuja tudi veščine kritičnega razmišljanja,



saj učenci ocenjujejo podatke, sklepajo in predlagajo rešitve za optimizacijo učinkovitosti vetrnih turbin. S tem poskusom bodo učenci razvili celovito razumevanje izzivov in priložnosti, povezanih z izkoriščanjem vetrne energije, ter njenih posledic za reševanje svetovnih energetskih potreb.

PREISKOVALNE NALOGE, KI JIH JE TREBA IZVESTI

1. **Ekspерiment z oblikovanjem rezil:** Učenci bodo raziskali vpliv različnih oblik lopatic na delovanje vetrnih turbin tako, da bodo izdelali modele vetrnih turbin z različnimi oblikami in velikostmi lopatic. Izmerili bodo hitrost vrtenja in izhodno moč vsakega modela turbine v nadzorovanih pogojih vetra, da bi določili najučinkovitejšo konfiguracijo lopatic.
2. **Analiza hitrosti vetra:** Učenci bodo analizirali razmerje med hitrostjo vetra in proizvodnjo električne energije z beleženjem izhodne moči modela vetrne turbine pri različnih hitrostih vetra. Za merjenje hitrosti vetra bodo uporabili anemometer in opazovali, kako spremembe hitrosti vetra vplivajo na zmogljivost turbine.
3. **Študija postavitve turbin:** Učenci bodo raziskali vpliv postavitve turbine na proizvodnjo energije tako, da bodo model vetrne turbine postavili na različna mesta glede na simulirani vir vetra. Izmerili in primerjali bodo izhodno moč turbine, ko bo postavljena na različne položaje, da bi določili optimalno postavitev za čim večji zajem energije.
4. **Poskus spreminjanja obremenitve:** Učenci bodo raziskali vpliv spremenljivih električnih obremenitev na delovanje vetrne turbine, tako da bodo na izhodno moč turbine priključili različne uporovne obremenitve. Izmerili bodo napetost in tok na upor, da bodo izračunali izhodno moč in analizirali, kako spremembe električne obremenitve vplivajo na delovanje turbine.

Hipoteza: *Pričakujemo, da se bo z izvajanjem strategij varčevanja z energijo, kot sta prilagajanje kotov lopatic in optimizacija postavitve turbine, zmanjšala poraba energije in ustrezno zmanjšale emisije CO₂.*

PREISKOVALNI POSKUS



POSKUS 1: UGOTAVLJANJE VPLIVA RAZLIČNIH OBLIK LOPATIC NA DELOVANJE VETRNE TURBINE

Potrebni materiali:

- Model vetrne turbine z zamenljivimi lopaticami
- Anemometer
- Zapisovalnik podatkov ali snemalna naprava
- štoparica ali časovnik
- beležnica / elektronska tabela za zapisovanje opažanj

Postopek:

1. Model vetrne turbine postavite na mesto z enakomernim pretokom vetra.
2. Najprej na turbino pritrdite eno vrsto lopatice in se prepričajte, da je dobro pritrjena.
3. Z anemometrom izmerite hitrost vetra na lokaciji turbine.
4. Zagon turbine in beleženje proizvedene električne energije v določenem časovnem obdobju s pomočjo zapisovalnika podatkov.
5. Ponovite korake 2-4 z vsako vrsto rezila iz kompleta.
6. Primerjajte podatke o proizvodnji električne energije za vsako zasnovano lopatic in analizirajte razlike v učinkovitosti.
7. Svoja opažanja in ugotovitve zapišite v beležnico/elektronsko tabelo.

POSKUS 2: ANALIZA RAZMERJA MED HITROSTJO VETRA IN PROIZVODNJO ELEKTRIČNE ENERGIJE

Potrebni materiali:

- Model vetrne turbine
- Anemometer
- Zapisovalnik podatkov ali snemalna naprava



- štoparica ali časovnik
- Zapisnik / elektronska tabela za beleženje opažanj

Postopek:

1. Model vetrne turbine postavite na območje z različno hitrostjo vetra.
2. Z anemometrom v rednih časovnih presledkih izmerite hitrost vetra.
3. Vključite turbino in s pomočjo zapisovalnika podatkov zabeležite proizvedeno električno energijo v vsakem intervalu.
4. Narišite graf, ki prikazuje povezavo med hitrostjo vetra in proizvodnjo električne energije.
5. Analizirajte podatke in ugotovite morebitne vzorce ali povezave med hitrostjo vetra in proizvodnjo električne energije.
6. Svoja opažanja in ugotovitve zapišite v beležnico/elektronsko tabelo.

POSKUS 3: RAZISKOVANJE VPLIVA POSTAVITVE TURBINE NA PROIZVODNJO ENERGIJE

Potrebni materiali:

- Model vetrne turbine
- Odprto območje s spremenljivimi vetrovnimi razmerami
- Anemometer
- Zapisovalnik podatkov ali snemalna naprava
- štoparica ali časovnik
- Zapisnik / elektronska tabela za beleženje opažanj

Postopek:

1. Model vetrne turbine postavite na različna mesta in ga različno oddaljite od ovir, kot so stavbe ali drevesa.
2. Z anemometrom izmerite hitrost vetra na vsakem mestu.



3. Zagon turbine in beleženje proizvedene električne energije v določenem časovnem obdobju s pomočjo zapisovalnika podatkov.
4. Primerjajte podatke o proizvodnji električne energije za vsako lokacijo in analizirajte vpliv postavitve turbin na proizvodnjo energije.
5. Svoja opažanja in ugotovitve zapišite v beležnico/elektronsko tabelo.

POSKUS 4: PREUČEVANJE VPLIVA SPREMINJAJOČIH SE ELEKTRIČNIH OBREMENITEV NA DELOVANJE VETRNE TURBINE

Potrebni materiali:

- Model vetrne turbine
- upori ali druga električna bremena s spremenljivo upornostjo
- Voltmeter
- Zapisovalnik podatkov ali snemalna naprava
- štoparica ali časovnik
- beležnica / elektronska tabela za zapisovanje opažanj

Postopek:

1. Pripravite model vetrne turbine in ga povežite z uporovno obremenitvijo, kot je upor.
2. Z voltmetrom izmerite izhodno napetost turbine.
3. Zapišite izhodno napetost za vsako stopnjo električne obremenitve in po potrebi prilagodite upor.
4. Zagon turbine in beleženje proizvedene električne energije v določenem časovnem obdobju s pomočjo zapisovalnika podatkov.
5. Analizirajte razmerje med električno obremenitvijo in zmogljivostjo turbine ob upoštevanju dejavnikov, kot sta izhodna napetost in proizvodnja električne energije.
6. Svoja opažanja in ugotovitve zapišite v beležnico/elektronsko tabelo.

ODNOSI



Bossanyi, E. (2003). Tehnologija vetrnih turbin: Vetrne elektrarne: načela in načrtovanje. Oxford University Press.

Burton, T., Jenkins, N., Sharp, D. in Bossanyi, E. (2011). Priročnik o vetrni energiji. John Wiley & Sons.

Chiras, D. (2009). Osnove vetrne energije: Vetrna energija: vodnik po zeleni energiji. New Society Publishers.

El-Sharkawi, M. A. (2017). Vetrna energija: M.: Uvod. CRC Press.

Gipe, P. (2009). Vetrna energija: Vetrna energija: obnovljiva energija za dom, kmetijo in podjetje. Chelsea Green Publishing.

https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D_scenes-Wind_power_station-9964

https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D_scenes-Windmill-8071

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-361843>

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-364387>

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-583045>

Manwell, J. F., McGowan, J. G. in Rogers, A. L. (2009). Pojasnila o vetrni energiji: Vetrna energija: teorija, načrtovanje in uporaba. John Wiley & Sons.

Nelson, V. (2019). Vetrna energija: Vetrna energija: obnovljivi viri energije in okolje. CRC Press.



Vaja 2: Izkoriščanje sončne energije

OPIS

Pri izkoriščanju moči sonca je uporaba sončne energije svetilnik trajnostnih inovacij. Sončna energija, pridobljena iz sončne svetlobe in toplote, je obnovljiv in bogat vir energije, ki je ključ do čistejši in bolj zelene prihodnosti. Z uporabo fotonapetostnih celic ali solarnih panelov se sončna svetloba pretvori v električno energijo ali neposredno uporabi za ogrevanje in razsvetljavo, zaradi česar je neprecenljiv vir za široko paleto aplikacij.

V tem izobraževalnem projektu, ki se osredotoča na uporabo sončne energije, so učenci vabljeni, da raziščejo temeljna načela sončne tehnologije in njen preobrazbeni potencial. Z obravnavanjem tem, kot so sončna fotovoltaika, sončni toplotni sistemi in naprave na sončni pogon, učenci dobijo vpogled v mehaniko pretvorbe sončne energije in njeno praktično uporabo v različnih sektorjih.

DIDAKTIČNO-METODIČNI KOMENTAR

S praktičnimi dejavnostmi, poskusi in raziskovalnimi projekti lahko učenci raziskujejo okoljske koristi, ekonomsko upravičenost in tehnološki napredek, povezan z izkoriščanjem sončne energije. Od analiziranja učinkovitosti sončnih kolektorjev do oblikovanja rešitev za izzive v resničnem svetu, ki jih poganja sončna energija, so učenci spodbujeni h kritičnemu razmišljanju, ustvarjalnemu reševanju problemov in učinkovitemu sodelovanju pri raziskovanju širokih možnosti, ki jih ponuja sončna energija.

Učenci na tem izobraževalnem potovanju ne širijo le svojega znanstvenega znanja in tehničnih spretnosti, temveč tudi globlje cenijo trajnostno življenje in skrb za okolje. Z izkoriščanjem moči sončne energije učenci postanejo nosilci sprememb, ki pospešujejo prehod v bolj trajnostno in

odporno	prihodnost	za	prihodnje	generacije.
---------	------------	----	-----------	-------------

PRIMERI VIROV ZA EKSPERIMENTALNO DELO V MATIČNEM OKOLJU NA TEMO "IZKORIŠČANJE SONČNE ENERGIJE":

Vir 1: *Sončne fotonapetostne celice - izkoriščanje sončne svetlobe za proizvodnjo električne energije. Razumevanje načel in delovanja sončnih panelov.*

Vir 2: *Solarni sistemi za ogrevanje vode - Raziskovanje solarnih toplotnih tehnologij za domačo in industrijsko uporabo. Ugotavljanje učinkovitosti solarnih grelnikov vode.*

Vir 3: *Naprave na sončno energijo - načrtovanje in izdelava solarnih polnilnic, luči in pripomočkov. Raziskovanje praktične uporabe sončne energije v vsakdanjem življenju.*



VZORČNA PREISKOVALNA VPRAŠANJA NA TO TEMO, NAMENJENA PROJEKTNIM DEJAVNOSTIM V MATIČNEM OKOLJU:

1. Kateri so ključni sestavni deli sončne fotonapetostne celice in kako sodelujejo pri pretvorbi sončne svetlobe v električno energijo?
2. Kako se učinkovitost sončnih kolektorjev spreminja glede na dejavnike, kot so naklon, usmerjenost in zasenčenost?
3. Katere so prednosti in omejitve solarnih sistemov za ogrevanje vode v primerjavi s konvencionalnimi načini ogrevanja vode?
4. Kako lahko sončno energijo uporabimo za napajanje aplikacij brez omrežja, kot so daljinski senzorji, ulične svetilke in komunikacijske naprave?
5. Kakšne so gospodarske in okoljske koristi vključevanja sistemov sončne energije v stanovanjske in poslovne stavbe?
6. Kako geografska lega in podnebne razmere vplivajo na izvedljivost in učinkovitost uporabe sončne energije?
7. Kateri so najnovejši dosežki na področju sončne tehnologije in kako prispevajo k izboljšanju učinkovitosti in cenovne dostopnosti solarnih energetskih sistemov?
8. Kako je mogoče sončno energijo izkoristiti v kmetijske namene, kot so namakanje, sušenje pridelkov in reja živine?
9. Kakšni so izzivi, povezani s shranjevanjem sončne energije in vključevanjem v omrežje, in katere inovativne rešitve se razvijajo za reševanje teh izzivov?
10. Kako lahko posamezniki in skupnosti zagovarjajo politike in spodbude, ki spodbujajo široko uporabo tehnologij sončne energije?



SONČNE FOTONAPETOSTNE CELICE

KRATKE INFORMACIJE O UČNEM VIRU

Predmeti	kemija, fizika, biologija, informacijske tehnologije
Starost	Študenti
Čas za izvedbo	2 uri

Pri podtemi "Sončne fotonapetostne celice" se učenci poglobijo v možne funkcije in strukturno sestavo sončnih celic, pri čemer uporabijo delovne materiale. Polprevodniška zaporedja, za katera so te prostorske koordinate že znane, so običajno objavljena v podatkovnih zbirkah na internetu. Od tam jih lahko učenci prenesejo na svoje računalnike in jih vizualizirajo kot 3D modele. Na primeru sončnih fotonapetostnih celic je prikazano, kako je mogoče 3D modele uporabiti za razumevanje strukture in delovanja teh celic. Poleg tega se ta kontekst poglobi v raziskovanje različnih polprevodniških materialov, ki se uporabljajo v sončnih celicah, kot so sončne celice na osnovi silicija in alternativni materiali.

UVOD IN TEORETIČNA PODLAGA

Sončne fotonapetostne celice imajo različne bistvene funkcije pri zajemanju in pretvarjanju sončne svetlobe v električno energijo. Zato so še posebej pomembne za predmet kemija in primerne tudi za predmet fizika kot fotonapetostne naprave. Učenci morajo izvesti raziskovalne poskuse za preverjanje sestave in nekaterih lastnosti sončnih celic. Poglobljeno lahko preučijo biosintezo sončnih celic.

UTEMELJITEV IZVEDBE POSKUSA

S tem gradivom učenci pridobijo osnovno znanje o sončnih celicah. Pri tem najprej pregledno zberejo možne funkcije sončnih celic. Nato se ukvarjajo s strukturo posameznih fotonapetostnih celic, njihovimi povezavami in prostorsko razporeditvijo ostankov sončnih celic. Fotonapetostne celice so gradniki sončnih kolektorjev, vendar imajo v sistemu sončne energije tudi številne druge funkcije. Nekatere fotonapetostne celice so nujne, kar pomeni, da jih je treba pridobiti iz okolja, druge pa lahko telo proizvede samo. Po želji lahko temo poglobimo v smeri biosinteze sončnih celic ali modifikacij sončnih celic ali se seznanimo z bazo podatkov o sončnih celicah.

PREISKOVALNE NALOGE, KI JIH JE TREBA IZVESTI



1. Preučite vpliv spreminjanja jakosti svetlobe na proizvodnjo električne energije v sončnih fotonapetostnih celicah z uporabo vira svetlobe (na primer svetilke), ki je nameščen na različnih razdaljah od sončne celice. Izmerite in zabeležite napetost in tok, ki ju proizvede sončna celica pri vsaki stopnji intenzivnosti svetlobe.
2. Raziščite vpliv temperature na učinkovitost sončnih fotonapetostnih celic s segrevanjem ali hlajenjem sončne celice s pomočjo vira toplote ali ledu. Izmerite in primerjajte proizvodnjo električne energije sončne celice pri različnih temperaturah.
3. analizirajte vpliv različnih materialov na delovanje sončnih fotonapetostnih celic z izdelavo sončnih celic iz različnih polprevodniških materialov (kot so silicij, galijev arzenid ali kadmijev telurid). Primerjajte proizvodnjo električne energije in učinkovitost vsakega materiala za sončne celice.
4. Preučite odvisnost sončnih fotonapetostnih celic od kota, tako da sončno ploščo nagnete pod različnimi koti glede na prihajajočo sončno svetlobo. Izmerite in primerjajte proizvodnjo električne energije sončnega panela pod različnimi koti nagiba, da določite optimalno usmeritev za največjo proizvodnjo energije.

Hipoteza: *Sestavo in lastnosti sončnih fotonapetostnih celic je mogoče eksperimentalno določiti s preučevanjem vpliva različnih parametrov, kot so intenzivnost svetlobe, temperatura in značilnosti materialov, uporabljenih pri izdelavi celice.*

PREISKOVALNI POSKUS

POSKUS 1: RAZISKOVANJE VPLIVA SPREMINJANJA INTENZIVNOSTI SVETLOBE NA SONČNE FOTONAPETOSTNE CELICE

Potrebni materiali:

- Sončna fotonapetostna celica
- Vir svetlobe (svetilka)
- Merilnik jakosti svetlobe ali lux meter
- Multimeter

Postopek:

1. Sončno fotovoltaično celico postavite na dobro osvetljen prostor z dostopom do električnih vtičnic.



2. Postavite vir svetlobe (svetilko) na določeno razdaljo od sončne celice.
3. Z multimetrom izmerite in zabeležite začetno izhodno napetost in tok sončne celice.
4. Vključite vir svetlobe in z merilnikom intenzivnosti svetlobe ali luksometrom nastavite njegovo jakost (svetlost) na vnaprej določeno raven.
5. Sončno celico pustite izpostavljeno svetlobnemu viru za določen čas (npr. 5 minut).
6. Po končanem obdobju izpostavljenosti izmerite in zabeležite izhodno napetost in tok sončne celice z multimetrom.
7. Ponovite korake 4-6 za različne stopnje intenzivnosti svetlobe tako, da prilagodite svetlost vira svetlobe.
8. Analizirajte podatke in opazujte povezavo med intenzivnostjo svetlobe in proizvodnjo električne energije v sončni celici.

POSKUS 2: RAZISKOVANJE VPLIVA TEMPERATURE NA SONČNE FOTOVOLTAIČNE CELICE

Potrebni materiali:

- Sončna fotonapetostna celica
- Vir toplote (npr. svetilka ali sušilnik za lase) ali ledeni obkladek
- Temperaturni senzor ali termometer
- Multimeter

Postopek:

1. Sončno fotonapetostno celico postavite v nadzorovano okolje z dostopom do električnih vtičnic.
2. Z multimetrom izmerite in zabeležite začetno izhodno napetost in tok sončne celice.
3. Če preučujete učinek toplote, prižgite vir toplote (svetilko ali sušilnik za lase) in ga postavite na določeno razdaljo od sončne celice. Če preučujete učinek mraza, na sončno celico položite ledeno oblogo, da znižate njeno temperaturo.
4. Sončno celico pustite izpostavljeno viru toplote ali ledu za določen čas (npr. 5 minut).



5. Med obdobjem izpostavljenosti stalno spremljajte temperaturo sončne celice s temperaturnim senzorjem ali termometrom.
6. Po končanem obdobju izpostavljenosti izmerite in zabeležite izhodno napetost in tok sončne celice z multimetrom.
7. Ponovite korake 3-6 za različne stopnje temperature.
8. Analizirajte podatke in opazujte povezavo med temperaturo in proizvodnjo električne energije v sončni celici.

EKSPERIMENT 3: ANALIZA VPLIVA RAZLIČNIH MATERIALOV NA SONČNE FOTONAPETOSTNE CELICE

Potrebni materiali:

- Sončna fotonapetostna celica
- različni polprevodniški materiali (npr. silicij, galijev arzenid, kadmijev telurid)
- Multimeter
- Vir svetlobe (svetilka)

Postopek:

1. izdelati sončne celice iz različnih polprevodniških materialov (npr. silicija, galijevega arzenida, kadmijevega telurida) v skladu z uveljavljenimi protokoli ali navodili proizvajalca.
2. Zagotovite, da so vse sončne celice enake velikosti in konfiguracije zaradi doslednosti.
3. Vsako sončno celico postavite v nadzorovano okolje z dostopom do električnih vtičnic.
4. Z multimetrom izmerite in zabeležite začetno izhodno napetost in tok vsake sončne celice.
5. Vse sončne celice izpostavite enaki jakosti svetlobe s pomočjo svetilke ali drugega vira svetlobe.
6. Sončne celice pustite izpostavljene svetlobnemu viru določen čas (npr. 5 minut).
7. Po končanem obdobju izpostavljenosti izmerite in zabeležite izhodno napetost in tok vsake sončne celice z multimetrom.



8. Primerjajte proizvodnjo električne energije in učinkovitost posameznih materialov za sončne celice.
9. Analizirajte podatke in ugotovite vpliv različnih polprevodniških materialov na delovanje sončnih fotovoltaičnih celic.

POSKUS 4: RAZISKOVANJE ODVISNOSTI SONČNIH FOTONAPETOSTNIH CELIC OD KOTA

Potrebni materiali:

- Sončna plošča
- Nastavljivo montažno stojalo ali podpora
- Vir svetlobe (npr. svetilka)
- Multimeter

Postopek:

1. Sončno ploščo postavite na nastavljivo stojalo ali nosilec na dobro osvetljenem prostoru z dostopom do električnih vtičnic.
2. Nastavite kot sončne plošče glede na prihajajočo sončno svetlobo na različne kote nagiba (npr. 0°, 30°, 60°).
3. Z multimetrom izmerite in zabeležite začetno izhodno napetost in tok sončne plošče.
4. Vključite vir svetlobe (svetilko) in ga postavite na določeno razdaljo od sončne plošče.
5. Pustite sončno ploščo izpostavljeno svetlobnemu viru za določen čas (npr. 5 minut).
6. Med obdobjem izpostavljenosti ohranjajte sončno ploščo pod vnaprej določenim kotom nagiba.
7. Po obdobju izpostavljenosti izmerite in zabeležite izhodno napetost in tok sončne plošče z multimetrom.
8. Ponovite korake 2-7 za različne kote nagiba.
9. Analizirajte podatke in določite optimalni naklonski kot za največjo proizvodnjo energije.

ODNOSI

Anderson, T. M. (ur.). (2017). Učinkovitost sončnih celic: (ur.): A Comprehensive Guide (Celovit vodnik). Springer.



Co-funded by
the European Union



https://www.mozaweb.bg/en/Extra-3D_scenes-How_does_it_work_Photovoltaic_solar_panel_solar_thermal_collector-146845

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-364681>

<https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum-583045>

Huang, J. in Fu, L. (2020). Advances in Photovoltaics: Part 1. Elsevier.

Johnson, J. D., & Smith, A. B. (2019). Sončna energija: Principles and Applications. Wiley.

Jones, S. R., & Brown, K. L. (2019). Solar Power Engineering: : Procesi in sistemi. CRC Press.

Miller, G. H. (2017). Solar Energy Engineering: G.: Solarna energija: procesi in sistemi. Academic Press.

Smith, C. R., & Jones, E. F. (2018). Introduction to Renewable Energy Technologies. Cambridge University Press.

Taylor, R. in Thompson, L. (2020). Photovoltaic Solar Energy Conversion: (2015): Osnovna načela, tehnologije in sistemi. CRC Press.

Wang, Y., & Huang, C. (Eds.). (2018). Solar Cell and Renewable Energy Experiments. Springer.



VAJA 3: Vpliv odtisa CO₂ in izvajanje strategij za zmanjševanje

OPIS

V tej učni uri se bodo učenci podali na pot, da bi poglobili svoje razumevanje vpliva emisij ogljikovega dioksida (CO₂) na okolje in raziskali praktične ukrepe za zmanjšanje svojega ogljičnega odtisa. Z zanimivimi razpravami in interaktivnimi dejavnostmi bodo učenci odkrili medsebojno povezanost med človekovimi dejavnostmi in podnebnimi spremembami, s posebnim poudarkom na vlogi emisij CO₂ pri globalnem segrevanju in degradaciji okolja. Spoznali bodo različne vire emisij ogljika, vključno s prevozom, porabo energije in industrijskimi procesi, ter se seznanili s tem, kako posamezna dejanja prispevajo k skupnemu ogljičnemu odtisu.

Poleg tega bodo spoznali pomen merjenja ogljičnega odtisa, ki je pomemben korak k okoljski odgovornosti in trajnosti. Raziskali bodo različne metode in orodja, ki se uporabljajo za izračun emisij ogljika, od spletnih kalkulatorjev do celovitejših ocen življenjskega cikla. S pridobivanjem praktičnih izkušenj pri merjenju lastnega ogljičnega odtisa se bodo učenci bolje zavedali svojega vpliva na okolje in pomena informiranih odločitev za zmanjšanje emisij. S tem raziskovanjem bodo učenci pridobili moč za smiselno ukrepanje pri blaženju podnebnih sprememb in spodbujanju bolj trajnostne prihodnosti.

DIDAKTIČNO-METODIČNI KOMENTAR

Pri tej učni uri bo uporabljen na učence osredotočen pristop, ki bo spodbujal aktivno sodelovanje in kritično razmišljanje učencev. Sodelovalne učne dejavnosti, kot so skupinske razprave in naloge za reševanje problemov, bodo učence spodbujale k izmenjavi idej, stališč in skupnemu iskanju rešitev za zmanjšanje emisij ogljika. Poleg tega bodo praktični poskusi in interaktivni prikazi učencem omogočili oprijemljive izkušnje, ki bodo poglobile njihovo razumevanje merjenja ogljičnega odtisa in strategij zmanjševanja ogljičnega odtisa. Poleg tega bo vključevanje multimedijskih virov, vključno z videoposnetki, infografikami in interaktivnimi simulacijami, omogočilo prilagajanje različnim učnim stilom in izboljšalo razumevanje zapletenih okoljskih konceptov. Z vključitvijo metod učenja, ki temeljijo na raziskovanju, in uporabe v resničnem svetu je cilj te lekcije opolnomočiti učence, da postanejo nosilci sprememb pri spodbujanju okoljske trajnosti v svojih skupnostih.

PRIMER VIROV ZA EKSPERIMENTALNO DELO V OKOLJU MATIC NA TEMO "VPLIV ODTISA CO₂ IN IZVAJANJE STRATEGIJ ZA ZMANJŠANJE":



Vir 1: Spremljanje energetske učinkovitosti in emisij CO₂ z orodji STEM: Učencem zagotovite orodja STEM, kot so merilniki energije ali okoljski senzorji, opremljeni s senzorji CO₂, ki jih je mogoče povezati s pametnimi telefoni ali tabličnimi računalniki. Učenci lahko s temi orodji hkrati merijo porabo energije in emisije CO₂ v različnih prostorih šole ali doma, kot so učilnice, laboratoriji ali skupni prostori. Z zbiranjem in analiziranjem podatkov o energiji skupaj z emisijami CO₂ učenci pridobijo celovito razumevanje svojega vpliva na okolje in lahko opredelijo priložnosti za zmanjšanje porabe energije in emisij ogljika.

Vir 2: Aplikacija za sledenje ogljičnemu odtisu: Učencem predstavite aplikacije za pametne telefone, namenjene spremljanju ogljičnega odtisa. Aplikacije, kot sta "Capture" ali "Footprint", uporabnikom omogočajo, da vnesejo svoje dnevne dejavnosti, vključno s prevozom, porabo energije in izbiro hrane, ter tako izračunajo svoje emisije ogljika. Učenci lahko s temi aplikacijami spremljajo svoj ogljični odtis v daljšem časovnem obdobju, si postavijo cilje za zmanjšanje emisij in raziskujejo načine za zmanjšanje svojega vpliva na okolje.

Vir 3: Izziv trajnostnega prevoza: vključite učence v izziv trajnostnega prevoza z uporabo aplikacij za pametne telefone in orodij za sledenje GPS. Učenci lahko z aplikacijami, kot sta "Strava" ali "Google Maps", spremljajo svoje dnevne poti na delo in načine prevoza, kot so hoja, kolesarjenje, souporaba avtomobila ali uporaba javnega prevoza. Z zbiranjem in analizo podatkov lahko učenci primerjajo emisije ogljika, povezane z različnimi možnostmi prevoza, in raziskujejo načine za zmanjšanje ogljičnega odtisa s spodbujanjem trajnostnih praks prevoza na delo v šoli ali skupnosti.

VZORČNA PREISKOVALNA VPRAŠANJA NA TO TEMO, NAMENJENA PROJEKTNIM DEJAVNOSTIM V MATIČNEM OKOLJU:

1. Kateri so glavni viri emisij CO₂ na naši univerzi ali doma in kako so povezani z vzorci rabe energije?
2. Kako spremembe temperature vplivajo na porabo energije in emisije CO₂ v notranjih okoljih ter katere strategije je mogoče izvajati za optimizacijo ogrevalnih in hladilnih sistemov?
3. Kakšen je vpliv izbire razsvetljave (npr. žarnice, fluorescenčne žarnice, LED) na porabo energije in emisije CO₂ ter kako je mogoče izboljšati učinkovitost razsvetljave?



4. Kako varčno ravnanje z energijo, kot sta ugašanje luči in izklapljanje elektronskih naprav, vpliva na skupno porabo energije in emisije CO₂ v daljšem časovnem obdobju?
5. Kakšne so razlike v porabi energije in emisijah CO₂ med delovnimi dnevi in vikendi ter kako je mogoče prilagoditi prakse varčevanja z energijo tem razlikam?
6. Kako izbira prevoznih sredstev vpliva na celotne emisije CO₂ in kakšne alternative obstajajo za spodbujanje trajnostnih načinov prevoza na delo v naši šoli ali skupnosti?
7. Kako lahko obnovljive vire energije, kot so sončne celice ali vetrne turbine, vključimo v našo šolo ali dom, da bi zmanjšali odvisnost od fosilnih goriv in ublažili emisije CO₂?
8. Kakšno vlogo lahko imata vizualizacija in analiza podatkov pri ozaveščanju o rabi energije in emisijah CO₂ ter motiviranju za spremembo vedenja v smeri trajnosti?
9. Kako se razlikuje poraba energije v različnih prostorih naše univerze ali doma in kateri dejavniki prispevajo k tem razlikam?
10. Kako lahko sodelujemo z lokalnimi zainteresiranimi stranmi, kot so ponudniki energije ali okoljske organizacije, da izvedemo učinkovite ukrepe za energetske učinkovitost in zmanjšamo emisije CO₂ v naši skupnosti?



SPREMLJANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI IN EMISIJ CO₂ Z ORODJI STEM

KRATKE INFORMACIJE O UČNEM VIRU

Predmeti	kemija, fizika, biologija, informacijske tehnologije
Starost	Študenti
Čas izvedbe	2 uri

Podtema "Spremljanje energetske učinkovitosti in emisij CO₂ z orodji STEM" omogoča učencem praktične izkušnje pri spremljanju in analiziranju porabe energije in emisij CO₂ z orodji STEM. S tem projektom bodo učenci pridobili praktične spretnosti pri zbiranju, analizi in interpretaciji podatkov ter hkrati raziskovali povezavo med porabo energije in vplivom na okolje. S sodelovanjem pri uporabi načel STEM v resničnem svetu bodo učenci razvili globlje razumevanje energetske učinkovitosti in trajnosti ter pridobili moč za sprejemanje informiranih odločitev za zmanjšanje ogljičnega odtisa.

UVOD IN TEORETIČNA PODLAGA

V današnjem svetu sta razumevanje in obravnavanje energetske učinkovitosti in emisij CO₂ bistvenega pomena za trajnost. V tem projektu se bodo učenci poglobili v teoretično podlago spremljanja energije in emisij CO₂ ter z orodji STEM analizirali podatke in predlagali rešitve za bolj zeleno prihodnost.

Spremljanje energetske učinkovitosti in emisij CO₂ temelji na načelih fizike, okoljske znanosti in analize podatkov. Z raziskovanjem konceptov, kot so varčevanje z energijo, emisije toplogrednih plinov in trajnost, bodo učenci razvili celostno razumevanje dejavnikov, ki vplivajo na porabo energije in vpliv na okolje.

UTEMELJITEV IZVEDBE POSKUSA

Razlog za izvedbo tega poskusa je nujna potreba po reševanju podnebnih sprememb in spodbujanju trajnostnih praks. S spremljanjem energetske učinkovitosti in emisij CO₂ z orodji STEM



učenci pridobijo praktičen vpogled v vpliv na okolje in so usposobljeni za zagovarjanje pozitivnih sprememb v svojih skupnostih. Poleg tega ta poskus spodbuja kritično mišljenje in spretnosti reševanja problemov, kar učence pripravi na reševanje kompleksnih okoljskih izzivov v prihodnosti.

PREISKOVALNE NALOGE, KI JIH JE TREBA IZVESTI

1. merjenje in analiziranje porabe energije: Uporabite orodja STEM za zbiranje podatkov o porabi energije na različnih področjih univerzitetnega kampusa ali doma, vključno z električno energijo, ogrevanjem in prevozom. Analizirajte podatke in ugotovite trende in vzorce porabe energije.
2. Spremljajte emisije CO₂ : Uporabite orodja STEM za merjenje in spremljanje emisij CO₂ , povezanih z rabo energije in prevozom. Primerjajte ravni emisij CO₂ med različnimi dejavnostmi in opredelite vire visokih emisij.
3. Preučite strategije za varčevanje z energijo: Raziščite in izvajajte strategije varčevanja z energijo, kot so izboljšanje izolacije, uporaba energetske učinkovitih naprav in spodbujanje trajnostnih možnosti prevoza. Izmerite vpliv teh strategij na porabo energije in emisije CO₂ .
4. Analizirajte podatke in predlagajte rešitve: Analizirajte zbrane podatke, da ugotovite, na katerih področjih so potrebne izboljšave, in predlagajte rešitve za zmanjšanje porabe energije in emisij CO₂ . Pripravite akcijske načrte in izvedite spremembe za spodbujanje energetske učinkovitosti in trajnosti.

Hipoteza: *Izvajanje strategij za varčevanje z energijo in spodbujanje trajnostnih praks, ugotovljenih s spremljanjem porabe energije in emisij CO₂ z orodji STEM, bo privedlo do merljivega zmanjšanja porabe energije in emisij CO₂ .*

PREISKOVALNI POSKUS

EKSPERIMENT 1: MERJENJE IN ANALIZA PORABE ENERGIJE

Potrebni materiali:



- orodja STEM za spremljanje energije (npr. števec energije, pametni vtiči).
- Papir in pisalo za zapisovanje podatkov / Računalnik s programom Microsoft Excel
- dostop do podatkov o porabi električne energije (npr. računi za komunalne storitve, spletne platforme za spremljanje).

Postopek:

1. Določite področja ali naprave, ki jih je treba spremljati glede porabe energije (npr. učilnice, računalniki, razsvetljava).
2. Na izbrane naprave ali na določena mesta namestite števec porabe energije ali pametne vtiče za merjenje porabe električne energije.
3. Z orodji STEM zabeležite osnovne podatke o porabi energije v določenem obdobju (npr. en teden).
4. Analizirajte zbrane podatke in ugotovite trende in vzorce porabe energije, kot so časi največje porabe ali energetske intenzivne dejavnosti.
5. primerjajte porabo energije med različnimi območji ali napravami in določite prednostna področja za posege za varčevanje z energijo.
6. Podatke uporabite za razvoj strategij za zmanjšanje porabe energije, kot sta ugašanje luči, kadar jih ne uporabljate, ali optimizacija ogrevalnih in hladilnih sistemov.

POSKUS 2: SPREMLJANJE EMISIJ CO₂

Potrebni materiali:

- Naprave ali senzorji za nadzor CO₂
- Papir in pisalo za zapisovanje podatkov / Računalnik s programom Microsoft Excel
- Dostop do podatkov o prevozu (npr. evidenca prevoženih kilometrov, poraba goriva).

Postopek:

1. Določite vire emisij CO₂, ki jih je treba spremljati, na primer prevoz ali rabo energije.
2. Na ustrezna mesta (npr. vozila, učilnice) namestite naprave za spremljanje CO₂ ali senzorje za merjenje emisij CO₂.



3. Z orodji STEM zabeležite osnovne podatke o emisijah CO₂ v določenem obdobju (npr. en teden).
4. Analizirajte zbrane podatke, da bi ugotovili vire visokih emisij CO₂ in morebitna področja za izboljšave.
5. Primerjava emisij CO₂ med različnimi dejavnostmi ali načini prevoza za določitev prednostnih področij za zmanjšanje emisij.
6. Podatke uporabite za razvoj strategij za zmanjšanje emisij CO₂, na primer za spodbujanje hoje ali kolesarjenja namesto vožnje z avtomobilom ali uporabe energetske učinkovitih možnosti prevoza.

POSKUS 3: RAZISKOVANJE STRATEGIJ VARČEVANJA Z ENERGIJO

Potrebni materiali:

- Gradivo za izvajanje strategij varčevanja z energijo (npr. izolacija, energetske učinkoviti aparati).
- Papir in pisalo za zapisovanje podatkov / Računalnik s programom Microsoft Excel
- Dostop do podatkov o porabi energije (zbranih v poskusu 1)

Postopek:

1. Raziščite strategije za varčevanje z energijo, ki so izvedljive v preučevanem okolju (npr. v šoli, doma).
2. Izvajanje izbranih strategij varčevanja z energijo na določenih območjih ali s posebnimi napravami, kot je namestitev izolacije ali nadgradnja z energetske učinkovitimi napravami.
3. beležite podatke o porabi energije pred in po izvajanju strategij varčevanja z energijo.
4. Analizirajte zbrane podatke, da ocenite učinkovitost izvedenih strategij pri zmanjševanju porabe energije.
5. Ugotovite morebitne izzive ali ovire pri izvajanju strategij varčevanja z energijo in pripravite možne rešitve.
6. Ugotovitve uporabite za izpopolnitev in optimizacijo strategij varčevanja z energijo, da bi bile čim bolj učinkovite.



EKSPERIMENT 4: ANALIZIRAJTE PODATKE IN PREDLAGAJTE REŠITVE

Potrebni materiali:

- Podatki, zbrani v poskusih 1-3
- Papir in pisalo za zapisovanje opažanj in predlaganih rešitev / Računalnik s programom Microsoft Excel

Postopek:

1. Zberite in uredite podatke, zbrane v poskusih 1-3, vključno s porabo energije, emisijami CO₂ in učinkovitostjo strategij varčevanja z energijo.
2. Analizirajte podatke in ugotovite trende, vzorce in povezave med porabo energije, emisijami CO₂ in izvedenimi strategijami.
3. Ocenite uspešnost izvedenih strategij pri doseganju energetske učinkovitosti in zmanjševanju emisij CO₂.
4. na podlagi analize zbranih podatkov opredelite področja za izboljšave in morebitne rešitve.
5. Razvijte akcijske načrte in predlagajte rešitve za nadaljnje zmanjšanje porabe energije in emisij CO₂, pri čemer upoštevajte dejavnike, kot so izvedljivost, stroškovna učinkovitost in vpliv na okolje.
6. Predstavite ugotovitve in predlagane rešitve ustreznim zainteresiranim stranem (npr. vodstvu šole, članom skupnosti) in sodelujte pri izvajanju sprememb za bolj trajnostno prihodnost.

ODNOSI

Anderson, B. D., & Wu, L. (2017). Zmanjševanje emisij CO₂ v prometu: (Politike in tehnologije): zmanjšanje emisij pri zmanjševanju onesnaževanja okolja: politike in tehnologije. Springer.

Brown, E. R. (2018). Izobraževanje STEM: (E.: STEM: koncepti, metodologije, orodja in aplikacije): STEM: koncepti, metodologije, orodja in aplikacije. IGI Global.



Co-funded by
the European Union



Gupta, R. K., & Tiwari, G. N. (Eds.). (2019). Monitoring and Reduction of CO₂ Emissions in Energy Systems (Spremljanje in zmanjševanje emisij CO v energetskih sistemih). Springer.

https://www.mozaweb.bg/en/Microcurriculum/view?azon=dl_513

<https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/>

Jackson, C. A., & Smith, P. L. (2020). Spremljanje emisij ogljikovega dioksida: Metode in uporaba. CRC Press.

Johnson, T. H., & Williams, R. D. (2017). Tehnike spremljanja emisij CO₂ : A Comprehensive Overview: A Comprehensive Overview. Wiley.

Khan, M. E., & Hanjra, M. A. (2018). Sustainable Management of CO₂ Emissions: in strategijami. Routledge.

Li, X. in Fang, Y. (2019). Spremljanje in upravljanje energetske učinkovitosti v industrijskih sistemih. Elsevier.



Co-funded by
the European Union



UČNO GRADIVO IN PRIMERI DOBRIH PRAKS.

KURZ:

**TRAJNOSTNE TEHNOLOGIJE V
NARAVOSLOVNEM IZOBRAŽEVANJU**



Vaja 1: Elektrolizator vode

OPIS

Elektrokemični vodni krog zajema vrsto tehnologij in postopkov, ki uporabljajo elektrokemična načela za manipulacijo z vodo za različne namene, vključno s proizvodnjo (gorivne celice) in shranjevanjem energije (elektroliter). Te tehnologije obetajo veliko pri reševanju izzivov, povezanih s trajnostno proizvodnjo energije in onesnaževanjem okolja.

Elektroliza je temeljni elektrokemični proces in jo lahko obravnavamo kot eno od stopenj v elektrokemičnem krogu vode. Elektrolizator vode je naprava, ki uporablja elektrokemični proces, imenovan elektroliza, za cepitev vode (H_2O) na sestavna elementa, vodik (H_2) in kisik (O_2), s pomočjo električnega toka. Ta proces običajno poteka v elektrolitski celici, ki vsebuje elektrode, potopljene v raztopino elektrolita, ki je običajno raztopina kisline, baze ali soli v vodi za povečanje njene prevodnosti.

DIDAKTIČNO-METODIČNI KOMENTAR

Ta učna enota je zasnovana kot navodilo korak za korakom. Učenci bodo s pomočjo eksperimentalnega dela ter učbenikov in drugih razpoložljivih virov izvedeli več o elektrolizi, ki je ključni proces v trajnostni proizvodnji energije.

PRIMERI VIROV ZA EKSPERIMENTALNO DELO V STEM OKOLJU NA TEMO "Vodni elektroliter"¹

Vir 1: *Enostavni vodni elektrolizer. Izgradnja poceni elektrolizatorja vode z uporabo običajnih materialov in analiza vpliva praktičnih poskusov na proizvodnjo vodika.*

VZORČNA PREISKOVALNA VPRAŠANJA NA TO TEMO, NAMENJENA PROJEKTNIM DEJAVNOSTIM V MATIČNEM OKOLJU:

Posebna inženirska vprašanja:

1. Kako spreminjanje napetosti vpliva na hitrost proizvodnje vodika in kisika med elektrolizo?
2. Kakšna je optimalna koncentracija raztopine elektrolita za povečanje učinkovitosti elektrolize?
3. Kako različni materiali elektrod vplivajo na učinkovitost in trajnost postopka elektrolize?
4. Kako lahko izboljšamo energetske učinkovitosti elektrolize vode, da bi zmanjšali skupno porabo energije?
5. Kakšni so vplivi na okolje, povezani z različnimi metodami elektrolize, in kako jih je mogoče zmanjšati?
6. Ali obstajajo novi katalizatorji ali materiali, ki lahko izboljšajo učinkovitost in trajnost elektrolize vode?

Shranjevanje in uporaba vodika:



1. Katere so najučinkovitejše metode za shranjevanje in prevoz vodika, pridobljenega z elektrolizo vode?
2. Kako lahko vodik učinkovito uporabimo kot čist nosilec energije v gorivnih celicah ali drugih aplikacijah?
3. Katere so ekonomske in tehnične ovire za široko uporabo vodikovega goriva, pridobljenega z elektrolizo vode?

Splošna vprašanja o trajnosti:

1. Kako lahko presežek električne energije iz obnovljivih virov energije učinkovito uporabimo za elektrolizo za proizvodnjo vodika za shranjevanje energije?
2. Kakšni so tehnični in ekonomski izzivi vključevanja vodika, proizvedenega z elektrolizo vode, v obstoječe sisteme obnovljivih virov energije?
3. Ali je mogoče elektrolizatorje optimizirati za proizvodnjo vodika na kraju samem na oddaljenih lokacijah ali izven omrežja, ki jih napaja obnovljiva energija?
4. Kako bi lahko izboljšali dojemanje in razumevanje elektrolize vode v javnosti, da bi spodbudili podporno raziskavam in razvoju na tem področju?

Sredstvo 1

PREPROST ELEKTROLIZATOR VODE

KRATKE INFORMACIJE O UČNEM VIRU

Predmeti	Kemija, fizika, ...
Starost	Študenti
Čas izvedbe	3 ure

Namen tega učnega gradiva je zagotoviti temeljito razumevanje elektrolize vode, ključnega procesa pri trajnostni proizvodnji in shranjevanju energije. Zajema načela, uporabo in pomen elektrolize na različnih področjih, vključno z obnovljivimi viri energije, okoljsko znanostjo in inženirstvom.

UVOD IN TEORETIČNA PODLAGA

Ta učni vir je dragocena referenca za študente, učitelje, raziskovalce in vse, ki jih zanima osnovno razumevanje elektrolize vode in njene vloge pri razvoju trajnostnih energetske tehnologije. S celovito pokritostjo temeljnih konceptov, praktičnih aplikacij in izobraževalnih virov želi spodbuditi znanje, inovacije in sodelovanje na področju elektrolize in obnovljivih virov energije. Ključne teme, ki jih je treba obravnavati, so:

Uvod v elektrolizo:

- Opredelitev in osnovna načela elektrolize



- Zgodovinsko ozadje in razvoj tehnologije elektrolize

Elektrokemijske reakcije:

- Razlaga kemijskih reakcij pri elektrolizi vode
- Enačbe, ki prikazujejo proces elektrolize in nastanek plinastega vodika in kisika

Sestavni deli sistemov za elektrolizo:

- Opis elektrolitskih celic in njihovih sestavnih delov (elektrode, elektrolit, napajanje)
- Vrste elektrolitskih celic (npr. alkalni elektrolizatorji, elektrolizatorji PEM)

Dejavniki, ki vplivajo na učinkovitost elektrolize:

- Vpliv napetosti, gostote toka, temperature in koncentracije elektrolita na učinkovitost elektrolize
- Optimizacijske strategije za izboljšanje učinkovitosti elektrolize in zmanjšanje porabe energije

Uporaba elektrolize vode:

- Proizvodnja vodika za gorivne celice, transport in industrijske procese
- Shranjevanje energije in uravnoteženje omrežja z uporabo vodika, pridobljenega z elektrolizo
- aplikacije za čiščenje vode, razsoljevanje in sanacijo okolja

Izzivi in prihodnje usmeritve:

- Tehnični in gospodarski izzivi, povezani z elektrolizo vode
- Raziskovalni dosežki in nove tehnologije na področju elektrolize za trajnostno energijo

Izobraževalni viri in dejavnosti:

- Praktični poskusi, simulacije in izobraževalno gradivo za poučevanje in učenje o elektrolizi vode v disciplinah STEM
- Viri za učitelje, študente in raziskovalce, ki jih zanima raziskovanje konceptov in aplikacij elektrolize

UTEMELJITEV IZVEDBE POSKUSA

Razlog za izvedbo preprostega eksperimenta z vodnim elektrolizerjem je v tem, da lahko ponudi dragocen vpogled v temeljna načela elektrokemije, trajnostno proizvodnjo energije in izobraževanje STEM. Z izvedbo poskusa z elektrolizerjem vode lahko učenci ali učitelji zlasti bolje razumejo proces elektrolize, ki vključuje pretvorbo električne energije v kemično. Ta praktična dejavnost udeležencem omogoča, da iz prve roke opazujejo, kako lahko električni tok povzroči kemične reakcije, pri čemer se molekule vode razcepijo v vodikove in kisikove pline. Poleg tega lahko udeleženci z izdelavo in delovanjem preprostega elektrolizerja raziskujejo potencial vodika kot trajnostnega vira goriva za različne aplikacije, vključno z gorivnimi celicami, prevozom in shranjevanjem energije. Nazadnje lahko preprosti poskusi z elektrolizerjem vode spodbudijo radovednost in ustvarjalnost ter udeležence spodbudijo k raziskovanju alternativnih materialov, zasnov in metod za izboljšanje učinkovitosti in delovanja elektrolize. S ponavljajočimi se poskusi in reševanjem problemov lahko učenci in učitelji razvijejo inovativne rešitve za resnične izzive na področju proizvodnje in shranjevanja energije.



PREISKOVALNE NALOGE, KI JIH JE TREBA IZVESTI

1. **Določitev anode in katode:** s količinsko opredelitvijo količine sproščenih plinov lahko učenci ugotovijo identiteto vsake elektrode in razlikujejo med katodo in anodo. To razumevanje jim omogoča, da vsako elektrodo povežejo z njeno vlogo v nadaljnjih elektrokemičnih reakcijah, ki potekajo v elektrolizerju.
2. **Uporaba različnih elektrodnih materialov:** Učenci bodo raziskali vpliv različnih elektrodnih materialov na učinkovitost elektrolizerja. Površina elektrode služi kot elektrokatalizator in vpliva na hitrost in selektivnost elektrokemijskih reakcij, ki potekajo pri elektrolizi vode. Z uvedbo različnih elektrodnih materialov lahko učenci bistveno spremenijo aktivnost, stabilnost in selektivnost elektrokatalizatorja.
3. **Poskus s spreminjanjem napetosti:** Učenci bodo s priključitvijo različnih baterij na elektrolizer raziskali vpliv spreminjanja napetosti baterije na delovanje elektrolizerja. Izmerili bodo čas, potreben za proizvodnjo enake količine vodika.
4. **meritve pH elektrolita:** Učenci bodo opravili meritve pH elektrolita pred in po poskusu elektrolize, da bi dobili vpogled v osnovne elektrokemijske reakcije.

Hipoteza: *Z izvajanjem strategij varčevanja z energijo, kot so prilagajanje napetosti in gostote toka ter spreminjanje materialov elektrod, pričakujemo, da bomo opazili spremembe v stopnji proizvodnje vodika.*

PREISKOVALNI POSKUS

EKSPERIMENT 1: Izdelava in testiranje preprostega elektrolizerja za vodo^{2,3}

Potrebni materiali:

- Skodelica za vodo
- 2 stekleni epruveti
- 2 kovinska žeblička ali 2 grafitna svinčnika
- Komplet 2 električnih testnih vodnikov z aligatorskimi sponkami
- baterije 9 V
- Voda
- soda bikarbena ali natrijev klorid
- Štoparica
- Zapisnik / elektronska tabela za beleženje opažanj

Postopek:

1. Skozi dno skodelice vtaknite zatiče, tako da je njihova razdalja enaka razdalji med priključki 9-voltna baterije, pri čemer so konice zatičev v skodelici. Ostrite svinčnik na obeh koncih.
2. Skodelico napolnite z vodo in v njej raztopite žlico soli ali sode bikarbene, da izboljšate električno prevodnost. Uporabite toplo vodo in poskrbite za razmerje približno 1 del soli ali sode bikarbene na 10 delov vode. Če ob začetku poskusa ni mehurčkov, dodajte več soli.



3. Baterijo priključite na nožice ali sponke aligatorja. Skodelico položite na baterijo tako, da en zatič leži na pozitivnem, drugi pa na negativnem polu. Če uporabljate aligatorjeve sponke, pritrdite eno na pozitivni in drugo na negativni terminal, drugo stran pa priključite na svinčnike in jih potopite v elektrolit. Opazujte mehurčke, ki nastajajo na zatičih ali svinčnikih pri ločevanju vodika in kisika. Pazite, da se zatiči ali svinčniki ne dotikajo, saj bi s tem prekinili vezje.
4. Preobrnite epruvete nad zatiči ali svinčniki in jih potopite v vodo. Pustite, da se epruvete napolnijo s plinom, ki izpodriva vodo. Zbrana plina bosta vodik in kisik, ki sta brezbarvna. Če ste pri tem poskusu uporabili NaCl, ste proizvedli tudi majhno količino plinastega klora. Vendar ne skrbite, ustvarili ste še premalo plina, da bi bil nevaren. Razlikujte med njima tako, da opazujete, katera epruveta se hitreje napolni.
5. S štoparico natančno izmerite čas, ki ga potrebuje epruveta z večjo prostornino, da doseže vnaprej določeno vrednost.

EKSPERIMENT 2: Merjenje pH elektrolita pred in po elektrolizi

Potrebni materiali:

- univerzalni indikator pH
- kis
- soda bikarbona

Postopek:

1. Če je pH alkalen ($\text{pH} > 7$), razredčite elektrolit s kisom in vse temeljito operite z vodo in milom. Če elektrolitu ne dodate kisa, lahko pride do poškodb umivalnika ali cevi.
2. Če je pH kisel ($\text{pH} < 7$), razredčite elektrolit z raztopino sode bikarbone in vse površine temeljito operite z vodo in milom. Če elektrolitu ne dodate raztopine sode bikarbone, lahko pride do poškodb umivalnika ali cevi.

ODNOSI

Bess Ruff, M.; McClure, E. *Kako elektrolizirati vodo*. <https://www.wikihow.com/Electrolyse-Water#Setting-the-Experiment-Up>.

de Almeida Rezende, L.; de Campos, V. A. F.; Silveira, J. L.; Tuna, C. E. Izobraževalni prototip elektrolizatorja: Izboljšanje znanja študentov inženirstva na področju obnovljivih virov energije. *Int. J. Hydrogen Energy* **2021**, *46* (29), 15110-15123. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.02.013>.

Society, A. C.; Washington, N. W. *Elektroliza s svinčnikom*. https://acswebcontent.acs.org/member_communities/Outreach_Activities.pdf.



Vaja 2: Gorivna celica z membrano za izmenjavo protonov

OPIS

Energije ni mogoče ustvariti ali uničiti, temveč le spremeniti obliko. Ko se energija spremeni v obliko, ki je ne izkoristimo učinkovito, jo označimo kot zapravljeno. Splošni cilj je torej čim bolj zmanjšati izgubljanje energije med pretvorbo energije s čim večjo pretvorbo v uporabne oblike.

Vozila na bencinski pogon se s to dilemo srečujejo vsak dan. Motorji z notranjim izgorevanjem, ki delujejo na bencin, imajo na splošno največjo učinkovitost okoli 40 %. Zato velik del pretvorbe energije v teh motorjih ne služi njihovem osnovnemu namenu - pogonu. Namesto tega se potencialna energija, shranjena v bencinu, razprši kot zvok, vibracije in toplota.

V nasprotju s tem pa gorivne celice dosledno dosegajo izkoristke okoli 60 % v nizih, pri čemer zgornja meja dosega 85 %. Ker gorivne celice nimajo gibljivih delov, so izgube energije zaradi toplote in trenja minimalne.

Gorivna celica z membrano za izmenjavo protonov (PEM) je vrsta elektrokemične celice, ki deluje pri razmeroma nizkih temperaturah, običajno okoli 80 °C, zaradi česar je primerna za različne aplikacije, vključno s transportom in stacionarno proizvodnjo energije. Srce gorivne celice PEM je membrana za izmenjavo protonov, ki selektivno prepušča protone, medtem ko blokira elektrone. Ta membrana ločuje anodni in katodni predel, kjer potekajo reakcije z vodikom oziroma kisikom. Ko se molekule vodika na anodi razcepijo na protone in elektrone, se protoni premikajo skozi membrano do katode, elektroni pa potujejo po zunanjem tokokrogu in proizvajajo električno energijo. Na katodi se kisik združi s protoni in elektroni ter tvori vodo in toploto, ki sta edina stranska produkta reakcije. Zaradi učinkovitosti, razširljivosti in okolju prijazne narave so gorivne celice PEM obetavna tehnologija za trajnostno energetsko prihodnost.

DIDAKTIČNO-METODIČNI KOMENTAR

Ta učna enota je zasnovana kot navodilo korak za korakom. Učenci bodo z eksperimentalnim delom ter uporabo učbenikov in drugih razpoložljivih virov izvedeli več o načelih, uporabi in pomenu gorivnih celic z membrano za izmenjavo protonov (PEM).

PRIMERI VIROV ZA EKSPERIMENTALNO DELO V STEM OKOLJU NA TEMO "Enostavna vodikova gorivna celica"

Vir 1: *Enostavna vodikova gorivna celica. Sestavi preprosto vodikovo gorivno celico z uporabo komercialnih kemikalij in materialov ter pridobi vpogled v temeljna načela, ki veljajo za vozila na gorivne celice v realnem merilu, ki so trenutno na voljo na trgu.*



VZORČNA PREISKOVALNA VPRAŠANJA NA TO TEMO, NAMENJENA PROJEKTNIM DEJAVNOSTIM V MATIČNEM OKOLJU:

1. Kakšna je učinkovitost gorivnih celic PEM v primerjavi z drugimi vrstami gorivnih celic, kot so alkalne ali trdnooksidne gorivne celice?
2. Kateri so glavni dejavniki, ki vplivajo na vzdržljivost in življenjsko dobo gorivnih celic PEM v različnih pogojih delovanja?
3. Kako izboljšati stroškovno učinkovitost proizvodnih postopkov gorivnih celic PEM, da bi omogočili široko uporabo v prometu in stacionarnih aplikacijah?
4. Kateri napredek pri materialih in zasnovah katalizatorjev se raziskuje za izboljšanje učinkovitosti in zmanjšanje stroškov gorivnih celic PEM?
5. Kako delovna temperatura vpliva na splošno učinkovitost in delovanje gorivnih celic PEM ter katere strategije je mogoče uporabiti za optimizacijo upravljanja temperature?
6. Kakšni so izzivi, povezani s skladiščenjem in distribucijo vodika za vozila na gorivne celice PEM, in katere inovativne rešitve se razvijajo za reševanje teh izzivov?
7. Kako je mogoče tehnologijo gorivnih celic PEM povezati z obnovljivimi viri energije, kot sta sončna ali vetrna energija, da bi ustvarili bolj trajnostne energetske sisteme?
8. Kakšni so okoljski vplivi proizvodnje, delovanja in odstranjevanja gorivnih celic PEM ter kakšni so v primerjavi s tradicionalnimi tehnologijami, ki temeljijo na izgorevanju?
9. Kakšne so možnosti uporabe gorivnih celic PEM na oddaljenih lokacijah brez električnega omrežja ter kakšni so tehnični in logistični izzivi, povezani z njihovo uporabo v takšnih okoljih?
10. Kako je mogoče sisteme gorivnih celic PEM optimizirati glede velikosti, teže in zanesljivosti za posebne aplikacije, kot je rezervno napajanje telekomunikacijske infrastrukture ali prenosnih elektronskih naprav?

Sredstvo 1

Enostavna vodikova gorivna celica

KRATKE INFORMACIJE O UČNEM VIRU

Predmeti	Kemija, fizika, ...
Starost	Študenti
Čas za izvedbo	5 ur

To učno gradivo je zasnovano tako, da vam pomaga pridobiti temeljito znanje o gorivnih celicah z membrano za izmenjavo protonov (PEM), ki so bistvenega pomena za trajnostno proizvodnjo in shranjevanje energije. Raziskuje načela, uporabo in pomen gorivnih celic PEM na različnih področjih, kot so obnovljivi viri energije, okoljska znanost in inženirstvo, zato je dostopen in pomemben na različnih področjih.



UVOD IN TEORETIČNA PODLAGA

Ta učni pripomoček je dragocena referenca za študente, učitelje, raziskovalce in vse, ki jih zanima osnovno razumevanje gorivnih celic PEM in njihova vloga pri razvoju trajnostnih energetskih tehnologij. S celovito pokritostjo temeljnih konceptov, praktičnih aplikacij in izobraževalnih virov želi spodbuditi znanje, inovacije in sodelovanje na področju elektrokatalize in obnovljivih virov energije. Ključne teme, ki jih je treba obravnavati:

Elektrokemijske osnove: Za razumevanje delovanja gorivnih celic PEM je ključno razumevanje osnovnih načel elektrokemije, vključno z redoks reakcijami, mehanizmi prenosa elektronov in procesi prenosa ionov.

Sestavni deli gorivnih celic PEM: Raziskovanje različnih sestavnih delov gorivne celice PEM, kot so anoda, katoda, membrana za izmenjavo protonov, katalizatorske plasti, bipolarne plošče in plasti za difuzijo plinov, ter njihove vloge pri omogočanju elektrokemijskih reakcij in prenosa ionov.

Načela delovanja: Razumevanje načel delovanja gorivnih celic PEM, vključno z reakcijo oksidacije vodika na anodi, reakcijo redukcije kisika na katodi, pretokom protonov skozi membrano in pretokom elektronov skozi zunanje vezje.

Katalizatorji in materiali: Preučevanje vrst katalizatorjev, ki se uporabljajo v gorivnih celicah PEM, kot so katalizatorji na osnovi platine, ter raziskovanje alternativnih materialov in zasnov katalizatorjev za zmanjšanje stroškov in izboljšanje učinkovitosti.

Upravljanje z vodo: Razumevanje pomena upravljanja vode v gorivnih celicah PEM, vključno z nadzorom distribucije vode, odstranjevanjem odvečne vode in preprečevanjem dehidracije ali poplavljanja membrane, za zagotavljanje optimalnega delovanja in trajnosti celic.

Toplotno upravljanje: Obravnava izzivov toplotnega upravljanja v gorivnih celicah PEM, kot so vzdrževanje optimalnih delovnih temperatur, odvajanje toplote in upravljanje toplotnih gradientov v celičnem nizu.

Integracija sistema: Vključevanje gorivnih celic PEM v različne aplikacije, vključno s transportom (npr. vozila na gorivne celice), stacionarno proizvodnjo energije (npr. sistemi za rezervno napajanje) in prenosno elektroniko, ter razprava o vidikih in izzivih pri načrtovanju sistema.

Uspešnost in učinkovitost: Ocenjevanje kazalnikov zmogljivosti in učinkovitosti gorivnih celic PEM, vključno z gostoto moči, napetostno učinkovitostjo, tokovno gostoto in splošno učinkovitostjo sistema, ter razprava o strategijah za izboljšanje zmogljivosti in učinkovitosti.

Trajnost in zanesljivost: Raziskovanje dejavnikov, ki vplivajo na trajnost in zanesljivost gorivnih celic PEM, kot so degradacija katalizatorja, degradacija membrane in degradacija sistema skozi čas, ter raziskovanje strategij za izboljšanje vzdržljivosti celic in podaljšanje življenjske dobe.

Tržni trendi in napovedi za prihodnost: Analiza trenutnih tržnih trendov, tehnološkega napredka in prihodnjih možnosti za gorivne celice PEM, vključno s potencialnimi aplikacijami, prizadevanji



za komercializacijo, političnimi spodbudami in raziskovalnimi usmeritvami, namenjenimi napredku tehnologije in širjenju njene uporabe.

UTEMELJITEV IZVEDBE POSKUSA

Razlogi za izvajanje poskusov z gorivno celico PEM so večplastni in zajemajo več ključnih ciljev. Izdelava preproste gorivne celice PEM omogoča praktično učenje, ki učencem omogoča raziskovanje načel elektrokemije, pretvorbe energije in tehnologij obnovljivih virov energije. Z izvajanjem poskusov z gorivno celico lahko učenci bolje razumejo delovanje gorivnih celic PEM in osnovne znanstvene koncepte. Poleg tega eksperimentiranje z znanstvenim kompletom za gorivne celice okrepi teoretične koncepte, ki se poučujejo v programih STEM. S praktičnimi prikazi in opazovanji lahko učenci utrdijo svoje razumevanje tem, kot so redoks reakcije, elektroliza, prenos elektronov in prevodnost protonov. Delo z znanstvenim kompletom za gorivne celice PEM razvija različne spretnosti, vključno s kritičnim razmišljanjem, reševanjem problemov, načrtovanjem poskusov, analizo podatkov in timskim delom. Udeleženci se naučijo odpravljati težave, interpretirati rezultate poskusov in učinkovito sodelovati pri doseganju skupnih ciljev, s čimer izboljšajo svojo znanstveno pismenost in strokovnost.

PREISKOVALNE NALOGE, KI JIH JE TREBA IZVESTI

1. **Analiza učinkovitosti:** Izmerite učinkovitost sistema gorivnih celic PEM z izračunom vhodne energije (iz vodika) in izhodne električne energije (ki jo proizvede gorivna celica), da ocenite njegovo splošno učinkovitost pri pretvorbi kemične energije v električno.
2. **Preizkušanje zmogljivosti:** Izvedite preskuse delovanja v različnih pogojih delovanja (npr. različni pretoki vodika, temperatura in vlažnost), da ocenite, kako ti dejavniki vplivajo na izhodno napetost, tok in moč sistema gorivnih celic.
3. **Ocena upravljanja voda:** Preučiti učinkovitost upravljanja vode v sistemu gorivnih celic PEM s spremljanjem kopičenja in odstranjevanja vode med delovanjem, zagotavljanjem ustreznih hidracije membrane za izmenjavo protonov in preprečevanjem poplavljanja ali izsuševanja.
4. **Vrednotenje trajnosti:** Ocenjevanje trajnosti in dolgoročne stabilnosti sistema gorivnih celic PEM z neprekinjenim delovanjem ali cikličnim stresnim testiranjem, da se simulirajo pogoji uporabe v realnem svetu in ugotovijo možni mehanizmi degradacije.
5. **Optimizacija sistema:** Izvedite poskuse z različnimi konfiguracijami sistema, vključno s spreminjanjem zasnove sklopa gorivnih celic, sestave katalizatorskih materialov in postavitev ravnovesja komponent naprave, da bi optimizirali zmogljivost, učinkovitost in trajnost avtomobila na gorivne celice PEM.
6. **Analiza vplivov na okolje:** Preučite okoljski vpliv delovanja avtomobila na gorivne celice PEM z merjenjem emisij (ali njihovega pomanjkanja) in jih primerjajte s konvencionalnimi vozili z notranjim izgorevanjem, da bi ocenili morebitne okoljske koristi tehnologije gorivnih celic.
7. **Primerjalne študije:** Primerjajte delovanje, učinkovitost in stroškovno učinkovitost avtomobila na gorivne celice PEM z drugimi vrstami vozil na alternativne vire energije (npr. baterijska električna vozila), da bi razumeli njegove prednosti, omejitve in konkurenčnost v prometnem sektorju.



Hipoteza: S spreminjanjem *materialov elektrod pričakujemo spremembe izhodne napetosti.*

PREISKOVALNI POSKUS

EKSPERIMENT 1: "Izdelava preproste vodikove gorivne celice"

Potrebni materiali:

- 20 cm s platino prevlečene nikljeve žice ali žice iz čiste platine.
- majhen kos lesa ali plastike.
- Priključek za baterijo 9 V.
- Baterija 9 V
- Nekaj prozornega lepilnega traku.
- 1 dL stekla
- 1 dL vode.
- Multimeter ali rdeča dioda

Postopek:¹

1. Žico, prevlečeno s platino, najprej previdno razrežite na dva enaka segmenta. Nato vsak segment nežno zvijete v majhne vzmeti in jih oblikujete tako, da služijo kot elektrode v gorivni celici.
2. Nato prepolovite vodnike sponke baterije in odstranite izolacijo z odrezanih koncev. Odkrite žice varno zavijete na konce s platino prevlečenih elektrod. S temi povezavami se bo baterijska sponka pritrdila na elektrode, medtem ko bosta dve dodatni žici pritrdjeni za kasnejšo povezavo z voltmetrom.
3. Elektrodi varno prilepite na majhen kos lesa ali plastike. Ta sklop nato pritrdite na kozarec z vodo, tako da so elektrode skoraj v celoti potopljene. Bodite previdni, da ostanejo zviti žični priključki nad vodno gladino, tako da so potopljene le elektrode, prevlečene s platino.
4. Rdečo žico priključite na pozitivno sponko, črno žico pa na negativno sponko multimetra ali diode. Prepričajte se, da voltmeter kaže 0 voltov.
5. Če želite aktivirati gorivno celico, sprožite nastajanje mehurčkov vodika na eni elektrodi in mehurčkov kisika na drugi. To dosežete tako, da sponko za baterijo priključite na 9-voltno baterijo. Voltmeter mora kazati 9 V ali pa mora dioda oddajati svetlo rdečo svetlobo.
6. Ko pride do zelene reakcije, odklopite baterijo. Če bi namesto s platino prevlečene žice uporabili standardno žico, bi voltmeter ponovno pokazal 0 V, saj baterija ni priključena. Ker pa platina deluje kot katalizator in omogoča rekombinacijo vodika in kisika, voltmeter na začetku pokaže približno 1 V. Sčasoma se ta napetost postopoma zmanjšuje, dokler ne doseže 0 V.



EKSPERIMENT 2: Sestava avtomobila na gorivne celice iz znanstvenega kompleta in njegovo delovanje

Potrebni materiali:

- Znanstveni komplet za avtomobil na gorivne celice - FCJJ-11² ali podobno

Postopek:

1. Sledite postopku iz navodil proizvajalca³⁻⁹

ODNOSI

Izdelava vodikove gorivne celice [https://sci-](https://sci-toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html)

[toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html](https://sci-toys.com/scitoys/scitoys/echem/fuel_cell/fuel_cell.html).

Opis, P.; Pack, L. Fuel Cell Car Science Kit Opis izdelka Lastnosti Eksperimenti in dejavnosti

Jezikovni paket Fuel Cell Car Science Kit Informacije o pakiranju Vsebina kompleta. 11-12.

FCJJ 11 - FCJJ-11 Vodnik za študente - fizika - napredna energija.

Generation, N.; Standards, S. FCJJ-11 Priročnik za učitelje - Fizika - Napredna energija.

Generacija, N.; Standardi, S. FCJJ11_Redox_CH_Student_V2.

Generacija, N.; Standardi, S. FCJJ11_Reakcije_CH_Učitelj_V2.

Generation, N.; Standards, S. FCJJ11_Reactions_CH_Student_V2.

Generacija, N.; Standardi, S. FCJJ11_Redox_CH_Teacher_V2.

Horizon Fuel Cell Technologies. FCJJ11 Uporabniški priročnik. 0-1.



Vaja 3: Sodobne baterije

OPIS

Sodobne baterije so ključni temelj za napajanje našega vse bolj digitalnega in mobilnega sveta. Z napredkom tehnologije so se baterije razvile iz preprostih celic v kompleksne sisteme za shranjevanje energije, ki omogočajo različne aplikacije, od pametnih telefonov do električnih vozil.

Eno od ključnih področij razvoja sodobnih baterij je gostota energije. Inženirji si nenehno prizadevajo, da bi v manjše in lažje pakete spravili več energije ter tako povečali čas delovanja prenosnih naprav, hkrati pa zmanjšali njihovo velikost in težo. V ospredju te revolucije so litij-ionske baterije, ki ponujajo visoko gostoto energije in možnost ponovnega polnjenja, zaradi česar so najprimernejša izbira za pametne telefone, prenosne računalnike in električna vozila. Vendar je trajnost postala ključni poudarek tudi pri tehnologiji baterij. Raziskovalci raziskujejo alternativne materiale in proizvodne postopke, da bi zmanjšali vpliv proizvodnje in odstranjevanja baterij na okolje. Od materialov, ki jih je mogoče reciklirati, in bogatih elementov do elektrolitov v trdnem stanju, potekajo prizadevanja za ustvarjanje baterij, ki niso le učinkovite, temveč tudi okolju prijazne.

V tem pogledu prihodnost baterij obeta še večji napredek. Raziskovalci raziskujejo različne možnosti za premikanje meja tehnologije shranjevanja energije, od polprevodniških baterij z izboljšano varnostjo in dolgo življenjsko do kemijskih materialov naslednje generacije, kot so litij-žveplo, cink-zrak in natrij-ionski materiali. Ker se tehnologija še naprej razvija, se bodo razvijale tudi baterije, ki bodo spodbujale inovacije in oblikovale krajino naše energetske prihodnosti.

DIDAKTIČNO-METODIČNI KOMENTAR

Ta učna enota je zasnovana kot navodilo korak za korakom. Učenci bodo z eksperimentalnim delom ter s pomočjo učbenikov in drugih razpoložljivih virov izvedeli več o načelih, uporabi in pomenu cink-zračnih baterij.

PRIMERI VIROV ZA EKSPERIMENTALNO DELO V STEM OKOLJU NA TEMO "Cink-zračna baterija"

Vir 1: [Cink-zračna baterija](#). Sestaviti baterijo iz cinkovega zraka z uporabo gospodinjskih materialov in kemikalij ter spoznati temeljna načela elektrokemije cinkovega zraka.

VZORČNA PREISKOVALNA VPRAŠANJA NA TO TEMO, NAMENJENA PROJEKTNIM DEJAVNOSTIM V MATIČNEM OKOLJU:

1. Kakšna je energijska gostota cink-zračnih baterij v primerjavi z drugimi pogosto uporabljenimi baterijskimi tehnologijami?
2. Katere so glavne prednosti in slabosti cink-zračnih baterij z vidika stroškov, zmogljivosti in vpliva na okolje?
3. Kako razlike v zasnovi in konstrukciji vplivajo na učinkovitost in življenjsko dobo cink-zračnih baterij?
4. V čem je baterija s kovinskim zrakom podobna gorivni celici?



5. Kakšno vlogo imajo katalizatorji pri izboljšanju učinkovitosti cinkovo-zračnih baterij in kako je mogoče optimizirati njihovo učinkovitost?
6. Kateri so ključni izzivi, povezani z možnostjo ponovnega polnjenja cink-zračnih baterij, in katere strategije je mogoče uporabiti za njihovo premagovanje?
7. Kako hitrost difuzije kisika vpliva na splošno zmogljivost in izhodno energijo cink-zračnih baterij?
8. Kakšne so možnosti uporabe cinkovo-zračnih baterij v sistemih za shranjevanje obnovljive energije, stabilizaciji omrežja in električnih vozilih?
9. Kako okoljski dejavniki, kot sta temperatura in vlažnost, vplivajo na delovanje in življenjsko dobo cink-zračnih baterij?
10. Kakšen napredek je bil dosežen na področju znanosti o materialih za povečanje trajnosti in stabilnosti sestavnih delov akumulatorjev iz cinka in zraka?
11. Kako lahko matematično modeliranje in simulacijo uporabimo za napovedovanje obnašanja in optimizacijo delovanja cink-zračnih baterij v različnih pogojih delovanja?

Sredstvo 1

CINK-ZRAČNA BATERIJA

KRATKE INFORMACIJE O UČNEM VIRU

Predmeti	Kemija, fizika, ...
Starost	Študenti
Čas za izvedbo	5 ur

To učno gradivo je zasnovano tako, da vam pomaga pridobiti temeljito znanje o cink-zračnih baterijah, ki so bistvenega pomena za trajnostno shranjevanje energije. Raziskuje načela, uporabo in pomen cink-zračnih baterij na različnih področjih, kot so obnovljivi viri energije, okoljska znanost in inženirstvo, zato je dostopen in pomemben na različnih področjih.

UVOD IN TEORETIČNA PODLAGA¹

Ta učni pripomoček je skrbno pripravljen, da bi z različnimi pristopi omogočil celovito razumevanje baterij cink-zrak. Z vključevanjem naslednjih elementov poskuša zagotoviti obogateno izobraževalno pot, katere cilj je olajšati pridobivanje znanja in spretnosti, povezanih s cink-zračnimi baterijami. Ključne obravnavane teme vključujejo:

Konceptualno razumevanje: V gradivu so predstavljena temeljna načela, na katerih temeljijo baterije iz cinka in zraka, ter razložene teme, kot so elektrokemija, zasnova celic in reakcijski mehanizmi. To znanje je temelj za nadaljnje raziskovanje in razumevanje.



Praktična uporaba: Vključujoč vpogled v dejansko uporabo cink-zračnih baterij v različnih panogah, vključno s shranjevanjem obnovljive energije, prevozom in potrošniško elektroniko. S študijami primerov in primeri učenci razumejo, kako se te baterije uporabljajo v praktičnih scenarijih.

Eksperimentalno raziskovanje: V okviru praktičnih poskusov in predstavitev lahko učenci neposredno opazujejo obnašanje cink-zračnih baterij. Z raziskovanjem dejavnikov, kot so izhodna napetost, učinkovitost in delovanje v različnih pogojih, udeleženci bolje razumejo delovanje baterij.

Vaje za reševanje problemov: V gradivu so predstavljeni zahtevni problemi in scenariji, povezani z baterijami iz cinka in zraka, ki učence spodbujajo k uporabi znanja pri reševanju praktičnih izzivov. Ta pristop spodbuja razvoj sposobnosti kritičnega razmišljanja in krepí konceptualno razumevanje.

Sodelovalno učenje: Učinkovito vodenje skupinskih dejavnosti, razprav in skupnih projektov, ki ustvarjajo ugodno okolje za izmenjavo idej in izkušenj. Učenci z medsebojnim sodelovanjem poglobijo svoje razumevanje cink-zračnih baterij, hkrati pa spodbujajo skupinsko delo in izboljšujejo učne rezultate.

Z vključitvijo teh različnih elementov si ta učni vir prizadeva zagotoviti celostno in zanimivo izobraževalno izkušnjo ter udeležencem omogočiti, da pridobijo celovito znanje in spretnosti, povezane z baterijami iz cinka in zraka.

UTEMELJITEV IZVEDBE POSKUSA

Razlogi za eksperimentiranje z izdelavo preproste cink-zračne baterije zajemajo različne vidike in ponujajo celovit pristop k učenju. Prvič, omogoča praktično učenje, ki udeležencem ponuja otipljivo in interaktivno izkušnjo, ki utrjuje njihovo razumevanje elektrokemije in shranjevanja energije. Med sestavljanjem baterije učenci iz prve roke spoznajo, kako njene komponente sodelujejo pri proizvodnji električne energije. To praktično sodelovanje izboljša razumevanje, saj povezuje teoretično znanje z uporabo v resničnem svetu in utrjuje koncepte, kot so oksidacijsko-redukcijske reakcije, pretok elektronov ter vloge elektrod in elektrolitov v galvanskih celicah. Poleg tega gradnja cink-zračne baterije olajša reševanje problemov in odpravljanje težav. Udeleženci se srečujejo z izzivi, kot so optimizacija materialov za elektrode, upravljanje hitrosti reakcij in izboljšanje električne prevodnosti. Obravnavanje teh ovir krepí večino kritičnega razmišljanja in spodbuja udeležence k oblikovanju inovativnih rešitev, s čimer se pogloblja njihovo razumevanje temeljnih načel. Poleg tega so cink-zračne baterije zaradi visoke gostote energije in stroškovne učinkovitosti poznane kot potencial za shranjevanje energije iz obnovljivih virov. Izdelava baterije iz cinka in zraka udeležencem omogoča, da raziščejo uporabo te tehnologije pri reševanju izzivov shranjevanja energije, povezanih z obnovljivimi viri, kot sta sončna in vetrna energija, ter tako spodbujajo spoštovanje do trajnostnih energetske rešitev. Nazadnje, takšni praktični poskusi spodbujajo zanimanje za področja STEM in sodelovanje na njih. Z uporabo konceptov STEM v praktičnem okolju se udeleženci navdušijo za prihodnja prizadevanja na področju znanosti,



tehnologije, inženirstva in matematike. To ne le spodbuja strast do učenja, temveč tudi vzgaja naslednjo generacijo inovatorjev in reševalcev problemov v poklicih, povezanih s STEM.

PREISKOVALNE NALOGE, KI JIH JE TREBA IZVESTI

Raziskovalne naloge, ki jih je treba izvesti za izdelavo preproste cink-zračne baterije, so naslednje:

1. **Izbira in karakterizacija materialov:** Preučite različne materiale za cinkovo anodo in zračno katodo ter upoštevajte dejavnike, kot so reaktivnost, prevodnost in razpoložljivost. Opredelite lastnosti izbranih materialov, vključno s površino, poroznostjo in elektrokemijsko zmogljivostjo, s tehnikami, kot sta skenirna elektronska mikroskopija (SEM) in ciklična voltametrij.
2. **Optimizacija elektrolitov:** Preučite različne elektrolitske raztopine za izboljšanje delovanja in stabilnosti baterije, pri čemer upoštevajte dejavnike, kot so pH, ionska prevodnost in združljivost z izbranimi elektrodnimi materiali. Z eksperimentiranjem in analizo raziščite vpliv dodatkov ali puferjev na lastnosti elektrolita in zmogljivost baterije.
3. **Tehnike izdelave elektrod:** Preučite različne metode izdelave cinkovih in zračnih elektrod, kot so elektrolitsko nanašanje, sitotisk ali brizgalni tisk, da bi optimizirali njihovo morfologijo in zmogljivost. Raziščite vpliv parametrov priprave elektrod, vključno s temperaturo, časom nanašanja in koncentracijo prekursorja, na strukturo in elektrokemijske lastnosti elektrod.
4. **Sestava in oblikovanje celic:** Preučite različne zasnove in konfiguracije celic, da bi optimizirali postopek sestavljanja in povečali zmogljivost baterije. Poskusite z različnimi separatorji in embalažnimi materiali, da povečate stabilnost celic in preprečite uhajanje elektrolita ali prehod plinov.
5. **Preizkušanje zmogljivosti in karakterizacija:** Razvijte protokole za preskušanje elektrokemijske učinkovitosti baterije iz cinka in zraka, vključno s metodami za merjenje izhodne napetosti, zmogljivosti in življenjske dobe cikla. S sistematičnim preskušanjem in analizo raziskati vpliv pogojev delovanja, kot so temperatura, vlažnost in hitrost praznjenja, na delovanje baterije.
6. **Študije dolgoročne stabilnosti in trajnosti:** Izvedite študije dolgoročne stabilnosti in trajnosti, da ocenite delovanje baterije v pogojih neprekinjenega delovanja in cikličnega delovanja. Raziščite mehanizme degradacije in načine odpovedi s postmortalno analizo, vključno s pregledom morfologije in kemične sestave elektrod.
7. **Presoja vplivov na okolje:** Preučite vpliv cink-zračne baterije na okolje, vključno s trajnostjo surovin, porabo energije med proizvodnjo in možnostjo recikliranja ali odstranjevanja. Ocenite oceno življenjskega cikla (LCA) baterije, da bi razumeli njen celoten okoljski odtis in opredelili možnosti za izboljšave.

Hipoteza: Hipoteza: S kemičnimi in mehanskimi metodami je mogoče izboljšati delovanje Zn-zračne baterije.

PREISKOVALNI POSKUS

EKSPERIMENT 1: "Izdelava preproste cink-zračne baterije"



Potrebni materiali:

- Bakrena elektroda
- Cinkova elektroda
- Komplet 2 električnih testnih vodnikov z aligatorskimi sponkami
- Multimeter in rdeča dioda
- Skodelica za vodo
- Natrijev klorid (približno 25 g)
- Merilna skodelica, metrična
- Posoda, v katero lahko spravite vsaj 500 ml
- Čajna žlička
- Voda
- Kuhinjska tehnica
- Vodikov peroksid (3%) (približno 20 ml)
- Slamnik
- Časomer ali ura s sekundno ročico

Postopek:³

1. Najprej pripravite elektrolit iz slane vode za baterijo iz cinka in zraka. V posodi, napolnjeni z 0,5 L vode, raztopite 25 g NaCl.
2. S trajnim markerjem označite tri skodelice za vodo kot #1-3. Hkratno izvajanje treh poskusov zagotavlja natančnost in ponovljivost rezultatov.
3. Pripravite elektrode:
 - a. Cu elektrodo označite kot katodo.
 - b. Za anodo določite Zn elektrodo.
4. V vsako označeno skodelico ali kozarec vlijte 150 ml pripravljenega elektrolita iz slane vode.
5. V vsako skodelico ali kozarec vstavite eno Zn in eno Cu elektrodo, pri čemer pazite, da sta postavljeni na nasprotni strani, tako da sta obrnjeni druga proti drugi. Pazite, da se ne bosta dotikali, da ne pride do naključnega kratkega stika.
6. Kobilice povežite z električnimi testnimi kabli, tako da je rdeči kabel povezan s Cu, črni pa s Zn. Druga konca priključite na rdečo diodo, ki mora svetiti.
7. Zdaj lahko preizkusite delovanje baterij. Vsako baterijo zaporedoma preizkusite z multimetrom pod naslednjimi pogoji, tako da odklopite diodo in priključite multimeter:
 - a. Brez dodajanja elektrolita
 - b. Neprekinjeno mešanje
 - c. neprekinjeno pihanje mehurčkov s slamico
 - d. Dodajanje 5 mL 3% H₂O₂
 - e. Dodajanje 5 mL 3% H₂O₂ in neprekinjeno mešanje
8. Izmerite napetost odprtega kroga in tok kratkega stika vsake cinkovo-zračne baterije. Začnite s prvim poskusom in nadaljujte z drugima dvema. Te meritve zagotavljajo



Co-funded by
the European Union



najvišjo napetost in tok, ki ju lahko zagotavlja vaša baterija, vendar upoštevajte, da ne more zagotavljati obeh hkrati.

ODNOSI

Li, Y.; Dai, H. Recent Advances in Cink-Air Batteries (Nedavni dosežki na področju baterij s cinkovim zrakom). *Chem. Soc. Rev.* **2014**, *43* (15), 5257-5275.
<https://doi.org/10.1039/c4cs00015c>.

Kako izdelati baterijo iz kovine, zraka in slane vode https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Chem_p107/chemistry/make-a-battery-with-metal-air-and-saltwater#procedure.

Postopek, E. Kako narediti baterijo iz kovine, zraka in slane vode | Znanstveni projekt. **2021**.



Primer: Trajnostne tehnologije v naravoslovnem izobraževanju - 2. del. Učna enota s projektnim učenjem

Opis inovativne zelene učne enote STEAM

Stopnja izobrazbe (starost učencev): Magistrska stopnja 2. cikel
Zadeva: "Vključevanje v sistem": Trajnostne tehnologije v naravoslovnem izobraževanju
Teme: Trajnostne tehnologije
Cilji učnega načrta: <ul style="list-style-type: none"> • razumevanje konceptov trajnostne energije • razumevanje načel hibridnih sistemov obnovljivih virov energije. • Oblikovanje in analiza integriranih sistemov, ki združujejo več trajnostnih tehnologij. • Opredelite in razložite načela trajnostne energije. • Opredelite vplive tradicionalnih virov energije na okolje. • Opišite načela delovanja vodikovih gorivnih celic. • analizirati prednosti in izzive tehnologije vodikovih gorivnih celic. • Dokazati sposobnost načrtovanja in izdelave osnovne vodikove gorivne celice. • Razložite postopek elektrolize za pridobivanje vodika. • Ocenite učinkovitost in praktično uporabo elektrolizatorjev. • primerjajte in primerjajte litij-ionske baterije z novimi baterijskimi tehnologijami. • analizirati okoljske in gospodarske posledice različnih vrst baterij. • Dokazati sposobnost načrtovanja in testiranja baterijskega sistema. • razumevanje koncepta elektrokemijskih mikroeaktorjev. • Razložite načela pretvorbe fotonapetostne energije. • analizirati učinkovitost in omejitve sončnih fotovoltaičnih sistemov. • Načrtovanje in optimizacija fotovoltaičnega sistema za določen scenarij. • Opišite načela delovanja vetrnih turbin.
Ključne besede: zeleni STEM, trajnostne tehnologije, projektno učenje
Učna orodja: sistem za upravljanje učenja (npr. Moodle), platforma za sodelovanje (npr. Microsoft Teams), baze podatkov o literaturi (npr. Scopus, Web of Science, Google Scholar, ERIC), programska oprema za predstavitve, dokumentacijo in preglednice (npr. PowerPoint, Word, Excel), grafično orodje (npr. Canva), orodja za šolsko eksperimentalno zbiranje podatkov (npr. Vernier senzorji) itd.
Viri literature za učence <i>obvezno: /</i> <i>dodatno:</i> Dinçer, İ., & Erdemir, D. (2023). <i>Uvod v energetske sisteme</i> . John Wiley & Sons. Ferk Savec, Vesna (2010). <i>Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin : učbenik</i> . Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko. Hacker, V., & Mitsushima, S. (Eds.). (2018). <i>Fuel cells and hydrogen: from fundamentals to applied research (Gorivne celice in vodik: od osnov do uporabnih raziskav)</i> . Elsevier.



He, G. (2024). *Elektrokemične tehnologije shranjevanja energije poleg litij-ionskih baterij*.
Korthauer, R. (ur.). (2018). *Litij-ionske baterije: osnove in uporaba*. Springer.
Monconduit, L. in Croguennec, L. (2021). *Les batteries Na-ion*. ISTE Group.

Viri literature za (bodoče) učitelje

Obvezno/dodatno:

Dinçer, İ., & Erdemir, D. (2023). *Uvod v energetske sisteme*. John Wiley & Sons.
Ferk Savec, Vesna (2010). *Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin : učbenik*.
Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
Hacker, V., & Mitsushima, S. (Eds.). (2018). *Fuel cells and hydrogen: from fundamentals to applied research (Gorivne celice in vodik: od osnov do uporabnih raziskav)*. Elsevier.
He, G. (2024). *Elektrokemične tehnologije shranjevanja energije poleg litij-ionskih baterij*.
Korthauer, R. (ur.). (2018). *Litij-ionske baterije: osnove in uporaba*. Springer.
Monconduit, L. in Croguennec, L. (2021). *Les batteries Na-ion*. ISTE Group.

Učne metode: projektno učenje, eksperimentalno delo



TEORETIČNO OZADJE

TEORETIČNO OZADJE

Tečaj za učitelje združuje vsebine, orodja in dobre prakse, ki vključujejo inovativne metodologije PBL, IBL in inženirsko načrtovanje s hibridnim pristopom.

A. V orodjih programa Green STEM se dejavnosti začnejo z avtentičnimi problemi. Avtentični problemi so tudi pomembna spodbuda za učence, da se vključijo v učenje, ki temelji na raziskovanju in reševanju problemov. Avtentični problemi opredeljujejo vrste problemov, ki lahko učencem pomagajo pri pridobivanju veščin znanstvenega raziskovanja (Burrows et al., 2016), obravnavajo resnične delovne stile znanstvenikov in raziskovalcev na področjih, povezanih z znanostjo (Hsu et al., 2010), in način uporabe znanosti (van Eijck & Roth, 2009). Zato dejavnosti, ki jih ponazarja projekt Green STEM, vključujejo avtentične raziskovalne probleme, ki lahko podprejo raziskovanje učencev s poudarkom na praktičnem in miselnem udejstvovanju.

Na primer, dejavnost z naslovom "TOPIC B.1: B.1.1.1. "Zbiranje vode iz atmosfere" se začne z avtentičnim problemom, povezanim z zbiranjem vode iz atmosfere, znanim tudi kot zbiranje vode iz atmosfere, za pridobivanje uporabne vode s pridobivanjem vlage iz zraka. Cilj dejavnosti je, da učenci rešujejo probleme, povezane s pridobivanjem vode na območjih, ki se soočajo s pomanjkanjem vode, in zagotovijo potencialno rešitev za regije z omejenim dostopom do virov sladke vode. Pri dejavnosti morajo učenci raziskati različne tehnike, kot so kondenzacija, zbiranje rose, zbiranje megle in generatorji atmosferske vode (AWG), ter pridobiti znanje in jih preizkusiti v laboratorijskih okoljih.

B. Orodja programa Green STEM edinstveno podpirajo in krepijo proces oblikovanja in inženiringa. Trenutne metodologije in pristopi k procesom inženirskega načrtovanja in na načrtovanju temelječega učenja so jasno opredeljeni v tokovih dejavnosti in procesih izvajanja. Teoretična vsebina z naslovom "TEMELJ A.5: Zeleni STEM ter prihodnost del in spretnosti v zeleni industriji" obširno poudarja pomen oblikovalskih in inženirskih poklicev v okviru zelenih poklicev. Na delavnicah ali seminarjih, organiziranih kot del procesa razširjanja modela zelenega STEM, artefakti dejavnosti, predstavitev in razprave o osnovah projektov zelenega STEM, povezanih s TOPIC 8-14, tvorijo pomembno temo razprave o oblikovanju in inženirstvu. Gradiva in protokoli opazovanja, razviti za učitelje, imajo koristi od inovativnih metod oblikovanja in inženirstva Gunbatar et al. (2022), Dare et al. (2021) in Ong et al. (2023).

C. Laboratorijske študije in procesi, ki jih najdemo v orodjih programa Green STEM, podpirajo inovacije na način, ki učencem omogoča razumevanje zelenih matematičnih, naravoslovnih in inženirskih konceptov. Na raziskovanju temelječe učenje je učni pristop, prilagojen učenju z laboratorijskimi procesi. Pri dejavnostih, razvitih za program Green STEM, so učenci spodbujeni k interakciji z raziskovanjem in poizvedovanjem na visoki ravni (večinoma gre za odprte poizvedovalne naloge), pri čemer vzpostavljajo povezave z resničnim svetom. Orodja za profesionalni razvoj, pripravljena za učitelje, jih spodbujajo k vodenju učnega procesa v različnih vlogah, ki jih lahko izrazimo kot diagnostik, motivator, inovator, eksperimentator, raziskovalec, modelar in učenec (Crawford, 2000). Tako je sprejet učni pristop, ki spodbuja učence k reševanju problemov in izkustvenemu učenju. Pri dejavnostih so učenci podprti pri aktivnem sodelovanju ali motivaciji v vsaj enem od procesov, kot so spraševanje, načrtovanje, zbiranje podatkov, oblikovanje zaključkov ali sporočanje učenja, kot jih opredeljujejo Minner in drugi (2010):



- prisotnost naravoslovnih vsebin,
- učenčevu aktivno vključevanje v naravoslovne vsebine,
- njihovo odgovornost za učenje z vsaj enim od procesov spraševanja, načrtovanja, zbiranja podatkov, oblikovanja zaključkov ali komunikacije, pri čemer podpira njihovo aktivno sodelovanje ali motivacijo.

D. Projektne dejavnosti v orodjih programa Green STEM podpirajo na dokazih (podatkih) temelječe razmišljanje. To zagotavlja tudi pristop, ki ga podpirata "poučevanje in učenje na podlagi utemeljenega načrtovanja", ki sta ga opredelila Crismond in Adams (2012) in IBL. Učenci pri ocenjevanju, popravljanju in izboljševanju svojih načrtov uporabljajo dokaze. Stopnje "vrednotenje izdelka/rešitve", "izboljšanje" in "razmislek/delitev", vključene v poteke dejavnosti, so zasnovane prav v ta namen. Namen tega je zagotoviti, da imajo načrti, ki jih učenci predstavijo pri zelenih dejavnostih STEM, dosledne in natančne (uporabne) podatke. Ko učenci vidijo, kako in zakaj se uporabljajo informacije, pridobljene v načrtih, doživijo trenutek "evreka". S tem se zanje začne tudi neskončen cikel oblikovanja. Z nenehnim razvijanjem, ponovnim ocenjevanjem in izboljševanjem svojih načrtov na podlagi resničnih dokazov in opažanj lahko učenci dosežejo inovativne končne načrte. Crismond in Adams (2012) sta objavila dragoceno raziskavo, predstavljeno za razumevanje, ki ga je mogoče sprejeti pri dejavnostih za matrico poučevanja in učenja ozaveščenega oblikovanja.

UČNO GRADIVO IN PRIMERI DOBRIH PRAKS.



Primer: Biomimikrija Nanooblike in prakse okoljske industrije

Opis inovativne zelene učne enote STEAM

Stopnja izobrazbe (starost učencev): Srednja šola		
Zadeva: "Vključevanje v sistem": Zeleni STEM		
Teme: Biomimikrija Nanotkanine in prakse okoljske industrije		
Cilji učnega načrta:		
Naravoslovni cilji:		
<ul style="list-style-type: none"> - Opazuje primere vodoodbojnih tkanin v naravi z učinkom lotosa, - Pridobi temeljno znanje s področja znanosti o materialih in nanotehnologije s spoznavanjem načel nanotehnologije pri vodoodbojnih tkaninah, - Pridobi praktične izkušnje pri razumevanju lastnosti vodoodbojnih tkanin in raziskovanju znanstvene podlage lotosovega učinka. 		
Inženirski cilji:		
<ul style="list-style-type: none"> - Rešuje inženirske probleme s poudarkom na oblikovanju nano vodoodbojnih tkanin, - Izboljšuje inženirske spretnosti z zagotavljanjem priložnosti za izkušnjo oblikovalskega razmišljanja, izdelave prototipov in postopkov izboljšav. 		
Tehnološki cilji:		
<ul style="list-style-type: none"> - z uporabo različnih tehnoloških orodij in materialov izboljša tehnološke spretnosti za preoblikovanje idej v oprijemljive prototipe tkanin, - Razvija tehnološke spretnosti s pridobivanjem izkušenj pri uporabi tehnoloških orodij za ocenjevanje in preizkušanje vodoodbojnih tkanin. 		
Matematični cilji:		
<ul style="list-style-type: none"> - Izboljša matematično razmišljanje z uporabo merjenja, računanja in analiziranja podatkov v procesu načrtovanja, - razume in uporablja matematične metode, ki se uporabljajo za ocenjevanje učinkovitosti vodoodbojnih tkanin. 		
Umetniški cilji:		
<ul style="list-style-type: none"> - Razvija umetniške spretnosti z uporabo ustvarjalnega razmišljanja in estetskega razumevanja v procesu oblikovanja, - Izboljšuje umetniške spretnosti z zagotavljanjem priložnosti za umetniško izražanje oblikovalskih zamisli in estetsko izboljšanje prototipov. 		
Sorodni cilji GREEN STEM:		
<ul style="list-style-type: none"> - GD2. Čisto in krožno gospodarstvo - GD2.d. Inovativne prakse za trajnostno proizvodnjo ter zmanjšanje emisij ogljika in toplogrednih plinov v tekstilnem in usnjarskem sektorju. 		
Ključne besede: Nano vodoodbojnost, Nano hidrofobnost, Biometrični koncept, Lotosov učinek, Nano hidrofobnost, Nano hidrofobnost		
Učna orodja:	Delovni list za učence 1, 2, 3	vosek, vazelin, vosek za tkanine, superhidrofobnostni premaz (sprej), različne tkanine, testni materiali (kot so plastenke, gobice, kapanke, lesene palice, merilna oprema itd.)
Viri literature za učence		
Arabacioglu, S. (2022). Ali nas lahko nanotehnologija ohrani suhe v dežju? Na raziskovanju temelječa dejavnost, ki učencem pomaga izboljšati njihove preiskovalne spretnosti. <i>International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)</i> , 6(3), 410-426. https://doi.org/10.46328/ijtes.395		
Viri literature za (bodoče) učitelje		
Arabacioglu, S. (2022). Ali nas lahko nanotehnologija ohrani suhe v dežju? Na raziskovanju temelječa dejavnost, ki učencem pomaga izboljšati njihove preiskovalne spretnosti. <i>International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)</i> , 6(3), 410-426. https://doi.org/10.46328/ijtes.395		



Blonder, R., & Mamlok-Naaman, R. (2016). Učenje o poučevanju obšolske teme nanotehnologije kot sredstvo za doseganje trajnostnih sprememb v naravoslovnem izobraževanju. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(3), 345-372. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9579-0>

Ghattas, N. I., & Carver, J. S. (2012). Vključevanje nanotehnologije v šolsko izobraževanje: Pregled literature. *Research in Science and Technological Education*, 30(3), 271-284. <https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058>

Mandrikas, A., Michailidi, E. in Stavrou, D. (2020). Poučevanje nanotehnologije v osnovnošolskem izobraževanju. *Research in Science and Technological Education*, 38(4), 377-395. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783>

Sakhnini, S., & Blonder, R. (2016). Nanotehnološke aplikacije kot kontekst za poučevanje bistvenih konceptov NST, *International Journal of Science Education*, 38(3), 521-538. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1152518>

Metoda poučevanja: problemsko učenje, raziskovalno učenje, projektno učenje, projektno razmišljanje in inženirsko oblikovanje, praktična znanost, uporabno učenje, tehnološko podprto učenje.

Scenarij poučevanja/učne enote Green STEAM

Faza	Potreben čas	Dejavnost učiteljev	Dejavnost učencev
Priklic poznanega in izkušenj	30 min	Učitelj lahko začne tako, da pritegne pozornost učencev in uvede temo z zanimivim vprašanjem ali zgodbo. Učence lahko na primer vpraša o izzivih, s katerimi se soočajo na deževen dan, ali o tem, kako se počutijo v dežju. Nato lahko učencem razložijo, kaj so vodoodbojne tkanine in kako delujejo. Z opisom značilnosti in prednosti teh tkanin učencem pomagajo bolje razumeti temo. Učitelj s primeri ponazori različna področja uporabe vodoodbojnih tkanin in tako učencem pomaga razumeti pomen teh tkanin v vsakdanjem življenju. S primeri vodoodbojnih tkanin ali podporo s slikovnim gradivom učenci dobijo konkretnjšo predstavbo. Dijital araç - Yağmurluklu bir insan görseli üzerinden tartışma....	Učenci lahko delijo svoje izkušnje z deževnim vremenom in kako se voda obnaša, ko pride v stik z dežjem. Na podlagi teh izkušenj se začne razprava. Učencem se zastavljajo vprašanja, da bi razumeli, zakaj in kako delujejo vodoodbojne tkanine. Kakšne so na primer značilnosti vodoodbojnih tkanin? Katere so prednosti vodoodbojnih tkanin? Učenci lahko raziskujejo različna področja uporabe vodoodbojnih tkanin. Na primer dežni plašči, športna oblačila, zunanji materiali itd. V skupinah lahko razpravljajo o pomenu povečanja funkcionalnosti in udobja vodoodbojnih tkanin. Vsaka skupina lahko obravnava določeno področje uporabe in razpravlja o prednostih, ki jih te tkanine zagotavljajo.
Raziskave in vprašanja	1 ura	Učenci so poučeni, da pridobivajo liste vodnih lilij, rastlin taro, članov družine Brassicaceae, ženskih copatk,	Učenci pod povečevalnim steklom pregledajo liste določene rastlinske vrste.



		<p>ingverja in vrtnih vrtnic. Liste naj natančno pregledajo pod povečevalnim steklom in se pogovorijo o vzorcih ali strukturah, ki jih opazijo. Učenci naj na površino lista položijo kapljico vode in opazujejo obnašanje vodnih kapljic ter razložijo, kako se obnašajo. Spodbudimo jih, da primerjajo obnašanje vodnih kapljic na listih različnih rastlin in razpravljajo o možnih razlogih, pri čemer spodbudimo razpravo. Učenci naj svoja opažanja in rezultate poskusov zapišejo na delovni list 1. Prav tako jih spodbujamo, da svoje raziskovanje še poglobijo v okviru določenih vprašanj. Učenci naj prepoznajo mikro/nanostrukture na površini lotosovih listov in razpravljajo o njihovi vodoodbojni vlogi. Razmislijo naj o tem, kako nanostrukture zmanjšujejo površino stika med vodnimi kapljicami in površino listov. Spodbuja se razprava o tem, zakaj vodne kapljice na lotosovih listih tvorijo skoraj kroglaste oblike, in obravnavajo se ovire pri širjenju. Učenci naj razpravljajo o možnih vsakodnevnih uporabah posnemanja površinskih lastnosti lotosovih listov. Prav tako naj raziščejo, ali v naravi obstajajo še drugi primeri s podobnimi strategijami odbijanja vode, kot jih imajo lotosovi listi.</p>	<p>Opazovane vzorce ali strukture si zapišejo. Na listno površino kanejo kapljico vode. Opazujejo obnašanje vodnih kapljic in razložijo, kaj se dogaja. Primerjajo obnašanje vodnih kapljic na listih različnih rastlin in razpravljajo o razlikah. Svoja opažanja in rezultate poskusov zapišejo v delovni list 1. Svoje raziskave poglobijo in obravnavajo v okviru določenih vprašanj. Opišejo mikro/nanostrukture in razpravljajo o njihovi vlogi pri odbijanju vode. Raziskujejo obliko in obnašanje vodnih kapljic na listni površini ter razmišljajo o vzrokih zanje. Razmišljajo o praktični uporabi posnemanja značilnosti lotosovih listov. Raziskujejo, ali v naravi obstajajo še drugi primeri rastlin z vodoodbojnimi strategijami.</p>
Oblikovanje rešitev:	1 ura	<p>Učence spodbujamo, da v skupinah pripravijo svoje lastne nanohidrofobne tkanine. Vsaka skupina pri brainstormingu razpravlja o različnih oblikovalskih idejah in značilnostih. To učence</p>	<p>Učenci razpravljajo o primerih in preučujejo možnosti uporabe v vsakdanjem življenju. Na primer, naj razpravljajo o tem, kako bi lahko uporabili</p>



		<p>spodbuja k izmenjavi idej z različnih vidikov.</p> <p>Učenci naj delovni list 2 izpolnijo v skupinah.</p> <p>Pomagamo jim pri prepoznavanju oblikovalskih zamisli in značilnosti ter vodimo postopek oblikovanja.</p>	<p>izdelke, kot so dežni plašči, vodoodporne vrečke ali samočistilne površine.</p> <p>Učenci lahko svobodno izbirajo materiale, ki jih bodo uporabili za izdelek, ki ga bodo oblikovali. Izberejo materiale, kot so vosek, superhidrofobni premazi in različne tkanine. Z izbranimi materiali ustvarijo preprost prototip. Ta prototip jim pomaga ugotoviti, kako oblikovanje deluje, in jim omogoča, da ga izboljšajo. Med postopkom načrtovanja se osredotočajo na naslednja merila za načrtovanje:</p> <p>Merila za oblikovanje:</p> <ul style="list-style-type: none">- Osredotoča se na zmanjševanje vplivov na okolje in upoštevanje načel trajnosti pri izbiri in uporabi materialov.- Zasnovan za morebitne aplikacije v resničnem življenju (npr. dežni plašči, nepremočljive vrečke ali samočistilne površine itd.).- Ustvari preproste prototipe svojih izdelkov z uporabo okolju prijaznih materialov (kot so vosek, vazelin, parafin, vosek, superhidrofobni premazi, različne tkanine (perje, padalo, oblazinjenje) itd.).
<p>Ustvarjanje in preskušanje prototipa:</p>	<p>1 ura</p>	<p>Učenci dobijo različne vzorce tkanin, premaze v spreju, čopiče in drugo potrebno gradivo. Spodbujamo jih, da te materiale uporabijo za uresničitev svojih zamisli. Pri materializaciji idej so jim na voljo smernice, po potrebi pa tudi podpora.</p> <p>Učenci naj izpolnijo delovni list 3, v katerem po korakih dokumentirajo postopek izdelave prototipa. Pozivamo jih, naj si zapišejo, kaj so</p>	<p>Učenci svoje ideje spremenijo v oprijemljive prototipe in jih preizkusijo. Pri tem uporabljajo različne materiale, kot so vzorci tkanin, premazi v spreju, čopiči itd. Ustvarijo prototipe z lastnimi idejami in izpolnijo delovni list 3. Zapišejo, kaj so naredili na vsakem koraku, katere materiale so uporabili in kakšne rezultate so dobili.</p>



		<p>počeli na vsakem koraku, katere materiale so uporabili in kakšne rezultate so dosegli.</p> <p>Preizkusi odpornosti proti vodi: Učenci lahko preizkusijo vodoodbojnost svojih prototipov tkanin in ocenijo rezultate. Voden so pri načrtovanju različnih poskusov za testiranje vodoodbojnosti prototipov tkanin. Zagotovljene so splošne informacije o izvajanju poskusov na osnovi vode, s poudarkom na nadzorovanih eksperimentalnih praksah. Učence spodbujamo, da podatke, opažanja in rezultate, ki jih dobijo med poskusi, zapisujejo. Priložnost imajo tudi za primerjavo delovanja prototipov tkanin z običajnimi vzorci tkanin in analizo rezultatov.</p>	<p>Preizkusi odpornosti proti vodi:</p> <p>Učenci imajo priložnost preizkusiti vodoodbojnost svojih prototipov tkanin in oceniti rezultate. Pridobijo splošno znanje o tem, kako se izvajajo poskusi z vodo, in načrtujejo nadzorovane poskuse. Zapišejo podatke, opažanja in rezultate, pridobljene med poskusi. Primerjajo delovanje prototipov tkanin z običajnimi vzorci tkanin in analizirajo rezultate.</p>
<p>Predstavitev , razprava in vrednotenje izdelka</p>	<p>30 min</p>	<p>Študenti naj pripravijo predstavitev, na kateri bodo predstavili prototipe nanohidrofobne tkanine. Odločijo naj se za eno od različnih orodij Web 2.0, kot so Prezi, PowerPoint, Canva itd., ki ga lahko uporabijo v ta namen. Učence spodbujamo, da med predstavitvijo delijo informacije o naslednjih temah:</p> <ul style="list-style-type: none">● Predstavitev prototipov v razredu in poudarjanje uporabljenih načel biomimikrije.● Predstavitev rezultatov preskusov in zagotavljanje dokazov o učinkovitosti vsake zasnove.	<p>Vsak učenec ali skupina predstavi svoje prototipe z ustreznim orodjem Web 2.0. Navedejo podrobne informacije o uporabljenih načelih biomimikrije. Učenci v razredu pregledajo prototipe drug drugega. Razpravljajo o prednostih in pomanjkljivostih vsakega prototipa ter izmenjujejo ideje o izzivih, s katerimi se srečujejo pri uporabi načel biomimikrije. Pregledajo predloge drugih skupin in jih primerjajo s svojimi prototipi. Ugotavljajo, katere lastnosti so uspešnejše. Na podlagi povratnih informacij, ki jih prejmejo od drugih skupin, razpravljajo o tem, kako lahko izboljšajo svoje prototipe. Razmišljajo o tem, kako učinkoviteje uporabiti načela biomimikrije.</p>



		<ul style="list-style-type: none">● Izmenjava izkušenj in izzivov, ki so se pojavili na področju vodoodbojnih tkanin. <p>Za namene ocenjevanja se od učencev pričakuje, da:</p> <ul style="list-style-type: none">● Primerjajte svoje prototipe s prototipi drugih skupin.● Ocenite, kateri pristop biomimikrije je učinkovitejši.● Predlagajte, kako izboljšati prototipe.● Sodelujte v razpravah o tem, kako učinkoviteje uporabiti načela biomimikrije.	
--	--	---	--



Primer: Zbiranje atmosfarske vode

Opis inovacije Zeleno poučevanje/učna enota STEAM

Stopnja izobrazbe (starost študentov): Srednja šola - srednja šola
Zadeva : Zeleni STEM
Teme : Zbiranje vode v atmosferi
Cilji učnega načrta : Naravoslovni učni rezultati: <ul style="list-style-type: none">• Učenci razumejo kroženje vode (razumevanje)• Učenci razumejo koncept pridobivanja vode iz zraka s kondenzacijo (razumevanje)• Učenci spoznajo pomen varčevanja z vodo in odkrivajo trajnostne rešitve za vodo (Razumevanje).• Uporabljajo temeljna znanstvena načela za izboljšanje učinkovitosti prototipa (uporaba).• Ocenuje metode pridobivanja vode iz ozračja (vrednotenje) Inženirski učni rezultati: <ul style="list-style-type: none">• Učenci oblikujejo in izdelajo model naprave za zbiranje vode iz zraka.• V procesu načrtovanja in gradnje učenci uporabljajo kritično razmišljanje, reševanje problemov in timsko delo.• se nauči, kako izračunati učinkovitost naprave. Tehnološki učni rezultati: <ul style="list-style-type: none">• Učenci merijo in analizirajo vlažnost zraka in prototipa z uporabo senzorjev in naprav za zbiranje podatkov (tehtnice, termometri itd.) .• Učenci spoznajo različne tehnologije zbiranja atmosfarske vode in njihovo uporabo.• Učenci svoje modelne naprave predstavijo razredu (z elementi, kot so infografike, grafi itd.) in z razlago pokažejo, da razumejo zbiranje vode iz ozračja. Učni rezultati matematike: <ul style="list-style-type: none">• Sušo v svojih regijah prikazuje v obliki regionalnega mesečnega grafa količine padavin ali podobnih grafov.• Učenci z matematičnimi modeli analizirajo potrebe po vodi v regiji in izračunajo količino vode, ki jo mora zagotoviti potrebna naprava za zbiranje vode.• Izračunavajo učinkovitost vozila. Učni izidi umetnosti: <ul style="list-style-type: none">• Učenci so pri oblikovanju naprave za zbiranje vode pozorni na estetske vrednote in pri razvoju prototipa uporabljajo ustvarjalne, motivacijske elemente. Podjetništvo <ul style="list-style-type: none">• Ugotavlja družbene potrebe in predlaga ustvarjalne rešitve za njihovo reševanje.• Za oglaševanje ustvarjenega blaga uporablja platforme za množično komuniciranje.• Uporablja pisne, vizualne in govorne komunikacijske tehnike, da jasno in dosledno posreduje svoje misli in odkritja strokovni ciljni javnosti. Zeleni dosežki STEM: <ul style="list-style-type: none">• Predlaga uporabo okolju prijaznih zelenih znanstvenih tehnik za zmanjšanje vpliva človekovih dejavnosti na okolje, da bi se rešila družbena vprašanja ali zahteve. Veščine 21. stoletja



- Izboljša spretnosti reševanja problemov.
- Izboljša večšine sodelovanja.
- Izboljša svojo občutljivost za okolje in svet, v katerem živi.

NARAVA ZNANOSTI (ALI ZNANSTVENEGA RAZISKOVANJA):

- Ustvari ali popravi znanstvene razlage na podlagi veljavnih in zanesljivih podatkov ali dokazov, pridobljenih iz virov (vključno z lastnimi poskusi).
- Izvaja raziskave in/ali ocenjuje in/ali spreminja načrt poskusa, da bi našel rešitev problema in pridobil podatke.

Sorodne strategije Green Deal ("zeleni posel"):

GD1. Podnebne spremembe, okolje in biotska raznovrstnost : namen urejanja podnebnih sprememb, emisij ogljika in toplogrednih plinov

Teoretične informacije

Eden največjih svetovnih problemov, ki prizadene številne regije sveta, je pomanjkanje vode. Pomanjkanje virov sladke vode, ki prebivalstvu otežuje zadovoljevanje osnovnih potreb po vodi, se imenuje pomanjkanje vode. K temu pomanjkanju prispeva več dejavnikov, vključno s človeškimi in naravnimi vplivi. Zaradi dolgotrajnih suš in nestanovitnih padavin, ki jih povzročajo podnebne spremembe, je zdaj na voljo manj vode. Poleg tega onesnaževanje, povečevanje števila prebivalcev in neustrezno upravljanje z vodo še poslabšujejo to vprašanje. S pomanjkanjem vode se danes spopadajo številni suhi in polsuhi narodi, vključno s tistimi v Afriki, na Bližnjem vzhodu in v nekaterih azijskih regijah. Ta območja imajo velike težave pri dostopu do čiste vode, zaradi česar se slabša prehranska varnost in javno zdravje, omejeno je kmetijstvo in negativno vpliva na družbeno-gospodarsko rast. Prizadevanja za odpravo pomanjkanja vode vključujejo izvajanje trajnostnih strategij upravljanja z vodo, spodbujanje praks varčevanja z vodo ter naložbe v tehnologije čiščenja in razsoljevanja vode. Pridobivanje vode iz zraka, znano tudi kot zbiranje vode iz ozračja, je postopek pridobivanja vlage iz ozračja, s katerim pridobimo uporabno vodo. Ta inovativni pristop obravnava problem pomanjkanja vode in ponuja potencialno rešitev za regije z omejenim dostopom do virov sladke vode. Za pridobivanje vode iz zraka se uporabljajo različne tehnike, kot so kondenzacija, zbiranje rose, zbiranje megle in generatorji atmosferske vode (AWG). Kondenzacija pomeni ohlajanje zraka, pri katerem vodna para kondenzira v tekočo obliko. Zbiralniki rose uporabljajo velike površine za zajemanje kapljic rose, ki nastanejo ponoči. Zbiralniki megle uporabljajo mreže za zajemanje vodnih kapljic iz prehajajoče megle. V zbiralnikih AWG se uporabljajo metode hlajenja ali sušenja za odstranjevanje vodne pare iz zraka, ki se nato kondenzira in filtrira, da nastane pitna voda. Te metode veljajo za obetavne priložnosti za trajnostno oskrbo z vodo v sušnih, polsušnih ali obalnih regijah, saj uporabljajo vlago v zraku za ustvarjanje virov sladke vode. Tekoče raziskave in tehnološki napredek na področju zbiranja vode v ozračju imajo velik potencial za ublažitev težav s pomanjkanjem vode po vsem svetu.

Ključne besede :

Podnebne spremembe , pomanjkanje vode , zbiranje vode v ozračju , kondenzacija , vlaga , rosa , meгла , biomimikrija , pasivne metode hlajenja , adsorbenti

Učna orodja :

Delovni listi
Digitalna orodja

Oprema :

bele knjige
Pisani svinčniki
Prenosni računalnik in projektor za multimedijske projekcije



Gradbeni materiali (npr. plastične steklenice, gobice, gumice, različne perforirane tkanine, škarje, lepilni trak, lepilo, lesene palice, kartonske škatle, lepenka itd.)
termometri
Higrometer
difuzor vodne pare
steklenička za pršenje vode
Kozarci ali posode za zbiranje vode
Različne snovi, na katerih pride do kondenzacije
Zrcalo
Kos kovine

Viri literature za učitelje

obvezno :

- BILDİREN, Ş., & SARGINCI, M. (2022). Predlog alternativne rešitve za pomanjkanje vode zaradi podnebnih sprememb: Atmospheric Water Harvesting. *Duzce University Ornamental and Medicinal Plants Botanical Garden Journal* , 1 (1), 21-35.
- Sleiti, A.K., Al-Khawaja, H., Al-Khawaja, H. in Al-Ali, M. (2021). Zbiranje vode iz zraka z uporabo adsorpcijskega materiala - prototip in eksperimentalni rezultati. *Separation and Purification Technology* , 257 , 117921.
- Villacrés, D.C., Carrera Villacrés, J.L., Braun, T., Zhao, Z., Gómez, J., & Carabalí, J.Q. (2020). Zbiranje megle in sistem spremljanja okolja na podlagi interneta stvari na vulkanu Ilalo v Ekvadorju. *International journal on advanced science, engineering and information technology* , 10 (1), 407-412.
- Verbrugghe, N., & Khan, A.Z. (2023). Zbiranje vode z zbiralniki megle: pregled konceptualnih, eksperimentalnih in operativnih vidikov. *International Journal of Low-Carbon Technologies* , 18 , 392-403.
- Jarimi, H., Powell, R. in Riffat, S. (2020). Pregled trajnostnih metod za zbiranje atmosferske vode. *International Journal of Low-Carbon Technologies* , 15 (2), 253-276.
- Bilal, M., Sultan, M., Morosuk, T., Den, W., Sajjad, U., Aslam, M.M., ... & Farooq, M. (2022). Zbiranje atmosferske vode na podlagi adsorpcije: A review of adsorbents and systems (Pregled adsorbentov in sistemov). *International Communications in Heat and Mass Transfer* , 133 , 105961.

dodatno :

Spodaj so povezave do spletišč, ki obravnavajo sušo in njene posledice v naši regiji. Priporočljivo je, da najprej preberete ta spletna mesta, saj jih lahko uporabite kot vodilo pri načrtovanju:

- <https://www.cnnturk.com/turkiye/kesanda-2-5-aylik-su-kaldi-kararlara-uymayanlara-ceza?page=6>
- <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/trakyada-kuraklik-ayciceginde-buyuk-verim-kaybinaneden-oldu/3025824>
- <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/edirnede-kuraklik-alarmi-belediye-baskani-barajin-ortasindan-cagiri-yapti-42346675>
- https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/kuraklik-35-yildir-tarim-arazisinin-sulandigi-goleti-de-vurdu,Bp9Q9JrIj0m-tL6LmXQWug/LSlq7PJ8IkCXx7u_GkQsLw
- <https://www.edirne.bel.tr/icerik/baskan-gurkan-son-63-yilin-en-kurak-subat-ayini-gecirdik>
- <https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/meteorolojinin-verileri-gozler-one-serdi-edirnede-korkutan-goruntu-ciftci-ekim-yapamadi-1997363>
- <https://www.haberturk.com/edirne-haberleri/32896574-edirnede-kuraklik-kanola-ekimini-olumsuz-etkiledi>

Viri literature za učence



obvezno :

- BİLDİREN, Ş., & SARGINCI, M. (2022). Predlog alternativne rešitve za pomanjkanje vode zaradi podnebnih sprememb: Atmospheric Water Harvesting. *Duzce University Ornamental and Medicinal Plants Botanical Garden Journal*, 1 (1), 21-35.
- Sleiti, A.K., Al-Khawaja, H., Al-Khawaja, H. in Al-Ali, M. (2021). Zbiranje vode iz zraka z uporabo adsorpcijskega materiala - prototip in eksperimentalni rezultati. *Separation and Purification Technology*, 257, 117921.
- Villacrés, D.C., Carrera Villacrés, J.L., Braun, T., Zhao, Z., Gómez, J., & Carabalí, J.Q. (2020). Zbiranje megle in sistem spremljanja okolja na podlagi interneta stvari na vulkanu Ilalo v Ekvadorju. *International journal on advanced science, engineering and information technology*, 10 (1), 407-412.
- Verbrugghe, N., & Khan, A.Z. (2023). Zbiranje vode z zbiralniki megle: pregled konceptualnih, eksperimentalnih in operativnih vidikov. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 18, 392-403.
- Jarimi, H., Powell, R. in Riffat, S. (2020). Pregled trajnostnih metod za zbiranje atmosferske vode. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 15 (2), 253-276.
- Bilal, M., Sultan, M., Morosuk, T., Den, W., Sajjad, U., Aslam, M.M., ... & Farooq, M. (2022). Zbiranje atmosferske vode na podlagi adsorpcije: A review of adsorbents and systems (Pregled adsorbentov in sistemov). *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 133, 105961.

odatno :

--Spodaj so povezave do spletišč, ki obravnavajo sušo in njene posledice v naši regiji. Priporočljivo je, da najprej preberete te strani, saj jih lahko uporabite kot vodilo pri oblikovanju.

<https://www.cnnturk.com/turkiye/kesanda-2-5-aylik-su-kaldi-kararlara-uymayanlara-ceza?page=6>

<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/trakyada-kuraklik-ayciceginde-buyuk-verim-kaybina-neden-oldu/3025824>

<https://www.hurriyet.com.tr/gundem/edirne-kuraklik-alarmi-belediye-baskani-barajin-ortasindan-cagri-yapti-42346675>

https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/kuraklik-35-yildir-tarim-arazisinin-sulandigi-goleti-de-vurdu,Bp9Q9Jrj0m-tL6LmXQWug/LSlq7PJ8lkCXx7u_GkQsLw

<https://www.edirne.bel.tr/icerik/baskan-gurkan-son-63-yilin-en-kurak-subat-ayini-gecirdik>

<https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/meteorolojinin-verileri-gozler-one-serdi-edirne-korkutan-goruntu-ciftci-ekim-yapamadi-1997363>

<https://www.haberturk.com/edirne-haberleri/32896574-edirne-kuraklik-kanola-ekimini-olumsuz-etkiledi>

Metoda (-e) poučevanja:

problemsko učenje, raziskovanje na podlagi raziskovanja, projektno učenje, oblikovalsko razmišljanje, biomimikrija, inženirsko oblikovanje

Scenarij zelenega poučevanja/učne enote STEAM

Faza	Potrebe n čas	Dejavnost učiteljev	Dejavnost učencev
Opredelitev problema	1 ura	Pri dejavnosti, katere cilj je razviti prototip za zbiranje vode iz ozračja, je priporočljivo, da na tablo v učilnici projicirate datoteko iz PRILOGE 1 in se pred	-Učenci navedejo primere pomanjkanja vode v regiji, v kateri živijo, in njegov vpliv na družbo. - Razpravljajo o načinih pridobivanja čiste vode



	<p>začetkom učne ure pogovorite o vrednosti vode in izzivih, povezanih z njenim pomanjkanjem (po želji lahko pred začetkom dejavnosti predvajate tudi slikovno gradivo ali filme, ki prikazujejo pomanjkanje vode in njegove učinke na skupnosti.)</p> <p>-Od učencev se pričakuje, da bodo navedli primere pomanjkanja vode v regiji, v kateri živijo, in njegove učinke na družbo.</p> <p>-V nadaljevanju predstavitev so obravnavani načini pridobivanja čiste vode.</p> <p>- Obravnava koncept pridobivanja zraka kot potencialno rešitev za pomanjkanje vode.</p> <p>-Razložite, da bo razred spoznal kondenzacijo in izdelal model naprave za zbiranje vode iz zraka.</p> <p>-Učenci se pri tej dejavnosti razdelijo v skupine po 2-3 osebe.</p> <p>-Učenci problem dobijo tako, da ga projicirajo na tablo in natisnejo na delovni list.</p> <p>-V spodnjem načrtu so priporočene različne metode zbiranja atmosfertske vode, pri čemer se osredotočamo le na <u>tehnologije pasivnega hlajenja</u> za dobro upravljanje procesa. V primerih, ko ni časovne omejitve, se lahko osredotočimo na vse tehnologije zbiranja vode v ozračju.</p> <p>-Za vsako tehnologijo zbiranja vode v ozračju so izdelane in natisnjene kartice. (Kartice so v PRILOGI 2)</p> <p>-Skupine lahko z žrebom izberejo enega od načinov</p>	<p>- Razpravljajo o konceptu zbiranja vode iz zraka.</p> <p>- Razdeljeni so v skupine po 2-3 osebe.</p> <p>- Učencem se predstavi scenarij problema in jim omogoči, da se o njem med seboj pogovorijo ter tako ocenijo svoje razumevanje problema.</p> <p>-Skupine z žrebom izberejo eno od tehnologij zbiranja atmosfertske vode in pripravijo prototip v skladu s to tehnologijo.</p> <p>- Vse, kar je znano o problemski situaciji, in mnenja, ki iz tega izhajajo, skupina zapiše v učencev delovni list 1, kjer je problem tudi pisno naveden.</p>
--	--	--



		<p>zbiranja vode in se osredotočijo nanj.</p> <p>- Cilj dejavnosti je, da učenci razumejo povzeto problemsko situacijo, in da bi okrepili izkušnje učencev, jih spodbujamo, da razmislijo o vprašanih pod podnaslovom Spominjanje znanih stvari in izkušenj v delovnem listu za učence 1.</p>	
<p>Spominjanje in raziskovanje</p>	<p>1 ura</p>	<p>Da bi razkrili svoje predhodno znanje o problemu in možnih rešitvah, morajo učenci zapisati, kaj vedo, in svoje izkušnje v okviru naslednjih vprašanj v razdelku Spominjanje znanega in izkušenj v delovnem listu 1.</p> <p>- Kaj je suša? Kateri so učinki, ki povzročajo sušo?</p> <p>-Kaj je lahko povzročilo sušo v določeni regiji?</p> <p>-Kakšne posledice ima lahko suša na okolje, kmetijstvo in ljudi?</p> <p>-Kako suša vpliva na kmetijske proizvode? Kateri kmetijski proizvodi so najbolj prizadeti v vaši regiji?</p> <p>-Kateri rešitve lahko predlagate za boj proti suši?</p> <p>-Kaj lahko predlagate o tem, kaj lahko posamezniki ali družbe storijo za spopadanje s sušo?</p> <p>-Kaj je kondenzacija? Kako do nje pride?</p> <p>-Kateri dejavniki vplivajo na nastanek vodne pare v ozračju?</p> <p>Učenci naj razmislijo, katera vprašanja morajo rešiti, da bi rešili problem v kategoriji "Kaj je treba raziskati". Kako je na primer mogoče pridobiti vodo iz ozračja? Katera orodja in tehnike so na voljo?</p> <p>-Kakšne so prednosti zbiranja</p>	<p>V zvezi s problematično situacijo so podane informacije, navedene v razdelku Spominjanje znanega in izkustvenega. Informacije in izkušnje v zvezi z vprašanji se kot skupina zapišejo v učencev delovni list 1.</p> <p>Odgovore na vprašanja, ki jih je treba raziskati v delovnem listu 1, najdete na ustreznih mestih. Navedeno je, da navedejo svoje vire.</p>



		<p>vode iz ozračja za okolje in družbo?</p> <p>Katere ovire ali omejitve obstajajo pri poskusu pridobivanja vode iz ozračja?</p> <p>Od učencev se pričakuje, da bodo opravili raziskavo in svoje ugotovitve dokumentirali v delovnem listu 1 za učenca za vprašanja, kot so ta.</p> <p>Opozorimo jih, naj navedejo svoje vire.</p>	
Oblikovanje in ustvarjanje	2 uri	<p>Rešitev Proizvodnja - oblikovanje izdelka Na tej stopnji morajo študenti oblikovati želeni izdelek, ki bo imel zahtevane lastnosti, vidik meril za oblikovanje V delovnem listu 2 je podan vidik za študente.</p> <p>Merila za oblikovanje :</p> <p>Vremenski in podnebni pogoji: Preučite podnebne razmere v svoji regiji in določite najboljši čas in lokacije za zbiranje vode. (To si lahko predstavljate tako, da za svoje območje narišete graf padavin in mesecev.)</p> <p>Potreba po vodi: Določite potrebo po vodi v vaši regiji in si prizadevajte pridelati dovolj vode, da jo boste zadovoljili.</p> <p>Prenosljivost in enostavna namestitve: To bo omogočilo prilagodljivost za uporabo na različnih mestih in ob različnih časih.</p> <p>Prihranki in učinkovitost: Cilj bi moral biti proizvodnja večje količine vode z manjšo porabo energije.</p> <p>Izbira materiala in stroški: Izberite trajnostne in stroškovno učinkovite materiale. (V kateri geometriji in v katerem materialu se</p>	<p>Vsi predlogi za reševanje težav v okviru parametrov določenih standardov oblikovanja in tehnologije so podani in dokumentirani v delovnem listu 2. Za izbiro najboljšje zamisli se uporabijo skupinske razprave.</p> <p>Določijo se potrebščine, ki so potrebne za uresničitev izbrane zamisli.</p> <p>Podana je podrobna razlaga zasnove izdelka in izdelana je inženirsko kakovostna skica z natančnimi merami.</p> <p>Opozorimo jih, naj navedejo svoje vire.</p>



	<p>kondenzacija pojavlja pogostejše? Kateri materiali imajo visoko sposobnost zadrževanja vode? Kateri materiali so adsorbenti?)</p> <p>Zanesljivost in vplivi na okolje: Prizadevajte si za zasnovo, ki bo zmanjšala škodljive vplive vozila na okolje na najmanjšo možno mero.</p> <p>Učencem so pojasnjena merila za oblikovanje. Učence spodbujamo, da viharijo možgane, preučijo zahteve za oblikovanje in izbrano tehnologijo ter ponudijo različne rešitve izziva.</p> <p>Preučite risbe, ki jih je izdelala vsaka skupina, in jim po potrebi ponudite pomoč.</p> <p>Opomnite, kako ključno je bilo izdelati model z upoštevanjem elementov, kot so površina, izolacija, pretok zraka in zbiranje kondenzata. Učence seznanite s tem, da lahko obstaja več kot ena pravilna pot do rešitve. Naj vse svoje zamisli zapišejo v delovni list 2 za učence.</p> <p>Nato morajo učenci med idejami izbrati najprimernejšo in jo uporabiti za razvoj prototipa. Da bi izboljšali spretnosti odločanja, jih vprašamo: "Katero od idej ste se odločili uporabiti in zakaj?" Z vprašanji jih spodbudimo k razmišljanju. Na tej stopnji se od učencev pričakuje, da se odločijo, kakšen prototip bodo izdelali v okviru oblikovalskih meril.</p> <p>Pozivamo jih, da določijo zaloge, potrebne za izvedbo izbranega predloga.</p>	
--	--	--



		<p>Vse potrebščine, potrebne za izvajanje vaje, so pripravljene vnaprej in jih učenci dobijo v velikih količinah.</p> <p>Učenci naj podrobno opišejo zasnovo izdelka in ga narišejo z meritvami kot inženir.</p>	
<p>Ustvarjanje in preskušanje prototipa</p>	<p>5 ur</p>	<p>V fazi izdelave prototipa in testiranja učenci ustvarijo prototip izdelka z izvajanjem svojih načrtov in uporabo ustreznih materialov. Nato morajo testirati nastali izdelek. V tem postopku;</p> <p>-Učence vprašamo, kako bodo določili količino kondenzacije, ki se bo pojavila v prototipu. (Učenci lahko določijo začetno maso prototipa in količino zbrane vode tako, da med kondenzacijo občasno izmerijo maso. Lahko pa razmislijo tudi o zbiranju vode v posodo in merjenju njene mase. Lahko pa predlagajo uporabo higrometra.)</p> <p>- Učenci naj uporabijo informacije, ki so jih raziskali, in razmislijo o pogojih, v katerih bo kondenzacija potekala hitreje. Med preizkušanjem izdelka naj ugotovijo, da lahko zagotovijo vlago z difuzorjem, ki proizvaja vlago, in skrajšajo postopek.</p> <p>-Učenci morajo za zbiranje vode porabiti 4-5 ur (ali več, če so pogoji primerni), določiti količino vode, zbrane v določenih časovnih obdobjih, in narisati grafe pridobljenih podatkov.</p> <p>- Razmislijo naj, kako bi izračunali učinkovitost</p>	<p>Z uporabo risbe in ustreznih materialov se izdelata prototip izdelka. Nastali izdelek se preizkusi z zbiranjem vode iz ozračja. V tem postopku;</p> <p>-Priporočljivo je ustvariti zamisli o zbiranju kondenzacije.</p> <p>-Obravnavani so dejavniki, ki pospešujejo kondenzacijo.</p> <p>-Ustvari se graf, ki prikazuje količino zbrane vode.</p> <p>-Podatki se interpretirajo.</p>



		prototipa, in uporabijo, kar so raziskali.	
Predstavitev izdelka, razprava in vrednotenje	1 ura	<p>Za fazo promocije, razprave in ocenjevanja izdelkov,</p> <ul style="list-style-type: none"> -Vsaka skupina naj razloži razredu značilnosti svojih vzorčnih naprav ter način pridobivanja in zbiranja vode. - Druge študente spodbujamo, da postavljajo vprašanja in posredujejo konstruktivne povratne informacije. - Razred razpravlja o izzivih, ki so se pojavili v fazi načrtovanja in gradnje. - Obravnavane so uporabnost in omejitve naprav za zbiranje vode iz resničnega življenja. - Poudarjen je pomen dolgoročnih rešitev za vodo in prispevek STEM k reševanju globalnih problemov. - Konceptualni zemljevid ali diagram se ustvari z združitvijo metod, ki jih je uporabila vsaka skupina glede na metode pridobivanja vode iz zraka. 	<p>Predstavitev pripravimo tako, da načrtujemo, kako bomo izdelek predstavili.</p> <p>Izdelek vsake skupine se oceni pod vodstvom učitelja in ob sodelovanju vseh skupin. Na podlagi ocene razred razpravlja o tem, koliko izdelek rešuje problem.</p> <p>Poleg tega se ob sodelovanju celotnega razreda razpravlja o prednostih in slabostih različnih oblikovalskih izdelkov, ki so jih izdelale skupine.</p>
Razvoj izdelkov	1 ura	<p>Učenci naj se med seboj pogovorijo o spremembah, ki jih načrtujejo za izboljšanje izdelka, in jih zapišejo v delovni list 2.</p>	<p>Da bi izboljšali izdelek, se o njem pogovorijo v skupinah in načrtujejo spremembe, ki jih je mogoče narediti na izdelku, ter kako bo izdelek učinkovitejši, kar zapišejo v delovni list 2.</p>
Kaj sem se naučil deliti	1 ura	<p>Učence prosimo, da povedo, kaj so se naučili, in o tem razpravljajo v okviru spodaj navedenih vprašanj ter to zapišejo v delovni list 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zapišite, česa ste se naučili v fazi priprave in oblikovanja prototipa. - Zapišite, kaj ste se naučili med fazo testiranja prototipa. 	<p>S skupinskimi razpravami, ki temeljijo na vprašanjih delovnega lista 3, se obravnavajo in dokumentirajo lekcije.</p>



		<ul style="list-style-type: none"> - Zapišite, česa ste se naučili v fazi predstavitve prototipa izdelka. - Zapišite, kaj ste se naučili med fazo razvoja izdelka prototipa. 	
--	--	--	--

Primer: Sušilnik hrane na sončno energijo

Zelena učna dejavnost STEM: Sušilnik hrane na sončno energijo

Stopnja izobrazbe: Srednja šola - srednja šola (10-16 let)
Predmetno področje: Zeleni STEM
Ime dejavnosti: Sušilnik hrane na sončno energijo
Dobički: <p>Znanstveni dosežki:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Odkrije, da lahko snov absorbira svetlobo zaradi njene interakcije s snovjo. - navaja primere inovativne uporabe sončne energije v vsakdanjem življenju in tehnologiji. - obravnava pomen sončne energije z vidika učinkovite rabe virov. - načrtuje projekte za varčno rabo virov. - Razpravlja o svojih zamislih o tem, kako v prihodnosti izkoristiti sončno energijo. - pojasni, da so fosilna goriva eden od omejenih in neobnovljivih virov energije. - pojasni pomen obnovljivih virov energije. - Obravnava učinke uporabe različnih vrst goriv za ogrevanje na ljudi in okolje. - Razvrsti snovi glede na prevodnost toplote. - prepozna vlogo vode v hrani pri razmnoževanju mikroorganizmov. <p>Inženirski dobički:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Razloži tehnologije za pridobivanje čiste in trajnostne energije z uporabo naravnih virov, kot so voda, veter in sonce. - oblikuje izdelek, ki lahko proizvaja energijo iz naravnih virov z uporabo cikla inženirskega načrtovanja. - Ponuja izdelek za pretvorbo energije, ki ga je zasnoval. - Preizkuša različne modele zasnove za učinkovitejše sušenje hrane.



Tehnološki dosežki:

- Lahko uporabite digitalni termometer.
- Lahko uporabite komplet za bakterije.
- Lahko uporabite digitalno lestvico.
- V sistem lahko vključite motor na enosmerni tok.
- Propeler lahko vključite v sistem.
- V sistem lahko vključite ploščo za sončno energijo.

Matematični dosežki:

- Meri temperaturo s termometrom.
- S pomočjo zapisovanja temperaturnih vrednosti v določenem časovnem obdobju izriše grafe.
- Pri oblikovanju uporablja različne geometrijske oblike.
- Meritve lahko opravite z digitalno tehniko.
- iz pridobljenih podatkov zna narisati grafe.
- Zna izračunati odstotke.

Umetniški dosežki:

- Pripravlja obroke po načelih trajnostne gastronomije (umetnosti prehranjevanja).
- Za estetsko oblikovanje uporablja lokalne kulturne motive.

Podjetniški dobički

- Ugotavlja družbene potrebe in ustvarja inovativne zamisli za njihovo zadovoljevanje.
- Za promocijo izdelka, ki so ga razvili, uporabljajo množične komunikacijske kanale.
- Jasno in dosledno izraža svoje zamisli in ugotovitve ter o njih razpravlja s strokovno ciljno skupino z uporabo vizualnih, pisnih in ustnih komunikacijskih metod.

Narava STEM/poklicnih dosežkov:

- V projektnem delu se v različnih vlogah znajde kot član ekipe o4. Vključi najboljše lastnosti vsakega elementa ali rešitve z analizo podobnosti in razlik med različnimi projektnimi rešitvami za novo rešitev, da bi izpolnil merila uspeha.
- Pri projektnem delu se v različnih vlogah znajde kot član ekipe in uspešno opravi delo, ki ga ta vloga zahteva (razume pomen interdisciplinarnega dela).
- spozna temeljne naravoslovne, tehnološke in inženirske discipline ter poklicne možnosti na teh področjih.
- Raziskuje področja študija različnih disciplin ter spoznava aktualne in interdisciplinarne poklice.

Zeleni STEM pridobiva:

- priporoča okolju prijazne zelene znanstvene prakse za zmanjšanje človekovega vpliva na okolje za reševanje družbenih potreb ali težav.

Pridobitve spretnosti 21. stoletja:

- Izboljša spretnosti reševanja problemov.



- Izboljša večšine sodelovanja (razume, da mnogi znanstveniki in inženirji sodelujejo v skupinah).

- Poveča se njegova občutljivost za okolje in svet, v katerem živi.

Narava znanosti (ali znanstvenega raziskovanja) Pridobitve:

- razume pomen ponavljanja poskusov ali meritev v eksperimentalnih študijah.

- Ustvari ali popravi znanstvene razlage na podlagi veljavnih in zanesljivih podatkov ali dokazov, pridobljenih iz virov (vključno z lastnimi poskusi).

- Uporablja veljavne in zanesljive podatke ali dokaze iz različnih virov (vključno z lastnimi raziskavami, poskusi, modeli, medsebojnimi ocenami itd.), da podpre ali ovrednoti razlago ali sklep.

- Izvede študijo in/ali ovrednoti in/ali spremeni načrt poskusa, da bi našel rešitev problema in pridobil podatke.

Ustrezne strategije Green Deal:

GD3. Čista, dostopna in varna oskrba z energijo

a) Aplikacije za razvoj čistih, domačih in obnovljivih virov energije, zlasti vetra, sonca in geotermalne energije, ter njihovo vključevanje v obstoječe energetske sisteme in s tem zmanjševanje emisij toplogrednih plinov

GD4. Zeleno in trajnostno kmetijstvo: Trajnostno kmetijstvo od njive do mize

g) Inovativne prakse za razširjanje trajnostnih kmetijskih tehnik od polja do mize

Teoretične informacije:

Konzerviranje sadja in zelenjave s sušenjem je zelo stara metoda konzerviranja, ki so jo uporabljali že v davnih časih. Sadje in zelenjavo ter pozneje živila, kot sta tarhana in paradižnikova masa, že od nekdaj sušijo na soncu. Namen sušenja je odstraniti vlago iz živil. Med sušenjem se raven vlage v živilu zniža na raven, ki preprečuje rast mikroorganizmov. Čeprav je metoda sušenja na soncu naravna in običajna metoda, je dolgotrajna, izpostavljena onesnaženosti zraka, mikrobiološki kontaminaciji, žuželkam itd. S seboj prinaša težave, kot je izpostavljenost zunanjim vplivom. Zaradi teh razmer se je pojavila potreba po razvoju prijetnejših in bolj higienskih industrijskih sušilnih strojev. Nedavno razviti sončni sušilni stroji so odpravili obstoječe negativnosti in povečali energetske učinkovitost z uporabo sončne energije kot najboljšega alternativnega vira energije fosilnim gorivom namesto uporabe električne energije. V teh sistemih sončna energija ne vpliva neposredno na izdelek, temveč se s sončno energijo ogreva zrak, ki kroži okoli izdelka. Čeprav so neposredni sončni sušilniki poceni in jih je enostavno izdelati, v njih ni mogoč nadzor temperature, zato se pri dolgotrajni izpostavljenosti zelenjave in sadja neposredni sončni svetlobi zmanjšajo vrednosti vitaminov in pride do izgube barve. Sistemi za sušenje s pihanjem zraka lahko zagotovijo hitrejšo in bolj homogeno sušenje. Pri tej vrsti sušilnikov se uporablja določena hitrost zraka, ki je odvisna od izdelka, izdelek pa se suši kratek čas.

Ključne besede:

Sončna energija, obnovljiva energija, fosilna goriva, trajnost, absorpcija, izolacija, temperatura, stopnja vlažnosti, higiena

Učna orodja:

Delovni listi
Digitalna orodja

Orodja in materiali za uporabo: Vključujejo: velike kartonske škatle, mrežo proti muham, karton/karton, škarje, zvitek papirnatih brisač, aluminijasto folijo, prozoren trak, raztegljivo folijo/prozorno plastiko/steklo, črna ozadje, kameno volno, stekleno volno, les, ravnilo, digitalni termometer, digitalno tehniko, komplet za bakterije, nož, krožnik, različno sadje, različno zelenjavo, papirnati trak, solarni panel, mini motor in propeler.



Viri literature za učence

- Augustus Leon, M., Kumar, S. in Bhattacharya, S.C. (2002). A comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 367-393.
- Güngör, A. ve Özbalta, N. (2019). Güneş enerjili kurutma teknolojileri ve uygulamalarda gelişmeler. 8. *Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi*, 8-9 Kasım 2019, Mersin.
- Ekechukwu O.V. in Norton, B. (1999). Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology (Pregled sistemov sušenja s sončno energijo II: pregled tehnologije solarne sušenja), *Energy Conversion & Management*, 40, 615-655.
- Erbay, B. ve Küçüköner, E. (2008). Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Sharma, A., Chen, C.R., Lan, N. V., (2009). Sistemi za sušenje s sončno energijo: A review, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 13, 1185-1210.

Viri literature za učitelje

- Augustus Leon, M., Kumar, S. in Bhattacharya, S.C. (2002). A comprehensive procedure for performance evaluation of solar food dryers, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 367-393.
- Güngör, A. ve Özbalta, N. (2019). Güneş enerjili kurutma teknolojileri ve uygulamalarda gelişmeler. 8. *Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi*, 8-9 Kasım 2019, Mersin.
- Ekechukwu O.V. in Norton, B. (1999). Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology (Pregled sistemov sušenja s sončno energijo II: pregled tehnologije solarne sušenja), *Energy Conversion & Management*, 40, 615-655.
- Erbay, B. ve Küçüköner, E. (2008). Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Sharma, A., Chen, C.R., Lan, N. V., (2009). Sistemi za sušenje s sončno energijo: A review, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 13, 1185-1210.

Metode poučevanja: problemsko učenje, poizvedovanje in raziskovanje, projektno učenje, projektno razmišljanje in inženirsko oblikovanje, praktično naravoslovje, uporabno učenje, učenje s pomočjo tehnologije

Scenarij zelene učne dejavnosti STEM: Solarni sušilnik hrane

Faza	Potreb en čas	Dejavnost učitelja	Dejavnost študentov
Opredelitev problema	30 minut	<p>Problem je treba vključiti v delovni list, ki se razdeli učencem, in ga učencem predstaviti z vizualno projekcijo. Učenci lahko preberejo in analizirajo problemsko situacijo ter o njej razpravljajo s svojimi vrstniki. Tako se problemska situacija diagnosticira in opredeli kot skupina. Na tej stopnji je cilj, da učenci razumejo problemsko situacijo. Pri tej dejavnosti je treba oblikovati čim bolj heterogene skupine učencev. V študijskih skupinah si je treba razdeliti poklice, navedene v delovnem listu, ter določiti in zapisati dolžnosti in odgovornosti študenta, ki opravlja posamezen poklic.</p>	<p>Učenci preberejo in analizirajo problemsko situacijo, predstavljeno v delovnem listu, ter se o njej pogovorijo s svojimi vrstniki. V skupinah v celoti predstavijo problem. Učenci si v skladu s svojimi interesi</p>



			delijo poklice, ki so navedeni v delovnem listu, dolžnosti in odgovornosti vsakega učenca pa so določene in zapisane v delovnem listu 1.
Spominjanje in raziskovanje	1 ura	<p>Da bi razkrili svoje predhodno znanje o problemu in možnih rešitvah, naj učenci zapišejo, kaj vedo, in svoje izkušnje v okviru naslednjih vprašanj v razdelku Spominjanje znanega in izkušenj v delovnem listu 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kaj so obnovljivi viri energije? • Kakšni so učinki fosilnih goriv na ljudi in okolje? • Kakšen je pomen sončne energije? • Ali barva materialov vpliva na absorpcijo sončne svetlobe? Kako? • Katere metode se uporabljajo za dolgotrajno shranjevanje živil? • Kako lahko sončno energijo uporabimo za dolgotrajno shranjevanje hrane? • Zakaj je mogoče živila v suhem stanju shranjevati dlje časa? <p>Pod naslovom "Kaj je treba raziskati" so učenci pozvani, naj razmislijo o tem, na katera vprašanja morajo najti odgovore, da bi našli rešitev problema. Na primer: "<i>Kateri so okolju prijazni materiali?</i>", "<i>Kaj je treba upoštevati pri sušenju živil?</i>", "<i>Ali lahko živila sušimo pri vseh temperaturah?</i>", "<i>Kakšne so ravni vlage v suhem sadju/zelenjavi?</i>" Njihov cilj je razviti raziskovalna vprašanja, kot so: Vprašanja naj zapišejo v učenčev delovni list 1.</p> <p>Nato naj učenci poiščejo odgovore na ta vprašanja in napišejo svoje odgovore.</p>	<p>Informacije in izkušnje v zvezi s podanimi vprašanji o problemski situaciji se skupinsko zapišejo v delovni list 1 za učence.</p> <p>Vprašanja, ki jih je mogoče raziskati, se zastavijo tako, da se razmisli, na katera vprašanja je treba odgovoriti, da bi našli rešitev problema. Vprašanja so zapisana v učbeniškem delovnem listu 1. Odgovori na ta vprašanja se raziskujejo in zapišejo. Vključeni so tudi uporabljeni viri.</p>

		<p>Opozorilo jih, naj navedejo vire, ki so jih uporabili.</p>	
<p>Ustvarjanje rešitev - oblikovanje izdelka</p>	<p>1 ura</p>	<p>V fazi oblikovanja rešitev in oblikovanja izdelka so v delovnem listu 2 kot merila za oblikovanje podane značilnosti, ki jih mora imeti izdelek, ki ga morajo učenci oblikovati.</p> <p>Merila za oblikovanje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hrano je treba sušiti s pomočjo sončne energije. • Zagotavljati mora higiensko sušenje. • Upoštevati je treba dejavnike, ki vplivajo na negativno spremembo barve živil. • Izdelan mora biti iz okolju prijaznih materialov. • Vanj mora biti mogoče namestiti pladenj z dimenzijami 30*30 cm. • Estetizirati ga je treba z lokalnimi kulturnimi motivi. • Ustvariti je treba kreativen recept z uporabo suhega sadja/zelenjave/tarhane/paradižnikove paste. <p>Učenci dobijo razlago o merilih za oblikovanje. Od učencev se pričakuje, da predstavijo vse različne zamisli, ki se jih domislijo za problem, tako da upoštevajo merila za oblikovanje in možgansko nevihto. Učence je treba opozoriti, da lahko obstaja več pravičnih načinov iskanja rešitve. Vse svoje zamisli naj zapišejo v delovni list 2. Nato je treba učence voditi, da med idejami izberejo najprimernejšo in jo uporabijo za razvoj prototipa. Da bi izboljšali spretnosti odločanja, jih vprašajte: "Katero od idej ste</p>	<p>V okviru danih meril za oblikovanje so vse zamisli, ki se obravnavajo kot rešitve problema, predstavljene in zabeležene v delovnem listu 2 za učence. Z razpravo v skupinah se izbere najustreznejša zamisel. Določeni so tudi materiali, potrebni za izvedbo izbrane zamisli. Zasnova izdelka je podrobno razložena in izdelana je risba z meritvami kot pri inženirju.</p>



		<p>se odločili uporabiti in zakaj?" Z vprašanji jih je treba spodbuditi k razmišljanju. Na tej stopnji naj se učenci odločijo, kakšen prototip bodo izdelali v okviru oblikovalskih meril.</p> <p>Prav tako jih spodbujamo, da opredelijo materiale, ki so potrebni za izvedbo izbrane zamisli.</p> <p>Vsa gradiva, potrebna za dogodek, je treba pripraviti vnaprej.</p> <p>Učenci naj podrobno opišejo zasnovo izdelka in ga narišejo z meritvami kot inženir.</p> <p>Od učencev se pričakuje, da bodo oblikovali sušilnik za hrano, kot je ta na strani (<i>naveden je le kot primer. Obstaja lahko veliko različnih modelov, ki izpolnjujejo merila</i>). Oblika, vizualni videz in uporabljeni materiali sušilnika se lahko razlikujejo glede na ustvarjalnost učencev in njihovo raziskavo.</p>	
Izdelava prototipov in testiranje	5 ur	<p>V fazi izdelave prototipa in testiranja učenci ustvarijo prototip izdelka z izvajanjem svojih načrtov in uporabo ustreznih materialov.</p> <p>Izdelani izdelek morajo preizkusiti s sadjem/zelenjavo. V tem postopku;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Učence vprašamo, kako lahko ugotovijo količino izgubljene vlage v sadju/zelenjavi, ki jo sušijo. (Učenci lahko predlagajo, da določijo začetno maso sadja, ki ga uporabljajo, in količino odstranjene vlage z občasnim merjenjem mase med sušenjem. Lahko pa predlagajo tudi uporabo higrometra.) - Učenci naj razmislijo, ali je živila mogoče sušiti pri vseh temperaturah, in s pomočjo informacij, ki so jih raziskali v prejšnjem razdelku, določijo, kakšna mora biti primerna temperatura okolja za sušenje posameznega sadja/zelenjave. Učencem je treba zastaviti tudi vprašanja o tem, kako lahko to temperaturo dosežejo med preskušanjem izdelka. -Učenci morajo za sušenje uporabiti 3-4 ure (ali več, če so pogoji primerni) in določiti količino in odstotek odstranjene vlage iz sadja/zelenjave, ki so ga narezali in posušili v določenih časovnih obdobjih v tem obdobju, ter narisati grafe pridobljenih podatkov (z uporabo digitalnega orodja). - Učenci morajo raziskati vsebnost vlage v suhem sadju/zelenjavi in določiti, koliko časa 	<p>Z uporabo risbe in ustreznih materialov se izdelata prototip izdelka.</p> <p>Izdelani izdelek se preizkusi z različnimi vrstami sadja/zelenjave . V tem postopku;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Priporoča se metoda za določanje količine izgubljene vlage v sadju/zelenjavi , ki se uporablja za sušenje. -Informacije o raziskavi iz prejšnjega poglavja se uporabijo za določitev ustrezne temperature



		<p>bo trajalo, da se sadje/zelenjava posuši v prototipu sončnega sušilnika hrane.</p> <p>-Ob koncu sušenja učenci določijo količino mikroorganizmov (bakterij) v posušenem sadju/zelenjavi.</p> <p>-Učence spodbujamo, da pridobijo enake podatke o odprtem sušenju na soncu in jih primerjajo z drugimi podatki ter tako razložijo prednosti in slabosti obeh metod.</p>	<p>okolja za sušenje posameznega sadja/zelenjave , pri čemer se upošteva, ali se živila lahko sušijo pri vseh temperaturah. Med preskušanjem izdelka se oblikujejo zamisli o tem, kako je to temperaturo mogoče doseči.</p> <p>- Količina in odstotek vlage, odstranjene iz rezanega in sušenega sadja/zelenjave , se določita v določenih časovnih obdobjih med celotno suro. Izdela se graf pridobljenih podatkov (z uporabo digitalnega orodja).</p> <p>- Z ugotavljanjem vsebnosti vlage v posušenem sadju/zelenjavi se približno določi, koliko časa se bo uporabljeno sadje/zelenjava sušilo v prototipu sončnega sušilnika hrane.</p>
--	--	---	---



			<p>-Ob koncu sušenja se izmeri količina mikroorganizmov (bakterij) v posušenem sadju/zelenjavi.</p> <p>Poleg tega so pridobljeni enaki podatki o sušenju na prostem pod soncem in v primerjavi z drugimi podatki so razložene prednosti in slabosti obeh metod.</p>
Predstavite v izdelka, razprava in vrednotenje	1 ura	<p>Pri promociji, razpravi in vrednotenju izdelkov morajo učenci pripraviti plakat z uporabo digitalnega orodja, načrtovati, kako bodo promovirali svoje izdelke in obveščali ustrezne ljudi, ter to zabeležiti v delovni list 2. V plakat naj vključijo recept in vizualni prikaz obroka, ki ga pripravijo iz živil, posušenih z izdelkom, z uporabo načel gastronomije (umetnosti prehranjevanja). Nato se pod vodstvom učitelja in ob sodelovanju vseh skupin izdelek vsake skupine oceni z uporabo ocenjevalne rubrike, ki je pripravljena v skladu z merili za oblikovanje in je na voljo v delovnem listu. Glede na vrednotenje se razpravlja o tem, koliko izdelek rešuje problem.</p>	<p>Plakat se pripravi tako, da se načrtuje, kako se bo izdelek promoviral in kako bodo o tem obveščeni ustrezni ljudje. Plakat vključuje tudi recept za obrok, ki ga je treba pripraviti po načelih gastronomije (umetnosti kuhanja) iz živil, posušenih z izdelkom. Izdelek vsake skupine se oceni z uporabo rubrike za ocenjevanje v skladu z merili za oblikovanje pod vodstvom učitelja in ob</p>



			sodelovanju vseh skupin. Na podlagi vrednotenja razred razpravlja o tem, kako dobro izdelek rešuje problem. Poleg tega se ob sodelovanju celotnega razreda razpravlja o prednostih in slabostih različnih oblikovalskih izdelkov, ki so jih izdelale skupine.
Razvoj izdelka	30 minut	Učenci naj se med seboj pogovorijo o spremembah, ki jih načrtujejo za izboljšanje izdelka, in jih zapišejo v delovni list 2 .	Da bi izboljšali izdelek, načrtujemo spremembe, ki jih je mogoče vnesti v izdelek, in sicer tako, da se o tem pogovorimo v skupini in jih zapišemo v delovni list 2 .
Deljenje tega, kar sem se naučil	30 minut	Učence prosimo, da povedo, kaj so se naučili, in o tem razpravljajo v okviru spodaj navedenih vprašanj ter to zapišejo v delovni list 3 . <ul style="list-style-type: none">- Zapišite, česa ste se naučili med pripravo in načrtovanjem solarnega sušilnika hrane.- Zapišite, kaj ste se naučili med fazo izdelave prototipa solarnega sušilnika hrane.- Zapišite, česa ste se naučili med fazo testiranja solarnega sušilnika hrane.- Zapišite, česa ste se naučili med fazo uvajanja izdelka sončnega sušilnika hrane.- Zapišite, česa ste se naučili med fazo razvoja izdelka sončnega sušilnika hrane.	Na naučeno odgovarjam o in zapisujemo tako, da o tem razpravljam o v skupinah v okviru vprašanj, ki so navedena v učbeniškem delovnem listu 3 .



Co-funded by
the European Union



		- Pojasnite, kakšne bi bile prednosti oblikovanja izdelka, ki v celoti temelji na sončni energiji ter omogoča okolju prijazno in trajnostno kuhanje.	
--	--	--	--

Ta dokument je nastal kot del aktivnosti v okviru projekta GREEN STEM EDUCATION Projekt 2022-1-BG01-KA220-HED-000088567 Green STEM model za izobraževanje učiteljev, sofinanciran iz programa KA220-HED - Sodelovalna partnerstva v visokem šolstvu Razpis 2022 1. krog KA2 programa ERASMUS +.

Financira Evropska unija. Izražena stališča in mnenja so le avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Evropske izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Niti Evropska unija niti EACEA ne moreta biti odgovorna zanje.