

#**Solar4Future+**



Co-funded by
the European Union

NASTAVNI PLAN I PROGRAM O ENERGIJI SUNCA

2026

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



Uvod.....	4
Preporuke prikupljene iz faze testiranja Kurikuluma o solarnoj energiji.....	5
Poglavlje 1: Kurikulum o solarnoj energiji, pedagoške strategije i igre uloga.....	6
Poglavlje 1.1: Solarna energija i znanost o svjetlu.....	6
1.1.1: Solarna energija.....	6
1.1.2: Znanost o svjetlu.....	11
1.1.3: Kako možemo uhvatiti solarnu energiju?.....	12
1.1.4: Tržište rada u obnovljivoj energiji.....	15
1.1.5: Pedagoške strategije razvijene za ovo poglavlje.....	16
Solarna energija i znanost o svjetlu - Jedinice s igranjem uloga.....	16
Poglavlje 1.2: Dizajniranje i izrada uređaja na solarni pogon.....	22
1.2.1: Uvod u solarnu energiju i fotonaponske principe.....	22
1.2.2: Razumijevanje učinkovitosti kroz digitalne simulacije.....	23
1.2.3: Projektiranje, izrada i testiranje uređaja na solarni pogon.....	23
1.2.4: Primjene u stvarnom svijetu i promišljanje o okolišu.....	25
Jedinica igranja uloga: Solarni raskrižje - Što bi naš grad trebao učiniti?.....	27
Poglavlje 1.3: Umjetnički izraz kroz solarnu energiju.....	30
1.3.1: Sunce kao medij za umjetničko izražavanje.....	30
1.3.2: Tehnologija iza solarne umjetnosti.....	35
1.3.3: Solarna umjetnost i društveni utjecaj.....	37
Umjetnički izraz kroz solarnu energiju – Jedinica za igru uloga.....	41
Poglavlje 1.4: Istraživanje solarne energije kroz matematiku.....	43
1.4.1: Solarna energija – kratak znanstveni pregled koncepta.....	43
1.4.1.1: Što znate o Suncu?.....	43
1.4.1.2: Što znate o Sunčevom sustavu?.....	44
1.4.1.3: Što znate o planetu Zemlji?.....	45
1.4.2: Utjecaj uporabe solarne energije na gospodarstvo (industrija, poljoprivreda, šumarstvo).....	46
1.4.2.1: Teorijski okvir.....	46
1.4.2.2: Utjecaji specifični za sektor.....	51
1.4.2.3: Tematske cjeline.....	54
1.4.2.4: Izazovi i prilike.....	57
1.4.3: Praktična primjena matematike u solarnim energijama.....	58
Pokretanje naših života: Solarna energija u suvremenoj obitelji Pedagoška strategija - Aktivnost igranja uloga.....	64
Poglavlje 1.5: Inženjerstvo solarnih energetske sustava.....	69
1.5.1: Razumijevanje inženjerstva solarne energije.....	69
1.5.2: Inženjerski dizajn i izrada prototipa u solarnim sustavima.....	74
"Inženjerstvo solarnih energetske sustava" – Jedinica za igru uloga.....	79
Poglavlje 1.6: Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu.....	81
1.6.1. Razumijevanje obnovljive energije.....	81
1.6.2: Tehnologije obnovljive energije.....	84
1.6.3: Prednosti obnovljive energije.....	86
1.6.4: Izazovi i budućnost obnovljive energije.....	89



"Rješenja za obnovljivu energiju: Izazov zajednice" - Jedinica za igru uloga.....	94
Poglavlje 2: Nastavni planovi o solarnoj energiji.....	97
Poglavlje 2.1: Planovi nastave - Solarna energija i znanost o svjetlu.....	97
Poglavlje 2.2: Nastavni planovi - Dizajniranje i izrada uređaja na solarni pogon.....	102
Poglavlje 2.3: Planovi nastave - Umjetnički izraz kroz solarnu energiju.....	110
Poglavlje 2.4: Planovi nastave - Istraživanje solarne energije kroz matematiku.....	114
Poglavlje 2.5: Planovi nastave - Projektiranje uređaja na solarni pogon.....	125
Poglavlje 2.6: Planovi nastave - Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu.....	132
Sažetak.....	146



Uvod

Projekt **"Solarna energija za buduće generacije: Budite pametni, okrenite se solarnom energiji"** ili #Solar4Future+ ima za cilj uključiti STEAM (znanost, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost i matematika) kako bi se učinkovito, uključivo i suradnički borilo protiv klimatskih promjena već na razini škole. U tu svrhu šest partnerskih institucija zajednički je razvilo kurikulum o solarnoj energiji. Svaki je partner dobio zadatak voditi razvoj različitog poglavlja povezanog sa STEAM-om, s elementima igranja uloga i najmanje tri pedagoške strategije za kurikulum o solarnoj energiji:

- Poglavlje 1. **"Solarna energija i znanost o svjetlu"** – vodio *Rīgas Tehniskā universitāte* (Latvija).
- Poglavlje 2. **"Dizajniranje i izrada uređaja na solarni pogon"** – vodila *Srednja škola Metković* (Hrvatska).
- Poglavlje 3. **"Umjetnički izraz kroz solarnu energiju"** - vodio *I.I.S.S. Federico II Stupor Mundi* (Italija).
- Poglavlje 4. **"Istraživanje solarne energije kroz matematiku"** - vodio *Colegiul National Pedagogic Stefan cel Mare* (Rumunjska).
- Poglavlje 5. **"Inženjerstvo solarnih energetske sustava"** - vodi *İnovasyon ve Dijital Gelişim Derneği* (Turska).
- Poglavlje 6. **"Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu"** – vodio *CEIP SAN ISIDRO LABRADOR* (Španjolska).

Iako je razvoj svakog poglavlja, cjelina s igranjem uloga i pedagoških strategija vodila druga partnerska institucija, svi su partneri sudjelovali u procesu osiguranja kvalitete svakog poglavlja pružanjem povratnih informacija i prijedloga. Poglavlja, cjeline s igranjem uloga i pedagoške strategije dalje su korišteni za izradu detaljnih nastavnih planova koji pokrivaju svih šest tema nastavnog plana o solarnoj energiji.

Ukupno je razvijeno 18 nastavnih planova, pri čemu su tri nastavna plana izrađena za svaku od šest tema. Razvoj poglavlja kurikuluma, jedinica s igranjem uloga, pedagoških strategija i nastavnih planova je dovršen. S obzirom na to da je faza testiranja Kurikuluma o



solarnoj energiji sada završena, prikupljeni su i analizirani povratni informacije, što je rezultiralo skupom preporuka za daljnje poboljšanje i provedbu.

Preporuke prikupljene iz faze testiranja Kurikuluma o solarnoj energiji.

Sveukupno, povratne informacije prikupljene iz faze testiranja Kurikuluma o solarnoj energiji potvrđuju da su nastavni planovi dobri i prikladni za širu primjenu, a istovremeno ukazuju na to da bi imali koristi od nekih prilagodbi. Neke su preporuke bile vrlo specifične, kao što su dodavanje dva radna lista, dodatni eksperimenti, izmjene određenog sadržaja i vizualnih materijala te razvoj novih vizualnih resursa, kako je navedeno u izvješću o testiranju. Međutim, evaluacija je također identificirala nekoliko šireg preporuka koje bi učitelji trebali uzeti u obzir prilikom izvođenja nastave:

- Planovi lekcija imaju koristi kada ih izvode nastavnici čije je stručno znanje usko povezano sadržajem lekcije.
- U međunarodnim okruženjima učitelji bi trebali aktivno poticati interakciju i suradnju među različitim skupinama.
- Nastavnici bi trebali biti spremni prilagoditi planove lekcija različitim kontekstima u učionici prema potrebi.
- Nastavnici mogu uključiti više audiovizualnih materijala tijekom nastave kako bi potaknuli razumijevanje među učenicima.



Poglavlje 1: Kurikulum o solarnoj energiji, pedagoške strategije i igre uloga.

Razvijena poglavlja kurikuluma o solarnoj energiji, pedagoške strategije i jedinice s igranjem uloga uglavnom su zamišljena kao temelj za planove nastave. Oni funkcioniraju kao nastavna pomagala za prenošenje sadržaja kroz šest tematskih cjelina kurikuluma i za poboljšanje razumijevanja učenika različitih koncepata vezanih uz solarnu energiju. Međutim, ti se resursi ne ograničavaju samo na ovu specifičnu svrhu. Odgojitelji i institucije potiču se da prilagode i koriste bilo koji dio kurikuluma o solarnoj energiji za šire obrazovne svrhe povezane s borbom protiv klimatskih promjena, čak i izvan specifične teme solarne energije.

Poglavlje 1.1: Solarna energija i znanost o svjetlu

Pregled

Ovo poglavlje istražuje solarnu energiju i detaljnije proučava znanost o svjetlu, kao i pruža uvid u to kako se različiti aspekti solarne energije koriste s različitim vrstama tehnologija solarne energije za proizvodnju električne energije. Dodatno, ovo poglavlje istražuje tržište rada u industriji solarne energije.

1.1.1: Solarna energija

Solarna energija je energija koju možemo iskoristiti iz sunčeve svjetlosti i topline. Sunce proizvodi energiju procesom zvanim nuklearna fuzija, pri čemu se sićušne čestice zvane atomi spajaju kako bi stvorile energiju. Ta energija putuje svemirom u obliku svjetlosti i topline, dosežući Zemlju.

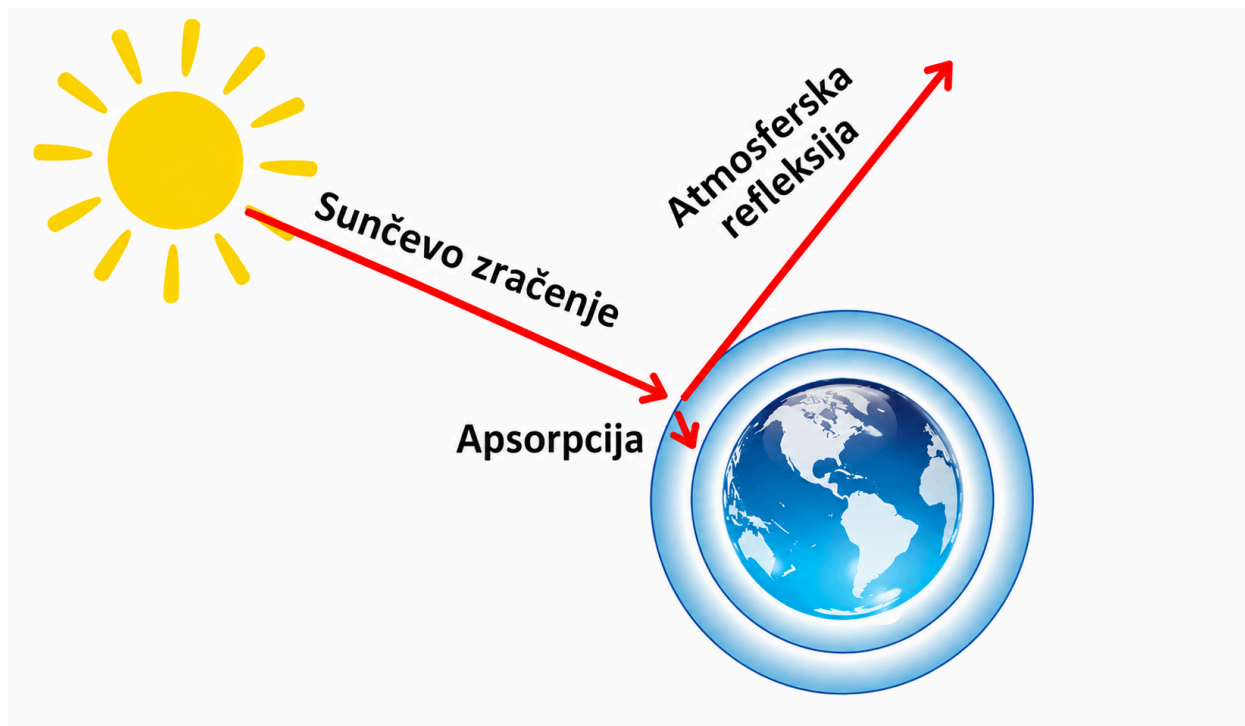
U prosjeku tijekom cijele godine na svaki kvadratni metar Zemlje pada otprilike 171 vat energije iz Sunca. To je ogromna količina energije. Točnije, 22 kvadrilijuna ($2,2 \times 10^{16}$) vata snage. Za usporedbu, velika elektrana na fosilna goriva proizvodi oko 1 milijardu (1×10^9) vata

snage. Potrebno bi bilo 22 milijuna takvih elektrana da se izjednači energija koja dolazi od Sunca. Ova količina energije postavlja pitanje: Zašto Zemlja ne postaje sve toplija i toplija?

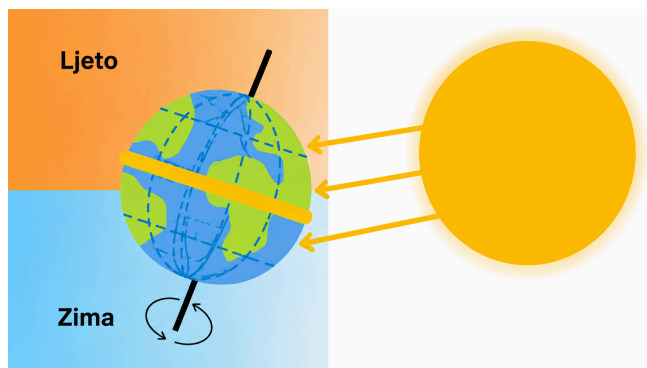
Razlog zašto se to ne događa jest taj što Zemlju istovremeno grije Sunčeva energija, a planeta zrači energiju koju ne možemo vidjeti golim okom (*zračenje dugih valova ili toplina*) natrag u svemir. Kako se objekt zagrijava, počinje dramatično povećavati količinu toplinske energije koju odaje. Dakle, što se Zemlja više zagrijava, to će brže gubiti energiju u svemir. Ako izmjerimo ukupnu količinu energije koju Zemlja prima od Sunca, a zatim oduzmemo ukupnu količinu energije koju Zemlja reflektira i emitira natrag u svemir, dobivamo broj koji se naziva *energetski proračun*.

Ipak, stvar je još složenija. Mnogo je čimbenika koji utječu na količinu energije Sunca koja dopire do Zemljine površine, kao i na *energetski proračun*.

- Atmosfera odmah odbija dio dolazne solarne energije natrag u svemir i apsorbira dio energije prije nego što ona može dosegnuti površinu;



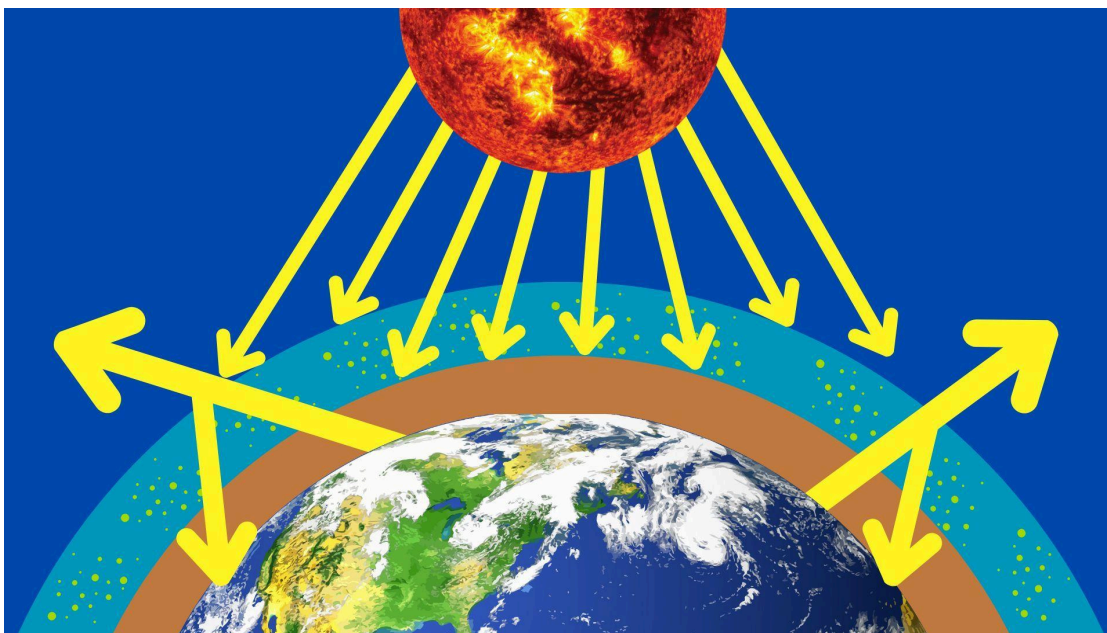
- Zemlja održava eliptičnu orbitu oko Sunca i nagnuta je u odnosu na ravninu Sunčeve orbite. Istovremeno, Zemlja se svakodnevno okreće oko svoje osi. Upravo taj nagib Zemljine osi uzrokuje promjenu položaja Zemljinih polova u odnosu na Sunce tijekom godine i objašnjava zašto imamo godišnja doba.



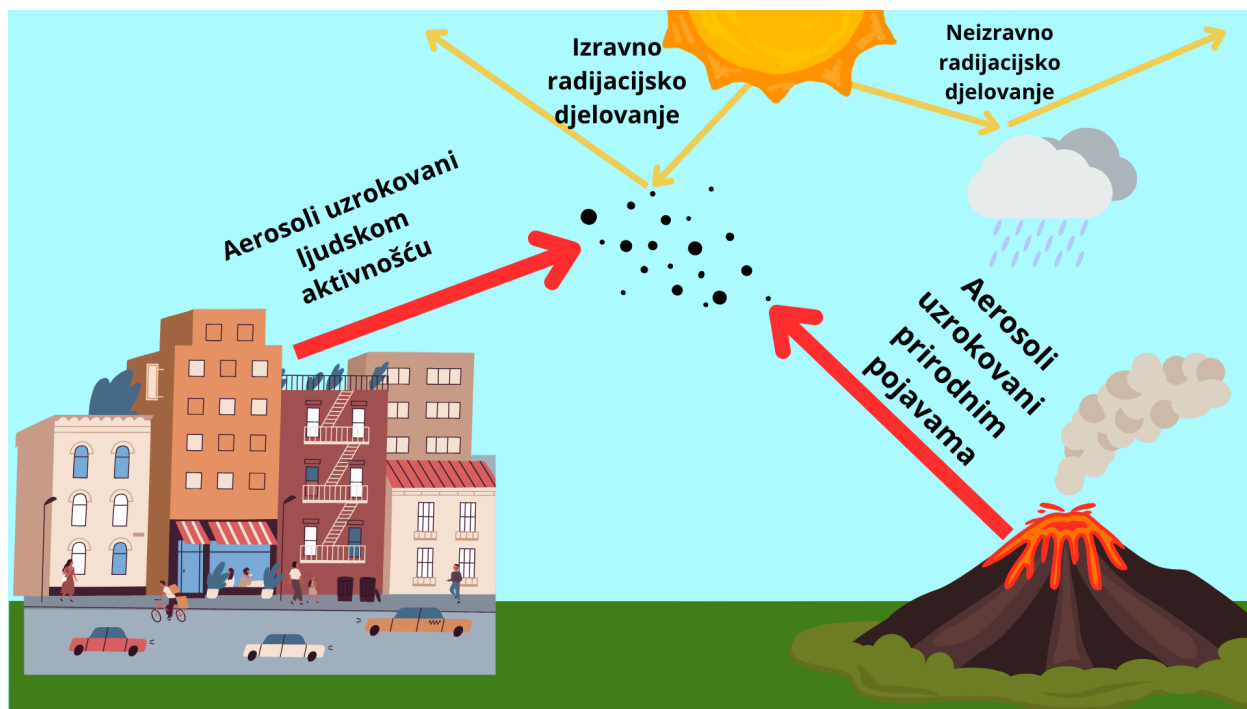
- Količina promjene od sezone do sezone varira ovisno o tome gdje se nalazite na površini planeta. Oko ekvatora, primljena energija ostaje prilično konstantna tijekom cijele godine.
- Na polovima postoje značajne razlike između ljeta i zime.
- Oblaci mogu blokirati značajan dio Sunčeve dolazne radijacije prije nego što dosegne Zemljinu površinu.



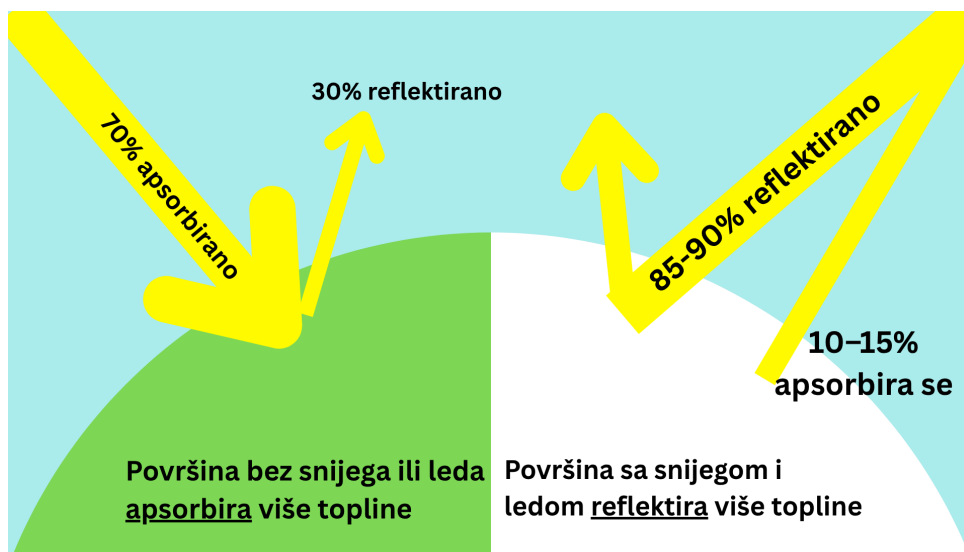
- Samo dio topline koja zrači izravno sa površine vraća se u svemir; atmosferski plinovi, poput vodene pare i ugljičnog dioksida, apsorbiraju ostatak. Ti plinovi, zauzvrat, ponovno zrače dio topline koju upiju. Budući da ti atmosferski plinovi zrače energiju u svim smjerovima, dio energije bježi u svemir, a dio ostaje u Zemljinom sustavu, što nastavlja zagrijavati atmosferu i Zemljinu površinu. To zadržavanje topline od strane plinova poput ugljičnog dioksida i vodene pare naziva se *staklenički učinak*, a plinovi koji proizvode taj učinak nazivaju se *stakleničkim plinovima*.



- Prisutnost aerosola, koji su sitne čestice (tekuće ili krute), u atmosferi također može imati značajan utjecaj na energetske bilancu Zemlje. Neki nastaju prirodno, a potječu od vulkana, pješčanih oluja, šumskih i travnatih požara, žive vegetacije i morskog prskanja. Ljudske aktivnosti, poput sagorijevanja fosilnih goriva i promjene prirodnog površinskog pokrova, također stvaraju aerosole. U prosjeku na razini cijelog planeta, aerosoli nastali ljudskim djelovanjem trenutno čine otprilike polovicu ukupne mase aerosola u našoj atmosferi. Teško je razumjeti neto utjecaj aerosola na energetske bilancu Zemlje. Čini se da odgovor uvelike ovisi o fizičkom i kemijskom sastavu aerosola, koncentraciji prisutnih aerosola, učinkovitosti kojom aerosoli apsorbiraju dolazno sunčevo zračenje, veličini čestica aerosola i njihovoj visini u atmosferi. Aerosoli također mogu utjecati na karakteristike oblaka, koji sami utječu na energetske bilancu Zemlje.



- Zemljina površina vrlo je promjenjiva, a količina odbijenog zračenja (naziva se albedo) neprestano se mijenja. Znanstvenici moraju uzeti u obzir albedo površine kada pokušavaju izračunati energetske bilanc. Na primjer, snježna i zaleđena površina odbijaju više sunčeve svjetlosti natrag u svemir.



1.1.2: Znanost o svjetlu

Svjetlost je oblik energije. Putuje u valovima, slično poput valova na ribnjaku. Ti se valovi nazivaju elektromagnetskim valovima. Ti valovi ne trebaju medij (poput zraka ili vode) da bi putovali kroz njega, stoga svjetlost može putovati kroz vakuum svemira. Svjetlost putuje nevjerovatno brzo, oko 300 000 kilometara u sekundi. To znači da Sunčeva svjetlost doseže Zemlju za nešto više od 8 minuta.

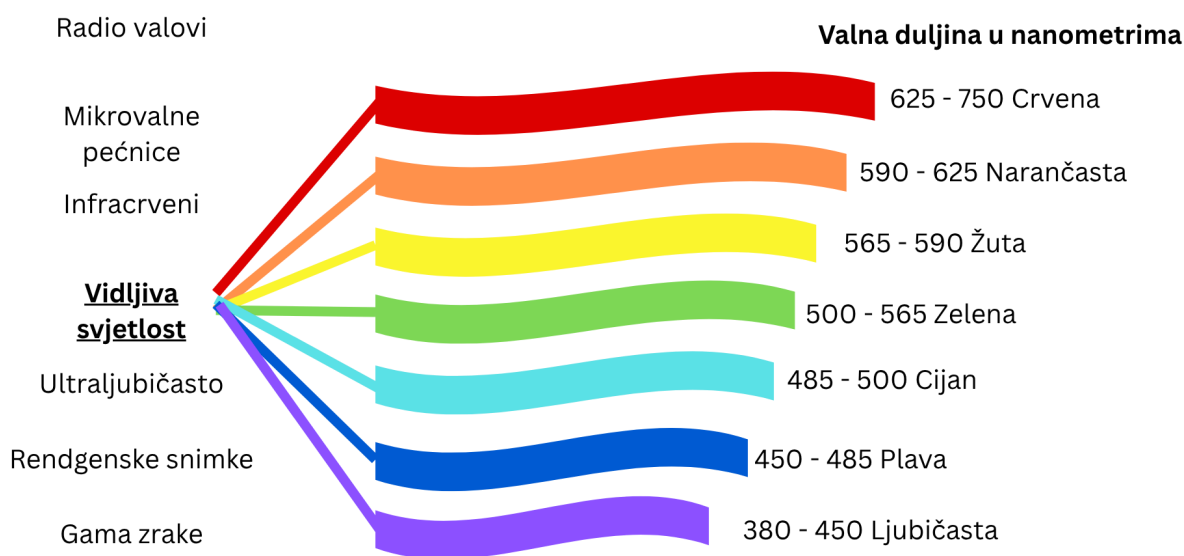
Te valove omogućuju da vidimo stvari oko sebe. Kada svjetlost udari u predmet, dio nje se odbija u naše oči, zbog čega ga možemo vidjeti. Iako ljudsko oko može vidjeti samo vrlo uski raspon valnih duljina, od oko 700 nanometara (nm; milijarditih dijelova metra) za crvenu svjetlost do oko 400 nanometara za ljubičastu svjetlost. U fizici se pojam "svjetlost" može šire odnositi na elektromagnetsko zračenje bilo koje valne duljine, bilo vidljivo ili ne. U tom smislu, *gamma zrake*, *rendgenske zrake*, *mikrovalovi* i *radio valovi* također su svjetlost.



Sunčeva svjetlost sastoji se od mnogih različitih boja. Kada svjetlost prolazi kroz prizmu, ona se razlaže na spektar boja (crvena, narančasta, žuta, zelena, plava, indigo, ljubičasta). To je zato što različite boje svjetlosti imaju različite valne duljine.

Valne duljine vidljive svjetlosti:

- Ljubičasta: 380–450 nm (frekvencija 688–789 THz)
- Plava: 450–495 nm.
- Zelena: 495–570 nm.
- Žuta: 570–590 nm.
- Narančasta: 590–620 nm.
- Crvena: 620–750 nm (frekvencija 400–484 THz)

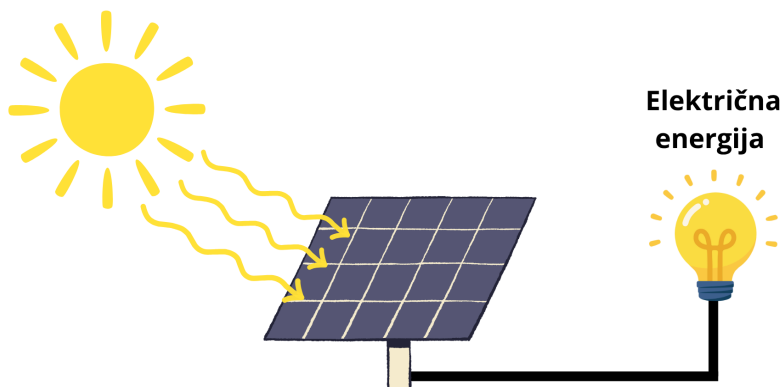


1.1.3: Kako možemo uhvatiti solarnu energiju?

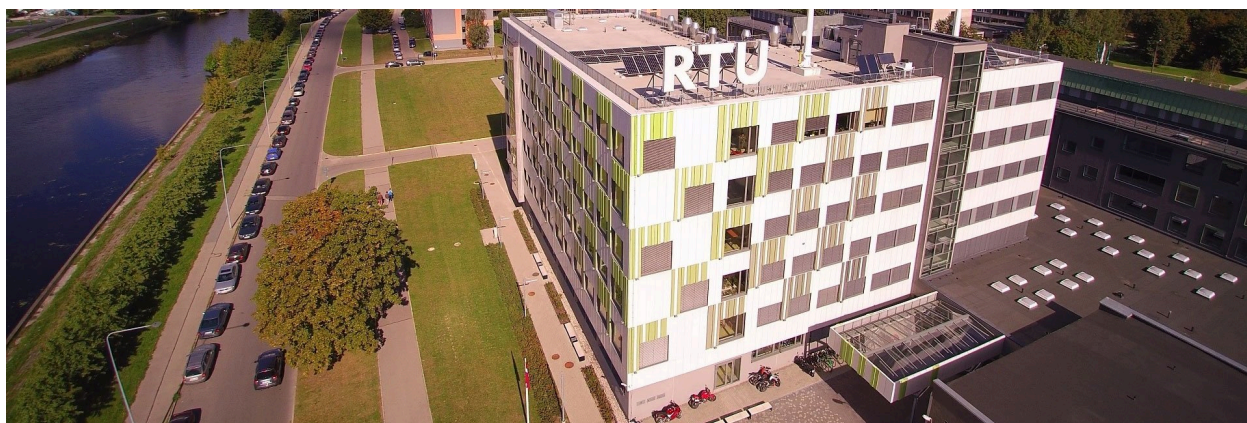
Fotovoltaične ćelije - Fotovoltaična ćelija upija svjetlost i pretvara je izravno u električnu energiju. Skupina fotovoltaičnih ćelija naziva se solarni panel. Postoji zabuna oko utjecaja topline i svjetlosti na solarnu energiju. Ponekad postoji zabuna o ulogama svjetlosti i topline u proizvodnji solarne energije jer različite solarne tehnologije funkcioniraju na različite



načine. Međutim, *fotovoltaične ćelije* strogo koriste svjetlost, a ne toplinu, za proizvodnju električne energije. *Fotovoltaičke ćelije* dizajnirane su za apsorpciju svjetlosti u širokom spektru valnih duljina, ali najučinkovitije apsorbiraju svjetlost u vidljivim dijelovima elektromagnetskog spektra (400 – 700 nm). No, mogu apsorbirati i dio ultraljubičastog svjetla (100 nm do 400 nm) i infracrvenog svjetla (700 – 1100 nm).

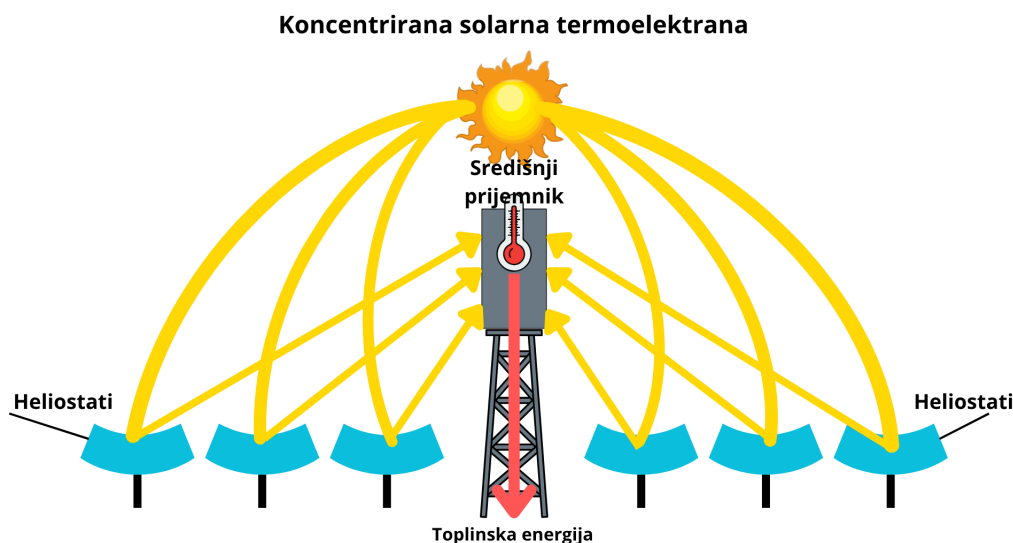


U Latviji sve više zgrada opremljeno je *fotonaponskim ćelijama*. To vrijedi i za kampus RTU-a. Neke su zgrade opremljene solarnim ćelijama u nastojanju da se postigne klimatski neutralan sveučilišni kampus.



Kampus RTU

Solarno-termička tehnologija – *Solarno-termičke elektrane* ili *koncentrirane solarno-termičke elektrane (CSP)* koriste zrcala ili leće za usmjeravanje sunčeve svjetlosti s velikog područja na malo područje, obično na prijemnik koji apsorbira koncentriranu solarnu energiju. Ta se koncentrirana toplina zatim koristi za stvaranje pare, koja pokreće turbinu povezanu s generatorom za proizvodnju električne energije.



Jedan takav primjer u stvarnom životu je solarna elektrana Ivanpah, smještena u pustinji Mojave u SAD-u. Nažalost, planirano je da se zatvori 2026. godine. Koristi 173.500 heliostata, od kojih svaki ima dva zrcala koja usmjeravaju solarnu energiju na kotlove smještene na tri 140 metara visoka solarna tornja.



Solarna elektrana Ivanpah

U manjem opsegu solarni paneli koji koriste toplinsku energiju mogu se koristiti za zagrijavanje vode u domovima, drugim zgradama i bazenima.

Slika ispod prikazuje kako se solarna toplinska tehnologija može koristiti za kućnu upotrebu za zagrijavanje vode.



Solarna toplinska tehnologija za kućnu upotrebu

1.1.4: Tržište rada u obnovljivoj energiji

Procjenjuje se da je 2023. godine industrija obnovljive energije zapošljavala otprilike 13,7 milijuna ljudi. Od toga je 4,9 milijuna ljudi radilo isključivo u industriji solarnih fotonaponskih (PV) panela. To je rastuća industrija koja nudi mnogo dobro plaćenih poslova, kao što su:

- **Proizvodni tehničar** - radi u solarnoj industriji, koristi razne računalne, pneumatske, hidrauličke, mehaničke i električne tehnologije za postavljanje i prilagodbu postrojenjskih uređaja i strojeva.
- **Solarni tehničar** - nadzire hardverske sustave solarnih fotonaponskih (PV) panela kako bi radili s maksimalnom učinkovitošću. Osigurava kvalitetu za kupce na lokacijama opreme dijagnosticanjem problema, optimizacijom opreme i popravkom sustava s niskim učinkom.
- **Upravitelj solarnog parka** - Nadzire rad instalacija solarne opreme. Mogu kontaktirati i upravljati vanjskim dobavljačima radi pomoći pri procesima prijevoza i instalacije te komunicirati s klijentima kako bi osigurali da tim ispunjava sve ugovorene razine usluge.



- **Inženjerski tehničar** - Pomaže građevinskim, strojarskim i inženjerima zaštite okoliša te znanstvenicima pri testiranju i primjeni teorija kako bi se poboljšale performanse objekata, procesa ili opreme povezanih sa solarnom energijom.
- **Instalater solarnih fotonaponskih sustava** - Dizajnira rasporede sustava koristeći karakteristike lokacije i pribavlja odgovarajuće dozvole za dovršetak relevantnih projekata. Instalateri solarnih fotonaponskih sustava također rade na građevinskim karakteristikama poput rezanja, pričvršćivanja vijcima, sastavljanja konstrukcijskog okvira, spajanja žica i pričvršćivanja panela na krovove ili na postolja na tlu.
- **Nadzornik solarne lokacije** - Izrađuju i dijele nacрте i izvještaje o lokaciji te analiziraju svojstva sjene i vremenske obrasce na lokacijama kako bi odredili najbolju vrstu, veličinu i raspored solarne opreme.

To su samo neke od profesija u području energije solarnog zračenja. Postoji mnogo više zanimljivih karijernih putova koje se mogu pronaći u ovom području. Neke tvrtke za solarnu energiju u Europi su *Enpal*, *NexWafe*, *AMPYR Solar Europe* itd.

1.1.5: Pedagoške strategije razvijene za ovo poglavlje

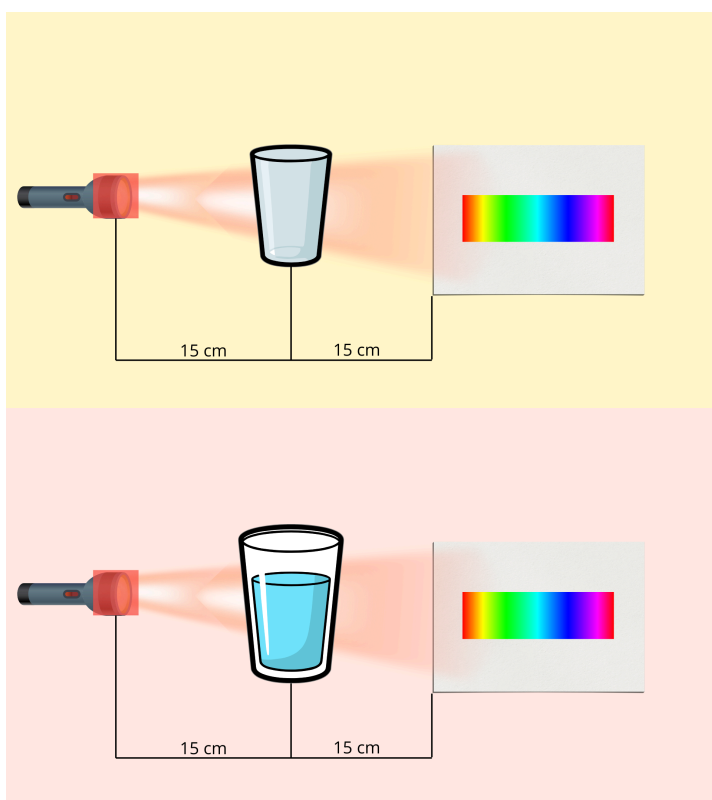
1. **Diskusije u malim grupama** - Ova strategija zahtijeva aktivno sudjelovanje učenika koji rade zajedno u maloj grupi kako bi istraživali, istraživali, uspostavljali veze, sudjelovali u raspravi i donosili zaključke.
2. **Postavljanje pitanja i rasprava** - Postavljanje pitanja koja vode produktivnoj raspravi među članovima razreda način je za uključivanje učenika i održavanje njihove angažiranosti u gradivu.
3. **Učenje temeljeno na istraživanju** - To je pristup učenju koji potiče učenike na rješavanje problema i iskustveno učenje.

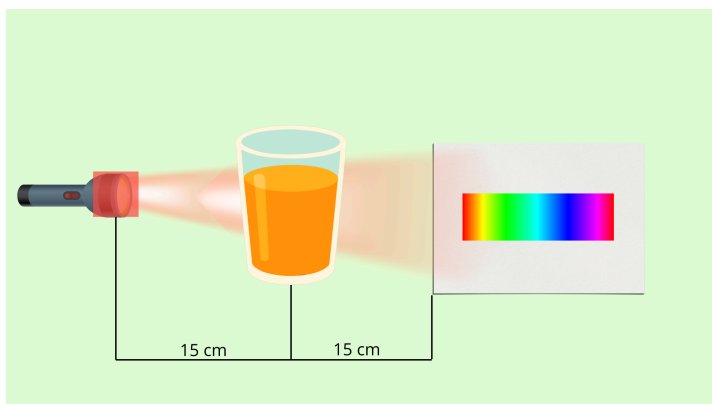
Solarna energija i znanost o svjetlu - Jedinice s igranjem uloga

1. Svjetlosni valovi u praksi.

- **Cilj:** Vidjeti koje boje prolaze kroz staklo, a koje se više apsorbiraju.

- **Materijali:** čaša, voda i tekućina druge boje (npr. sok od naranče), baterijska svjetiljka, bijeli papir, listovi obojenog celofana ili neki drugi prozirni obojeni plastični materijal (crvena, zelena, plava, žuta)
- **Upute:**
 1. Postavite list bijelog papira na zid ili stol.
 2. Napravite obojeni filtar: zalijepite jedan list obojenog celofana preko baterijske svjetiljke (tako da svjetlo koje pada na papir bude te boje).
 3. Postavite baterijsku lampu otprilike 30 cm od bijelog papira i usmjerite svjetlo na papir. Primijetite intenzitet boje.
 4. Sada stavite staklo između baterijske svjetiljke i papira (na istu udaljenost od svjetiljke i papira). Promatrajte boju i svjetlinu papira.
 5. Ponavljajte postupak za svaku dostupnu boju celofana (crvena, zelena, plava, žuta).
 6. Zatim ulijte vodu u čašu i ponovite postupak.
 7. Zatim ulijte treću tekućinu (sok od naranče) u čašu i ponovite postupak.





Zabilježite promjene boje i svjetline za svaku obojenu svjetlost koja prolazi kroz svaku različitu tekućinu.

- **Razgovarajte** o rezultatima s razredom.
- **Očekivani rezultati:**
 - Neke će boje proći kroz staklo s malom promjenom, ali neke se mogu činiti manje jarkima. Obično staklo prilično dobro propušta vidljivu svjetlost, ali obojeni filtri mogu otkriti razlike. Na primjer, plava svjetlost bi mogla biti prigušenija.
 - U prozirnoj vodi također bi trebalo biti vrlo malo promjene; međutim, crveno svjetlo moglo bi biti neznatno slabije od plave boje.
 - Ako odaberete sok od naranče kao treću tekućinu, plava i zelena svjetlost bile bi najviše apsorbirane, dok bi crvena i žuta svjetlost prolazile kroz tekućinu vrlo dobro. Možete odabrati i druge tekućine, ali rezultati će varirati ovisno o odabranoj tekućini.



2. Školski eksperiment – Laboratorij za optimizaciju solarnih panela

- **Cilj:** Mjerenje i maksimiziranje električne snage proizvedene od solarne ćelije/panela pod različitim uvjetima osvjetljenja.
- **Objašnjenje:** Solarni paneli pretvaraju svjetlo u električnu energiju. Izlazna snaga ovisi o intenzitetu svjetla, kutu i spektru. Ponašat ćete se kao inženjeri: mijenjajte jednu varijablu odjednom, mjerite V i I , a zatim izračunajte snagu $P = V I$.
- **Materijali:** Solarni ćelija, multimetar, opterećenje (otpornik ili mali motor/LED dioda), lampa/torba s baterijskim svjetlom, obojeni filtri (cello-phane / sunčane naočale / obojena plastika), ljepljiva traka.
- **Postavljanje:** Spojite panel na opterećenje. Mjerenje:
 - **Napetost V (volti):** mjeri se preko opterećenja
 - **Struja I (amperi):** mjeri se u seriju s opterećenjem (tvoj će ti nastavnik pokazati ispravan način rada multimetra)

Uvjeti kontrole (održavajte konstantnima):

udaljenost od lampe:

Opterećenje:

Testirajte najmanje 3 filtera (primjer: nijedan, crveni, plavo-zeleni, sunčane naočale).

Tablica podataka

Izračun: $P = V \times I$ (wati). Ako je I u mA, pretvorite u A: $1000 \text{ mA} = 1 \text{ A}$.

Filtriraj	V (V)	I (A)	P (W)

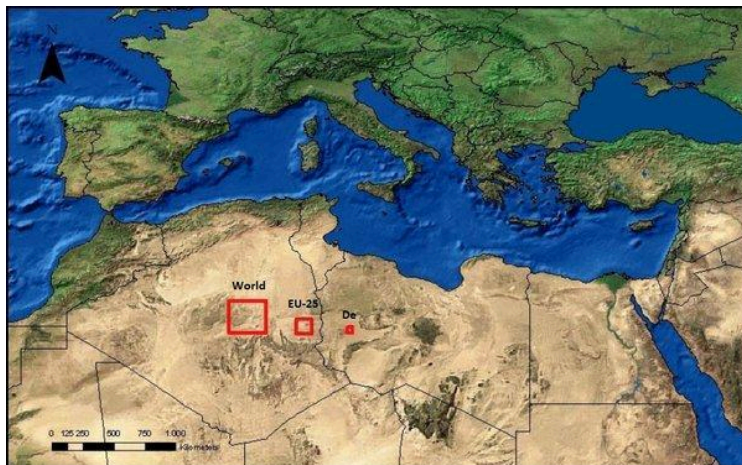
Rezultati

Najveća snaga koju ste postigli: _____ W

Koji je filter dao taj rezultat?

3. Implementacija rasprave o solarnim panelima (PRILOG 2: Park solarne energije – matrica odluka)

- **Cilj:** Bolje razumijevanje fotonaponskih ćelija.
- **Upute:** 1. Rasprava o parkovima solarne energije. Podijelite razred u grupe od pet osoba. (Kontekst – Postoji teorija da bi, ako biste prekrili 1,2 % Sahare fotonaponskim ćelijama, to bilo dovoljno za opskrbu cijelog svijeta energijom).



1.1. Postavite grupama pitanje: da biste gradili solarni park, koje biste specifično mjesto na Zemlji odabrali?

Mogući odgovori: Mjesta s puno sunčeve svjetlosti i bliža ekvatoru, poput Saharske pustinje, Arapskog poluotoka, Arizone, Nevade, australskog outbacka, pustinje Atacama...

1.2. Postavite dodatno pitanje – Zašto biste odabrali ovo mjesto? Predviđate li kakve probleme ili izazove u izgradnji solarnih panela na odabranom mjestu?

Mogući odgovori: Učenici bi trebali odabrati mjesto s puno sunčeve svjetlosti, malim oblačnim pokrovom i velikim otvorenim prostorima.

Mogući izazovi: Surova okolica (pješčane oluje, ekstremna vrućina), nedostatak infrastrukture, udaljenost od većih gradova, nedostatak vode za održavanje i radnike.

1.3. Uključite ostale grupe da podijele svoja mišljenja o odabiru lokacije za solarni park od strane konkretne grupe.



4. Sudnica Solarne energije (PRILOG 1: Sudnica Solarne energije)

- **Cilj:** Učenici će sudjelovati u raspravi o prednostima i izazovima solarne energije.
- **Upute:**
 - Podijelite razred u dva tima "odvjetnika".
 - Jedan tim će tvrditi da je solarna energija budućnost proizvodnje električne energije, dok će drugi tim tvrditi da ima ograničenja.
 - Nakon što obje strane iznesu svoje argumente, održite razrednu raspravu u kojoj učenici mogu podijeliti svoja razmišljanja i osmisliti rješenja za izazove koje donosi solarna energija.



Poglavlje 1.2: Dizajniranje i izrada uređaja na solarni pogon

Pregled

Ovo poglavlje osmišljeno je kako bi se učenicima u dobi od 14 godina predstavili koncepti, primjene i društvena važnost solarne energije kroz sveobuhvatan STEAM pristup (znanost, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost, matematika). Kombiniranjem teorijske nastave, digitalnih simulacija i praktičnog izrade prototipova, učenici stječu sveobuhvatno razumijevanje načina na koji solarna energija funkcionira, kako se njome može upravljati i kako se primjenjuje u stvarnom svijetu za rješavanje ekoloških i inženjerskih izazova. Kamen temeljac ovog poglavlja je proces dizajniranja i izrade funkcionalnog uređaja na solarni pogon koji neće samo učvrstiti tehničke koncepte, već i potaknuti inovativnost, suradnju i kritičko razmišljanje.

1.2.1: Uvod u solarnu energiju i fotonaponske principe

Solarna energija je obnovljivi i održivi izvor energije koji dolazi od Sunca. To je jedna od najvažnijih alternativa fosilnim gorivima jer je čista, široko dostupna i tijekom upotrebe ne proizvodi stakleničke plinove. Dok svijet traži načine za borbu protiv klimatskih promjena i smanjenje onečišćenja, solarna energija igra ključnu ulogu u stvaranju zelenije budućnosti.

Ključan način na koji se solarna energija koristi je putem **fotonaponske (PV) tehnologije**. To je proces pretvaranja sunčeve svjetlosti izravno u električnu energiju. PV sustavi sastoje se od solarnih panela, koji sadrže posebne materijale nazvane **fotonaponske ćelije**. Kada sunčeva svjetlost pogodi te ćelije, stvara se električna struja — proces poznat kao **fotonaponski učinak**.

Fotovoltaički učinak je fizikalno-kemijska reakcija koja se događa kada energija svjetlosti potakne elektrone na kretanje unutar materijala, pri čemu se proizvodi električna energija. Ovaj se princip koristi u mnogim svakodnevnim uređajima, kao što su **solarni kalkulatori, vrtne svjetiljke i prometni znakovi**. Ovi jednostavni primjeri pokazuju kako se solarna energija može koristiti na male, praktične načine.



Solarna energija također ima i mnoge veće prednosti. Može pomoći u smanjenju naše potrošnje fosilnih goriva, smanjiti zagađenje zraka i osigurati električnu energiju u područjima udaljenim od elektrana. Kako se tehnologija poboljšava, solarni paneli postaju pristupačniji i lakši za ugradnju, čime solarna energija postaje sve veći dio svjetske energetske mješavine.

Razumijevanje načina na koji solarna energija funkcionira pomaže nam vidjeti kako znanost i tehnologija mogu podržati održiviju budućnost. Ovo poglavlje iznosi osnovne principe i ideje iza solarne energije i fotonaponskih sustava, pripremajući učenike za daljnje istraživanje teme u budućim lekcijama.

1.2.2: Razumijevanje učinkovitosti kroz digitalne simulacije

Prije prelaska na fizičku izradu, učenici se bave digitalnim istraživanjem učinkovitosti solarnih panela. Koristeći platforme kao što su PhET Interactive Simulations i Tinkercad Circuits, učenici istražuju kako različiti čimbenici, kao što su kut sunčeve svjetlosti, površina panela, intenzitet svjetla, temperatura i vremenski uvjeti, utječu na energetski iznos solarnog panela. Ove simulacije ključne su za pružanje sigurnog, prilagodljivog i skalabilnog okruženja za učenje u kojem učenici mogu manipulirati varijablama i odmah promatrati rezultate.

Učenici rade u parovima ili malim grupama kako bi testirali različite konfiguracije, dokumentirajući energetski iznos svakog scenarija i bilježeći sve obrasce. Nastavnici bi trebali poticati učenike da analiziraju podatke i izvuku zaključke o optimalnoj orijentaciji i postavljanju panela. Kroz vođana pitanja i promišljanje, učenici počinju primjenjivati znanstveno rasuđivanje, premostivši jaz između teorijskog znanja i praktične primjene. Ta će spoznaja kasnije utjecati na dizajn njihovih fizičkih prototipova.

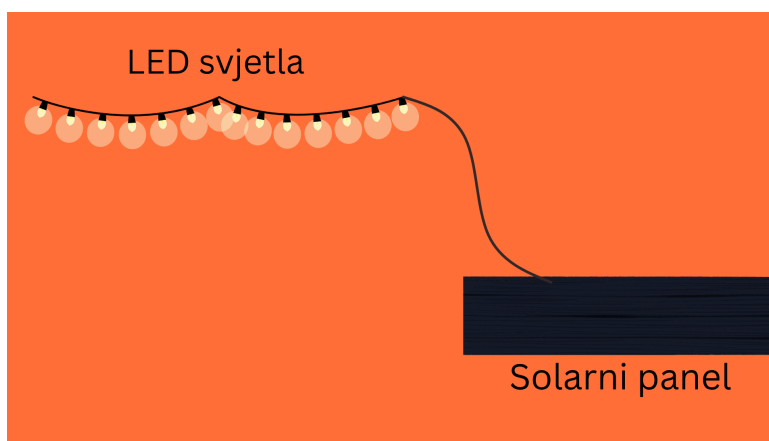
1.2.3: Projektiranje, izrada i testiranje uređaja na solarni pogon

U središtu poglavlja je praktični projekt: dizajniranje i izrada uređaja na solarni pogon. Učenici su podijeljeni u male grupe i zadatak im je izraditi uređaj koji obavlja jednostavnu funkciju koristeći solarnu energiju. Moguće ideje za projekt uključuju ventilatore na solarni

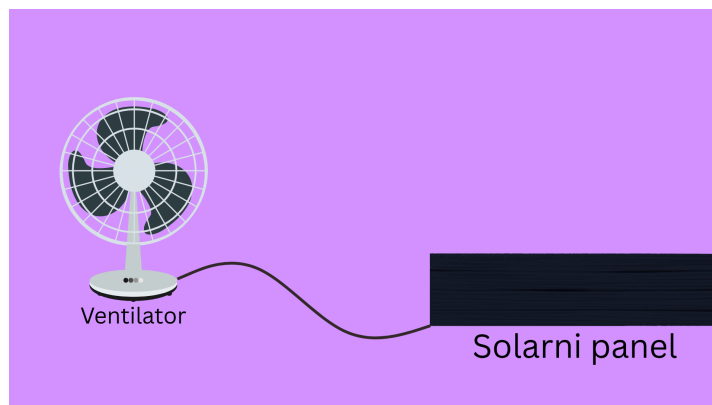
pogon, LED svjetla, makete vozila, vodene pumpe ili rotirajuće prikaze. Nastavnici svakoj grupi osiguravaju komplet koji uključuje male solarne panele, motore ili LED diode, žice, konektore, građevinski materijal (poput kartona, slamki i kotačića) i alate poput škara, pištolja za vruće ljepilo i multimetara.

Proces izrade projekta započinje brainstormingom i skiciranjem ideja za dizajn. Učenici se usmjeravaju da kritički razmišljaju o tome kako će biti postavljena solarna ploča, kako će energija teći kroz strujni krug i kako mogu optimizirati rad. Naglašavaju se sigurnosni protokoli, osobito pri radu s električnim komponentama i alatima.

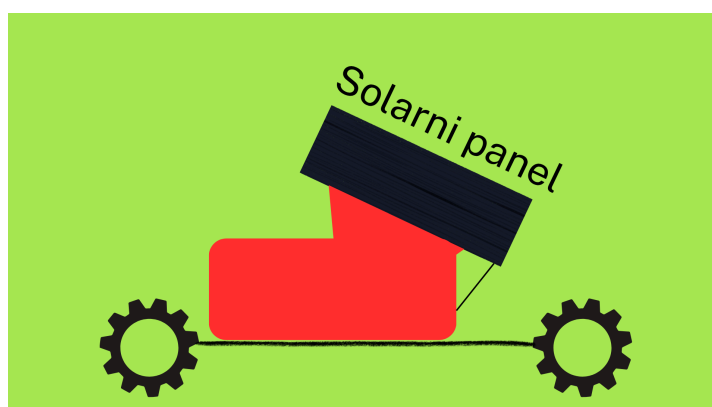
Kada započne izrada, učenici testiraju svoje uređaje u različitim uvjetima osvjetljenja: prirodnoj sunčevoj svjetlosti, zasjenjenim područjima i umjetnom svjetlu. Pomoću multimetara mjere napon i struju kako bi procijenili kako promjene u osvjetljenju, kutu i konstrukciji utječu na rad. To potiče znanstveno istraživanje i rješavanje problema u stvarnom vremenu. Učenici bi trebali bilježiti svoja opažanja, razmišljati o tome što je uspjelo, a što nije, te u skladu s tim mijenjati svoje dizajne. Nastavnici prate napredak i pružaju formativne povratne informacije tijekom cijelog procesa.



LED svjetla na solarni pogon



Solarno napajani ventilator



Solarno napajano vozilo s modulima

1.2.4: Primjene u stvarnom svijetu i promišljanje o okolišu

Nakon izrade i testiranja svojih prototipova, učenike se potiče da prošire svoje razmišljanje istraživanjem stvarnih primjena solarne energije. Svakoj grupi se dodjeljuje ili ona odabire studiju slučaja, kao što su vozila na solarni pogon, solarni farmi, solarni kuhali ili energetske kompleti za pomoć u katastrofama. Oni istražuju te sustave i analiziraju njihove utjecaje na okoliš, tehničke i društvene aspekte. Strukturirani radni list vodi njihovo istraživanje, potičući učenike da razmotre svrhu uređaja, ciljanog korisnika, isplativost, skalabilnost i ekološku korist.

Grupe zatim predstavljaju svoja otkrića razredu putem kratke multimedijske prezentacije.

Ovaj dio poglavlja potiče vještine javnog nastupa, potiče kreativnost u prezentaciji i njeguje

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



dublje razumijevanje praktičnih implikacija tehnologija obnovljive energije. Nastavnici vode raspravu sa cijelim razredom koja povezuje ove studije slučaja s širim temama kao što su klimatske promjene, ciljevi održivog razvoja i energetska pravda.

Procjena i evaluacija

Poglavlje primjenjuje i formativne i sumativne strategije procjene kako bi se osiguralo čvrsto razumijevanje koncepata i angažman u aktivnostima. Formativne procjene uključuju promatranja nastavnika tijekom grupnih rasprava, simulacijskih aktivnosti i radionica izrade, gdje nastavnici procjenjuju razumijevanje, suradnju i inicijativu. Nastavnici također slušaju sposobnost učenika da znanstveno rasuđuju, iznesu svoje dizajnerske odluke i učinkovito rješavaju probleme.

Summativne procjene usredotočene su na tri glavna ishoda: funkcionalnost i kreativnost konačnog solarnog uređaja, jasnoću i relevantnost grupnih prezentacija te izvješće o promišljanju ili dnevnik učenja u kojem učenici dokumentiraju svoj proces, nalaze i što bi poboljšali u budućnosti. Rubrika se može koristiti za osiguravanje dosljednosti i transparentnosti u ocjenjivanju.

Resursi za nastavnike

Za uspješnu realizaciju ovog poglavlja, nastavnici bi trebali pripremiti kombinaciju fizičkih materijala, digitalnih alata i obrazovnog sadržaja:

Digitalni i online alati:

- PhET simulacija učinkovitosti solarnih panela – <https://phet.colorado.edu>
- Tinkercad Circuits – <https://www.tinkercad.com>
- YouTube objašnjavajući videozapisi:
 - Kako solarna energija funkcionira: <https://www.youtube.com/watch?v=dHVZ6jEf8To>
 - Napredna fizika solarnih ćelija: <https://youtu.be/8RjGHmlOu58>
- Solar Schools Knowledge Bank – <https://solarschools.net/knowledge-bank/energy>
- SEI tečajevi o obnovljivoj energiji – <https://www.solarenergy.org>

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

Razvijene vještine

Ovo poglavlje osmišljeno je za izgradnju širokog spektra studentskih kompetencija:

- Naučna pismenost – Razumijevanje pretvorbe energije i električnih krugova.
- Inženjerstvo i dizajnersko razmišljanje – Primjena iterativnog dizajna i strategija optimizacije.
- Rješavanje problema – Otklanjanje problema u dizajnu i tehničkim pitanjima u stvarnom vremenu.
- Suradnja – Učinkovito raditi u grupama s podijeljenim odgovornostima.
- Ekološka osviještenost – Razumijevanje održivosti i energetske sustava.
- Digitalna pismenost – Snalaženje u simulacijama i virtualnim alatima za dizajn.
- Komunikacija – Jasno i samouvjereno predstavljanje nalaza.

Povratne informacije i refleksija

Na kraju projekta učenici ispunjavaju obrazac za refleksiju u kojem detaljno opisuju svoje putovanje učenja, izazove s kojima su se suočili i spoznaje koje su stekli. Nastavnici također prikupljaju povratne informacije putem izravnih razgovora i anonimnih anketa kako bi procijenili učinkovitost sata i usmjerili buduća poboljšanja. Završni sastanak nakon projekta pruža prostor i za proslavu i za konstruktivnu raspravu, pomažući učenicima da usvoje svoje iskustvo i prepoznaju njegovu vrijednost.

Jedinica igranja uloga: Solarni raskrižje - Što bi naš grad trebao učiniti?

Cilj

Ova aktivnost pomaže učenicima razumjeti kako različiti ljudi osjećaju prema korištenju solarne energije. Učenici će razmišljati o okolišu, radnim mjestima, novcu i pravednosti. Glumeći različite ljude u gradu, naučit će kako odluke o energiji mogu biti teške i uključivati mnoga različita stajališta.

Ciljevi učenja

Do kraja aktivnosti, učenici će:

- Razumjeti što različiti ljudi žele ili ih brine kada je riječ o solarnoj energiji.



- Jasno govoriti i pokušati objasniti stavove svoje uloge.
- Suradivati kako bi donijeli pravednu odluku.
- Razmisliti o tome kako možemo pravedno i pametno koristiti čistu energiju.

Scenarij

Mali grad **Metković** upravo je dobio novac od vlade za pokretanje projekta čiste energije.

Moraju odabrati između:

1. **Mali solarni sustav u vlasništvu grada** (mikromreža) za lokalnu upotrebu.
2. **Velika solarna elektrana** izgrađena je u blizini od strane jedne tvrtke.

Gradonačelnik je zatražio da se održi **Skupština građana** i da da savjet što učiniti. Učenici će glumiti članove te skupštine.

Uloge

Svaki učenik glumit će jednu od ovih osoba:

1. **Umrokovani rudar** – zabrinut zbog gubitka radnih mjesta i gradskih tradicija.
2. **Predstavnik domorodačkog zemljišta** – želi zaštititi kulturno zemljište.
3. **Vlasnik tehnološke tvrtke** – uzbuđen zbog nove solarne tehnologije.
4. **Stanovnik s niskim primanjima** – želi jeftiniju energiju za obitelji.
5. **Lokalni učitelj** – brine o budućnosti i učenju učenika.
6. **Energetski stručnjak** – poznaje troškove i pravila za solarnu energiju.
7. **Vjerski vođa** – razmišlja o onome što je ispravno i pravedno.
8. **Moderator nevladine organizacije** – vodi sastanak i osigurava pravednost.

Priprema

1. Dajte svakom učeniku **karticu uloge** s činjenicama i idejama.
2. Učenici čitaju svoje kartice i planiraju što će reći.
3. Po želji: Učenici se mogu kostimirati ili donijeti jednostavnu rekvizitu koja odgovara njihovoj ulozi.

Vrijeme aktivnosti

1. Uredite učionicu poput kruga za sastanke.



2. Moderator pozdravlja sve i objašnjava problem.
3. Svaka uloga drži kratak govor od 2 minute.
4. Učenici razgovaraju i s poštovanjem odgovaraju jedni drugima.
5. Na kraju grupa pokušava glasovati ili se usuglasiti što preporučiti.

Objava rezultata i refleksija

Nakon igre uloga, organizirajte razrednu raspravu ili pismeni zadatak:

- Koji su argumenti bili najsnažniji?
- Je li netko promijenio mišljenje? Zašto?
- Što je otežalo postizanje dogovora?
- Kako se solarna energija može pravedno koristiti?
- Učenici mogu napisati kratak osvrt ili mišljenje iz perspektive svog lika.

Potrebni materijali

- Kartice s ulogama
- Oznake s imenima ili natpisi
- Informacije s interneta ili za čitanje
- Kontrola za ocjenjivanje ili rubrika
- (Po želji) Rekviziti ili kostimi

Poglavlje 1.3: Umjetnički izraz kroz solarnu energiju

Pregled

U ovom ćemo poglavlju istražiti kako solarna energija nije samo izvor održive električne energije, već i kreativan alat koji umjetnici i inženjeri koriste za stvaranje inovativnih i interaktivnih umjetničkih djela. Kombiniranjem znanosti, tehnologije i umjetnosti, solarna energija postaje medij za izražavanje ideja, osvjetljavanje javnih prostora i podizanje svijesti o važnosti obnovljive energije.

1.3.1: Sunce kao medij za umjetničko izražavanje

Ključni pojmovi:

- Solarna kinetička umjetnost: skulpture i instalacije koje se kreću zahvaljujući sunčevoj svjetlosti.
- Interaktivna umjetnička djela napajana solarnom energijom.
- Solarna svjetlosna umjetnost i solarno slikarstvo.

Solarna kinetička umjetnost i instalacije:

Kinetička umjetnost je oblik umjetnosti koji uključuje pokret kao bitan element. Kada se za pokretanje tih pokreta koristi solarna energija, skulpture oživljavaju na sunčevoj svjetlosti.

Ikonični primjer je "**Sunflowers**" **Anthonyja Howea**, skulptura od nehrđajućeg čelika koja se nježno okreće zahvaljujući malim motorima na solarni pogon.



"Sunčevi cvjetovi" Anthonyja Howea

Još jedan primjer je **inovativni skulpturalni solarni cvijet** s naprednim fotonaponskim solarnim panelima koji se otvaraju i zatvaraju kako bi se očistili i postigla maksimalna učinkovitost.



Kupovne skulpturalne solarne cvjetove

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

"Umjetničko djelo nikada nije samo objekt; ono je također iskustvo i njegov kontekstualni utjecaj, način na koji se koristi i uživa u njemu te kako postavlja pitanja i mijenja načine razmišljanja i života. Solar Panel Art Series čini upravo to i sjajan je primjer kako otvoriti raspravu o obnovljivoj energiji i nejednakoj raspodjeli energije danas. Osim toga, ne samo da nas potiču na razmišljanje, već i na djelovanje. Serija umjetničkih djela sa solarnim panelima odlučila je donirati dio svojih prihoda zakladi Little Sun kako bi djeci u ruralnoj Ruandi donijela svjetlo i omogućila im vrijeme za učenje, i za to smo im vrlo zahvalni. Zajedno možemo raditi na globalnom jedinstvu i boljoj budućnosti, uključujući pristup energiji za sve."

<https://www.youtube.com/watch?v=VTqzruNcrGs>



"'Little Sun' umjetnika Olafura Eliassona

Interaktivna umjetnička djela napajana solarnom energijom

Solarna umjetnost može biti interaktivna, uključujući publiku kroz svjetlo i pokret. Primjer je **"Mécaniques Discursives"** Freda Penellea i Yannicka Jacqueta, gdje solarna energija pokreće dinamične projekcije koje se mijenjaju ovisno o intenzitetu sunčeve svjetlosti.



"Mécániques Discursives" Freda Penellea i Yannicka Jacqueta

Umjetnici također koriste fotonaponske ploče za napajanje svojih umjetničkih djela. **"Solar Tree" Rossa Lovegrovea**, na primjer, struktura je koja podsjeća na stablo s "listovima" od solarnih ploča, a koja noću osvjetljava okolni prostor.

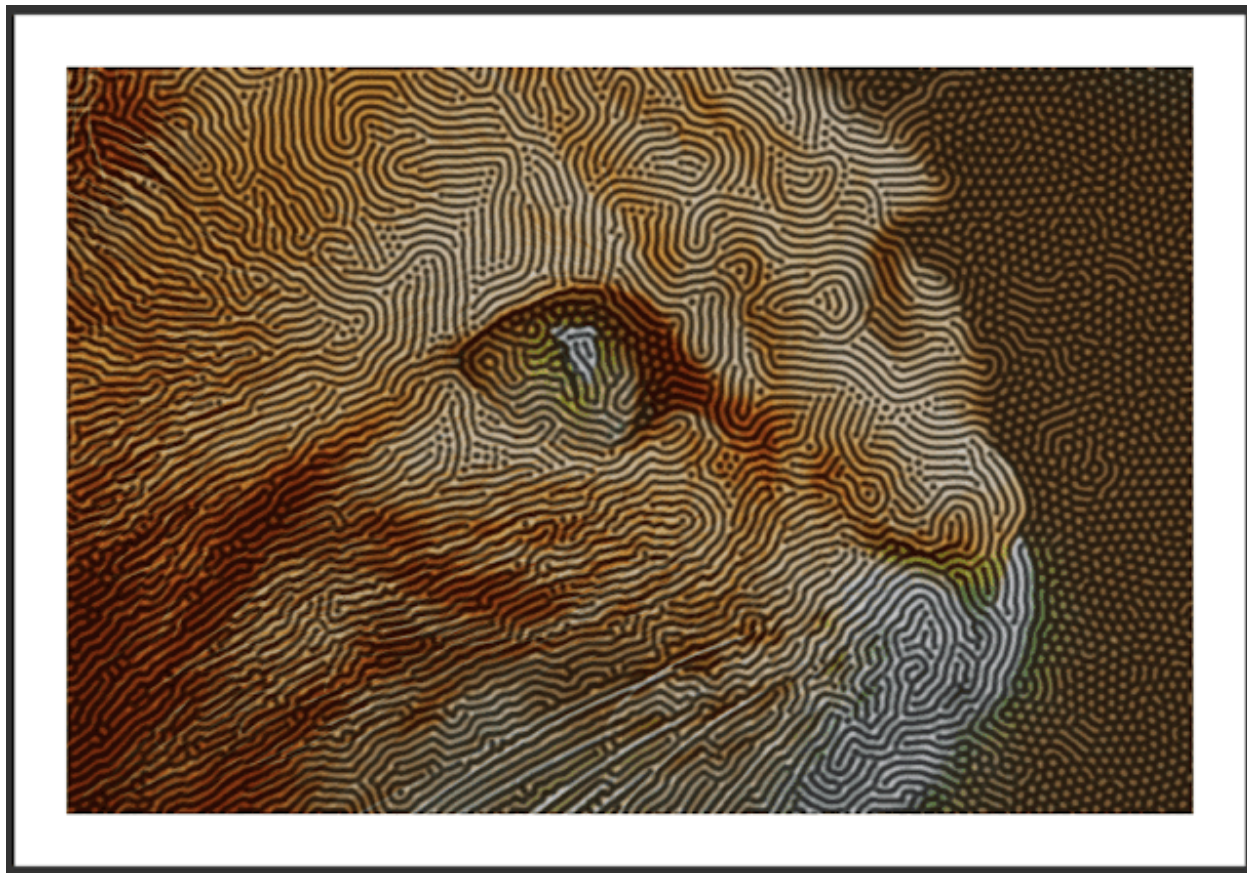


"Solar Tree" Rossa Lovegrovea

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

Solarna umjetnost svjetla i solarno slikarstvo

Neki umjetnici eksperimentiraju s **fotoreaktivnim bojama** koje svijetle na suncu, stvarajući slike vidljive samo pod određenim uvjetima osvjetljenja. Solarna energija također se koristi za osvjetljavanje murala noću ili za projiciranje privremenih slika koje blijede s zalaskom sunca.



Obrada slike reakcijsko-difuzijskim modelom Gray-Scott

Usporedba različitih vrsta solarne umjetnosti

Vrsta solarne umjetnosti	Opis	Primjer	Upotreba energije i učinkovitost
Solarne kinetičke skulpture	Pokretne skulpture napajane solarnom energijom, često koriste male solarne panele za pogon mehaničkih dijelova.	"Suncokreti" Anthonyja Howea	Koristi male motore napajane solarnim panelima; učinkovitost ovisi o dostupnosti sunčeve svjetlosti.
Solarni murali	Zidna umjetnost koja integrira solarne panele za pohranu energije i osvjetljavanje dizajna noću.	"Projekt solarnih murala" (Los Angeles)	Solarni paneli tijekom dana pune baterije, osiguravajući svjetlo noću s visokom učinkovitošću.
Interaktivne solarne instalacije	Javne umjetničke instalacije koje reagiraju na sunčevu svjetlost mijenjajući boje ili pokretom.	"Mécaniques Discursives"	Solarna energija napaja LED diode ili mehaničke komponente, zahtijevajući učinkovito skladištenje baterija.
Solarna umjetnost svjetla	Umjetnička djela koja koriste svjetla na solarni pogon za stvaranje sjajnih efekata noću.	"Solarna stabla" autora Rossa Lovegrovea	Koristi fotonaponske panele za punjenje LED dioda; vrlo učinkovito s minimalnim gubitkom energije.
Fotoreaktivne slike	Slike koje koriste posebne solarno-reaktivne materijale koji mijenjaju izgled na sunčevoj svjetlosti.	Eksperimentalne solarne slike	Nije potrebna električna energija; oslanja se na kemijske reakcije sa sunčevom svjetlošću.

1.3.2: Tehnologija iza solarne umjetnosti

Ključni pojmovi:

- Upotreba fotonaponskih ćelija u umjetnosti.
- Inovativni i održivi materijali.
- Uloga inženjerstva u umjetničkom dizajnu.

Kako fotonaponske ćelije funkcioniraju u umjetnosti?

Umjetnici koriste solarne ćelije za proizvodnju energije koja napaja njihove instalacije. Te se ćelije mogu integrirati u umjetnička djela na vidljiv ili diskretan način, stvarajući jedinstven

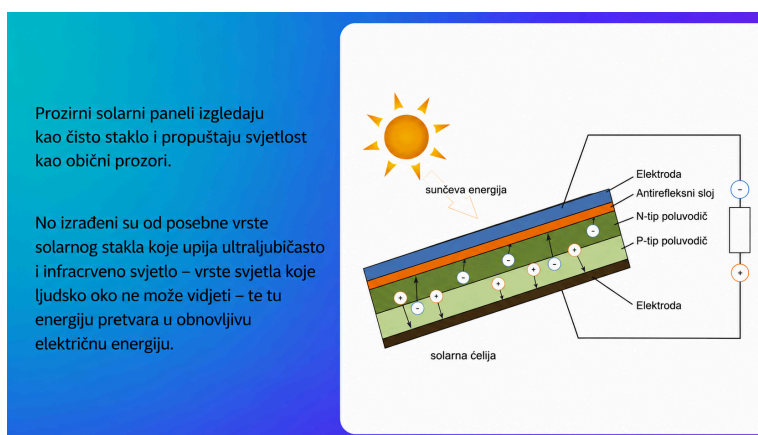
estetski dojam. Neke instalacije koriste prozirne panele koji propuštaju svjetlost, a da pritom ne narušavaju ljepotu umjetničkog djela.



Evo grafike koja ilustrira upotrebu fotonaponskih (solarnih) ćelija u umjetnosti. Prikazuje kako se skulpture na solarni pogon, interaktivne instalacije i arhitektonski dizajn mogu kreativno integrirati solarne panele.

Inovativni i održivi materijali

Osim tradicionalnih fotonaponskih panela, umjetnici istražuju nove materijale poput **grafena**, koji omogućuje izuzetno tanke i fleksibilne solarne ćelije, i **prozirne solarne folije** koje se mogu nanijeti na staklene i plastične površine.



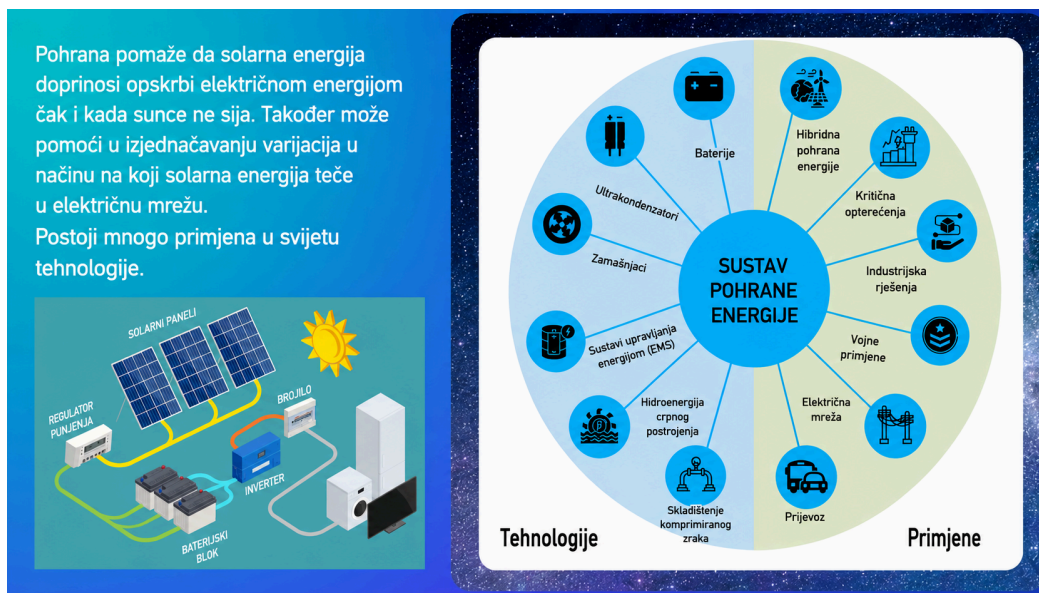
Evo grafike koja, na primjer, prikazuje kako funkcioniraju prozirni solarni filmovi.

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

Uloga inženjerstva u umjetničkom dizajnu

Inženjerstvo igra ključnu ulogu u pretvaranju umjetničke ideje u funkcionalnu stvarnost.

Inženjeri surađuju s umjetnicima na razvoju sustava za pohranu energije i automatizacije koji omogućuju da umjetnička djela reagiraju na sunčevu svjetlost na iznenađujuće načine.



Ovdje je grafika koja ilustrira tehnološke primjene sustava za pohranu energije.

1.3.3: Solarna umjetnost i društveni utjecaj

Ključni pojmovi:

- Solarna umjetnost kao obrazovni alat.
- Umjetničke instalacije za urbanu održivost.
- Solarna umjetnost i podizanje svijesti o klimatskim promjenama.

Solarna umjetnost kao obrazovni alat

Mnogi projekti solarne umjetnosti osmišljeni su kako bi podigli svijest javnosti o obnovljivoj energiji. Instalacije u javnim prostorima, poput "**The Solar Mural Project**" u Los Angelesu, kombiniraju umjetnost i tehnologiju kako bi posjetitelje educirale o važnosti solarne energije.



"Choose Earth", solarni mural u stilu land art-a autorice Peggy Flavin

Umjetničke instalacije za urbanu održivost

Umjetnička djela na solarni pogon često se integriraju u urbane pejzaže kako bi poboljšala estetiku grada i osigurala održivu rasvjetu. Odličan primjer je "**Projekt suncokreta**", gdje se ulične svjetiljke u obliku suncokreta samostalno napajaju solarnom energijom, smanjujući utjecaj na okoliš.



Ulična svjetiljka u obliku cvijeta na solarni pogon

Solarna umjetnost i podizanje svijesti o klimatskim promjenama

Solarna umjetnost nije samo dekorativna; ona je također sredstvo prosvjeda i promišljanja o klimatskim promjenama. Neki umjetnici stvaraju djela koja ističu potrebu za smanjenjem potrošnje fosilnih goriva, poput murala koji svijetle noću isključivo zahvaljujući solarnoj energiji prikupljenoj tijekom dana.



Andreea Dumez

U svijetu u kojem vrijeme za klimatske promjene istječe, umjetnici snažno djeluju. Kroz živahan i upečatljiv medij oni stavljaju u središte pozornosti ekološke izazove s kojima se suočavamo i čine to sa stilom.

Obrazovne strategije:

- **Učenje temeljeno na projektu (PBL):** učenici dizajniraju vlastita solarna umjetnička djela;
- **Interaktivne radionice:** eksperimenti s fotonaponskim ćelijama za izradu malih solarnih skulptura;
- **Igranje uloga i gamifikacija:** simulacije u kojima učenici preuzimaju uloge solarnih umjetnika i inženjera;
- **Projekt solarnih murala (Los Angeles)** – primjer iz stvarnog svijeta murala na solarni pogon koji se koriste u obrazovne svrhe;
- **Umjetnička serija solarnih panela** – projekt u kojem umjetnici koriste solarne panele kao platna, podižući svijest o obnovljivoj energiji.



Umjetnički izraz kroz solarnu energiju – Jedinica za igru uloga

Pregled:

Ova aktivnost, "Umjetnički izraz kroz solarnu energiju", uključuje učenike u istraživanje sjecišta solarne energije i umjetnosti. Učenici će preuzeti uloge različitih dionika kako bi razvili kreativne projekte koji koriste solarnu energiju kao medij za umjetnički izraz. Kroz ovo iskustvo učenici će steći dublje razumijevanje održive energije, istovremeno potičući inovacije u umjetnosti.

Cilj:

Pružiti praktično iskustvo u integraciji solarne energije s umjetničkom kreativnošću. Učenici će učiti o tehnologijama na solarni pogon, istraživati okolišne i društvene utjecaje solarne energije te razvijati umjetničke projekte koji koriste snagu sunca.

Vodič korak po korak:

Korak	Opis	Uloge
1. Uvod u aktivnost	Predstavite koncept "Umjetničkog izražavanja kroz solarnu energiju." Objasnite kako se solarna energija može kreativno koristiti u likovnim umjetnostima, poput fotografije. Definirajte uloge: eksperimentalni fotografi, stručnjaci za znanost/biologiju, umjetnici.	Sve uloge (eksperimentalni fotografi, stručnjaci za znanost/biologiju, umjetnici)
2. Podijelite učenike u grupe i dodijelite teme projekta	Podijelite učenike u grupe i dodijelite svakoj grupi određenu umjetničku temu projekta (npr. cijanotipije na solarni pogon, antotipije, fotografija klorofila). Dodijelite uloge unutar svake grupe: eksperimentalni fotograf, stručnjaci za znanost/biologiju, voditelj zajednice.	Eksperimentalni fotograf, stručnjaci za znanost/biologiju, voditelj zajednice.
3. Istraživanje i priprema	Svaki član grupe istražuje svoju dodijeljenu ulogu. Stručnjaci za znanost/biologiju istražuju kemijske reakcije na solarni pogon (emulzije stvorene od cvijeća, voća i povrća). Eksperimentalni fotografi izrađuju negativne filmove za solarne otiske. Voditelji zajednice organiziraju završnu izložbu.	Eksperimentalni fotograf, stručnjaci za znanost/biologiju, voditelj zajednice
4. Diskusija u grupi i razvoj projekta	Grupe raspravljaju o rezultatima umjetničkih proizvoda, procjenjuju izvedivost i razrađuju ideje za umjetničke solarne projekte. Znanstvenici i biolozi	Eksperimentalni fotograf, stručnjaci za

	predlažu kemijska rješenja i najbolje postupke za izradu emulzija. Eksperimentalni fotografi predstavljaju svoje botaničke fotografije. Voditelji zajednice rješavaju logistiku izložbe i uključivanje zajednice.	znanost/biologiju, voditelj zajednice
5. Dizajn prototipa i pripovijedanje	Grupe skicaju, dizajniraju ili izrađuju male prototipove svoje fotografije na solarni pogon. Pripremaju priču ili moodboard iza svog projekta kako bi ga predstavile razredu.	Eksperimentalni fotograf, stručnjaci za znanost/biologiju, voditelj zajednice
6. Prezentacije i simulacija povratnih informacija zajednice	Svaka grupa predstavlja svoj umjetnički solarni projekt, ističući inovativnost, održivost i utjecaj na zajednicu. Razred simulira sastanak zajednice, dajući povratne informacije i postavljajući pitanja.	Eksperimentalni fotograf, stručnjaci za znanost/biologiju (izlagači) i voditelji zajednice (povratne informacije zajednice)
7. Procjena i usavršavanje	Grupe razmatraju povratne informacije i ocjenjuju učinkovitost svojih projekata. Usavršavaju svoje dizajne na temelju kritika kolega i simulirane rasprave u zajednici.	Sve uloge (ocjenjivači i usavršivači)
8. Završna izložba i akcijski plan	Svaka grupa predstavlja svoje usavršene solarne umjetničke radove. Razred glasa za najzanimljiviji i najutjecajniji projekt, a grupe razvijaju akcijski plan za provedbu u stvarnom svijetu.	Sve uloge (kao glasači i donositelji odluka)

Ovaj element igranja uloga pruža jedinstven i zanimljiv način da učenici shvate potencijal solarne energije, istovremeno potičući umjetničko izražavanje. Kroz suradnju i kreativnost, učenici će steći uvid u to kako znanost i umjetnost mogu djelovati zajedno u promicanju održivosti.

Zaključak

Umjetnost i solarna energija spajaju se kako bi stvorile jedinstvena iskustva, pretvarajući sunčevu svjetlost u pokret, boju i snažne poruke. Osim što je izvor inspiracije, solarna umjetnost pokazuje kako se tehnologija može koristiti na inovativne i održive načine, promičući zeleniju i svjesniju budućnost.



Poglavlje 1.4: Istraživanje solarne energije kroz matematiku

Pregled

Matematika pruža ključni okvir za razumijevanje, projektiranje i optimizaciju tehnologija i sustava solarne energije. To, zauzvrat, potiče rast solarne industrije, što dovodi do značajnih pozitivnih gospodarskih učinaka kroz otvaranje radnih mjesta, ulaganja i smanjenje troškova energije. Gospodarska održivost projekata solarne energije također uvelike ovisi o matematičkom modeliranju za financijsko predviđanje, procjenu rizika i izračune povrata ulaganja.

Zaključno, matematika je temelj napretka i primjene solarne energije koja, kao čist i održiv izvor energije, donosi značajne gospodarske koristi, doprinoseći prosperitetnijoj i ekološki odgovornijoj budućnosti.

Istraživanjem matematičkih koncepata, ovo poglavlje pružilo bi sveobuhvatan uvid u to kako matematika igra ključnu ulogu u razvoju i primjeni rješenja za solarnu energiju.

1.4.1: Solarna energija – kratak znanstveni pregled koncepata

Ključni pojmovi:

- *Solarni sustav*
- *Solarna energija*
- *Solarno zračenje - Sunce kao izvor*

1.4.1.1: Što znate o Suncu?

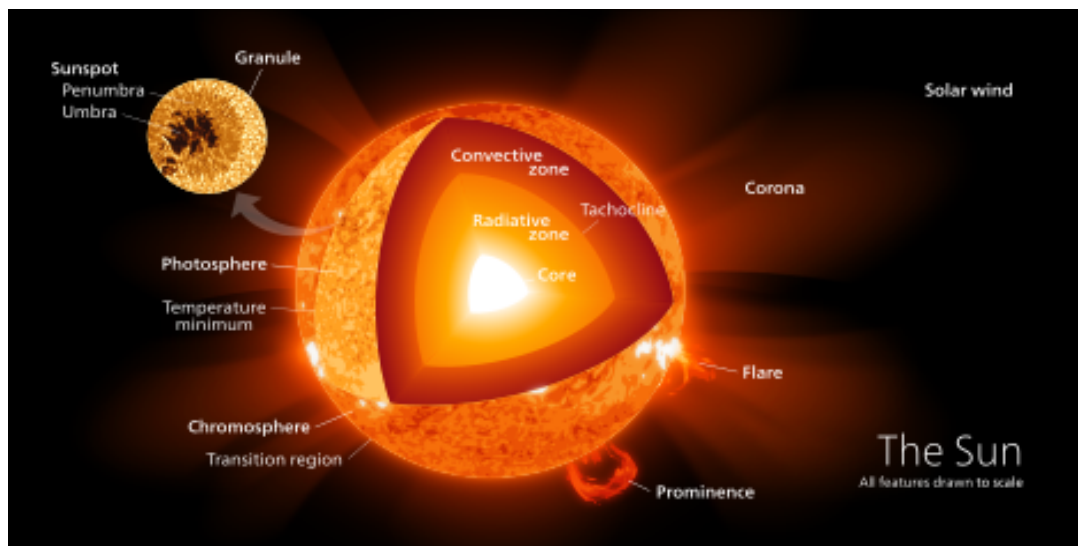
Sunce je zvijezda u središtu Sunčeva sustava. To je gotovo savršena kugla vruće plazme, držana zajedno gravitacijom i oblikovana magnetskim poljem. To je daleko najvažniji izvor energije za život na Zemlji.

Njegov promjer iznosi približno 1,39 milijuna kilometara (ili 109 puta više od Zemljinog), a njegova masa je približno 330 000 puta veća od Zemljine. Čini otprilike 99,86 % ukupne mase Sunčevog sustava. Otprilike tri četvrtine mase Sunca čini vodik (73 %), a ostatak uglavnom helij (25 %), uz znatno manje količine težih elemenata, uključujući kisik, ugljik, neon i željezo.¹

¹ <https://norwegianhydrogen.com/green-hydrogen/facts-about-hydrogen>

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

Trenutno Sunce svakog sekunde fuzionira otprilike 600 milijuna tona vodika u helij, pretvarajući 4 milijuna tona materije u energiju.¹ Ta energija, kojoj je potrebno između 10.000 i 170.000 godina da napusti jezgru, izvor je Sunčeve svjetlosti i topline.²



Sunce emitira otprilike $3,8 \times 10^{26}$ W energije, što odgovara otprilike 9×10^{10} megatona TNT-a u sekundi.

1.4.1.2: Što znate o Sunčevom sustavu?

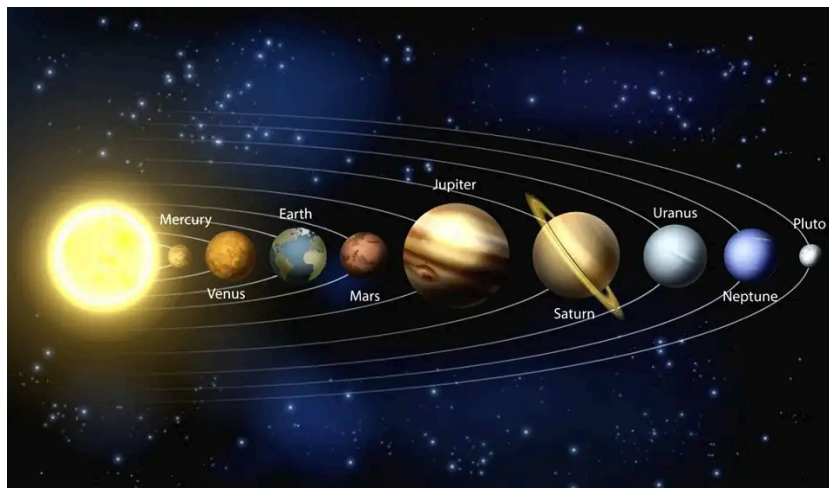
Sunčev sustav sastoji se od Sunca zajedno sa svojim planetarnim sustavom (koji uključuje osam planeta i njihove prirodne satelite) i drugih nevezdanih objekata.¹ Formirao se prije 4,6 milijardi godina uslijed gravitacijskog kolapsa divovskog molekularnog oblaka. Najmasivniji objekt je središnja zvijezda – Sunce, a drugi najmasivniji objekt je planet Jupiter. Četiri male unutarnje planete, Merkur, Venera, Zemlja i Mars, nazvane Zemljinim planetama, uglavnom su sastavljene od kamena i metala

Četiri vanjske planete, nazvane plinovi divovi, mnogo su masivnije od kopnenih. Dvije najveće planete, Jupiter i Saturn, uglavnom su sastavljene od vodika i helija; dvije udaljenije planete, Uran i Neptun, u velikoj su mjeri sastavljene od tvari s relativno visokom temperaturom topljenja (u usporedbi s vodikom i helijem), nazvanih leđovi, poput vode, amonijaka i metana.

² <https://www2.nau.edu/~gaud/bio301/content/sun/sun.htm>

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

Nazivaju se "ledeni divovi" (pojam različit od "plinski div"). Sve planete imaju gotovo kružne orbite raspoređene u gotovo ravan disk koji se naziva ravnina ekliptike³.



1.4.1.3: Što znate o planetu Zemlji?

Zemlja je treća planeta od Sunca i najveća je od kopnenih planeta Sunčeva sustava po masi i promjeru.⁴ Jedino je nebesko tijelo za koje se zna da je dom života. Približno 29,2 % površine Zemlje čine kopnene površine, koje se sastoje od kontinenata i otoka.⁵ Preostalih 70,8 % prekriveno je vodom, uglavnom oceanima, morima, zaljevima i drugim slanim vodama, ali i jezerima, rijekama i drugim slatkovodnim tijelima, koja zajedno čine hidrosferu.⁶

Veliki dio polarnog područja Zemlje prekriven je ledom. Vanjski sloj Zemlje podijeljen je na nekoliko krutih tektonskih ploča koje se premještaju po površini tijekom milijuna godina.⁷ Unutrašnjost Zemlje ostaje aktivna s čvrstom željeznom unutarnjom jezgrom, tekućom vanjskom jezgrom koja stvara Zemljino magnetsko polje i konvektivnim pljemantom koji pokreće tektonske ploče.⁸

³ <http://www.flyhighineurope.co.uk/category/romania+space/>

⁴ <https://www.ucl.ac.uk/culture-online/case-studies/2022/apr/why-earth-third-planet-shouldnt-it-be-first>

⁵ <https://en.wikipedia.org/wiki/Earth>

⁶ <https://eduindex.org/2021/07/03/the-third-planet-and-its-facts/>

⁷ <https://www.earth.com/image/an-astronauts-view-of-the-earth/>

⁸ <https://www.earth.com/image/an-astronauts-view-of-the-earth/>

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



Prosječan promjer	6,371 km
Masa	$6 \times 10^{24} \text{ kg}$
Prosječna gustoća	5,5 g/cm ³
Gravitacija	9,8 m/s ²
Obrt	40075 km
Period rotacije	23h 56m 4s
Aphelion (najveća udaljenost od Sunca)	152100000 km
Perihelij (najmanja udaljenost od Sunca)	147095000 km
Velika poluos (prosječna udaljenost od Sunca)	149600000 km
Orbitalni period	365,25 cilja

1.4.2. Utjecaj uporabe solarne energije na gospodarstvo (industrija, poljoprivredu, šumarstvo)

Ključni pojmovi:

- *Solarna energija*
- *Održivost*
- *Makroekonomski utjecaj solarne energije*
- *Ekonomija okoliša*

Imperativ globalne tranzicije prema održivom razvoju stavio je obnovljive izvore energije u središte političkih i tehnoloških inovacija. Među njima, solarna energija se istaknula kao posebno obećavajući i brzo rastući resurs. Njezina urođena obilnost i padajući troškovi čine je ključnim elementom u ublažavanju štetnih učinaka klimatskih promjena, koje su prvenstveno potaknute izgaranjem fosilnih goriva. Ovo poglavlje istražuje teorijske osnove gospodarskih utjecaja povezanih s širokom primjenom solarne energije. Istražit ćemo potencijalne posljedice u različitim sektorima, uključujući industriju, poljoprivredu i šumarstvo, ističući i prilike za gospodarski rast i izazove koji se mogu pojaviti tijekom ove energetske tranzicije. Istraživanjem teorijskih veza između primjene solarne energije i gospodarske aktivnosti, ovaj se poglavlje nastoji pružiti temeljno razumijevanje za naknadne empirijske analize i razmatranja o politici.

1.4.2.1: Teorijski okvir:

- Ekonomija resursa:

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

Solarna energija, kao gotovo neiscrpan resurs, temeljno dovodi u pitanje tradicionalne ekonomske modele izgrađene na konačnoj prirodi fosilnih goriva. Konvencionalna ekonomija resursa bavi se pojmovima poput iscrpljivanja resursa i rezultirajućih renta od oskudice – rastuće ekonomske vrijednosti koja proizlazi iz sve manjeg opskrbe. Prelazak na solarnu energiju nameće preispitivanje tih paradigma, s naglaskom na učinkovitu iskorištenost kontinuiranog protoka energije. Ova tranzicija prema gospodarstvu temeljenom na obnovljivim resursima ima implikacije na investicijske strategije, razvoj infrastrukture i dugoročnu gospodarsku održivost, odmaknuvši se od svojstvenih ograničenja i volatilnosti cijena povezanih s iscrpljivim resursima.



Solarna energija nasuprot tradicionalnim izvorima energije

- Solarna energija je široko dostupna diljem svijeta. S druge strane, tradicionalni izvori energije poput ugljena, nafte i prirodnog plina koncentrirani su u određenim područjima. To znači da se ti resursi moraju izvući iz tih područja i transportirati na druga mjesta radi uporabe, što uključuje dodatne troškove.
- Solarna energija je obnovljivi izvor energije koji dolazi od sunca, neograničenog resursa. S druge strane, ugljen, nafta i prirodni plin – tradicionalni izvori energije – su neobnovljivi i ograničeni, što znači da će ti resursi jednog dana biti iscrpljeni.
- Proizvodnja solarne energije ne stvara stakleničke plinove niti zagađivače zraka tijekom uporabe, za razliku od konvencionalnih izvora koji doprinose klimatskim promjenama zagađujući okoliš (zrak, vodu i atmosferu).
- Solarna energija postaje sve jeftinija zbog stalnog smanjenja cijena, no cijena konvencionalnih izvora energije, posebice fosilnih goriva, ovisi o mnogim čimbenicima, kao što su geopolitički događaji, troškovi vađenja i troškovi prijevoza.

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



- Solarni paneli imaju dug vijek trajanja uz malo održavanja (otprilike 25 do 30 godina). Elektrane i druga tradicionalna energetska infrastruktura, poput postrojenja za vađenje, često zahtijevaju stalno održavanje, popravke i zamjenu.

<https://intersolarsystems.com/solar-power-vs-traditional-energy-sources-a-comparison>

- Ekonomija okoliša:

Tradicionalni izvori energije često stvaraju značajne negativne eksternalije, poput onečišćenja zraka i vode te emisija stakleničkih plinova, koje se u potpunosti ne odražavaju u njihovim tržišnim cijenama. Ekonomija okoliša pruža okvir za analizu tih vanjskih troškova i osmišljavanje mehanizama za njihovu internalizaciju. Solarna energija nudi put za značajno smanjenje tih vanjskih učinaka. Politike poput cijene ugljika (npr. porezi na ugljik, sustavi ograničenja i trgovanja emisijama) mogu učiniti onečišćujuće izvore energije skupljima, čime se povećava ekonomska konkurentnost čistijih alternativa poput solarne energije. Zelene subvencije i poticaji mogu dodatno ubrzati usvajanje solarne energije, odražavajući njezine ekološke prednosti. Ekonomske prednosti smanjenog onečišćenja uključuju niže troškove zdravstvene skrbi, poboljšane poljoprivredne prinose i cjelokupno zdravije okruženje.

- Inovacije i tehnološke promjene:

Sve veća primjena solarne energije djeluje kao snažan katalizator inovacija u raznim sektorima. Ona potiče istraživanje i razvoj u područjima kao što su fotonaponska tehnologija, rješenja za pohranu energije (baterije, toplinska pohrana), pametne mreže i sustavi za upravljanje energijom. Ova inovacija dovodi do novih tehnologija, poboljšane učinkovitosti i nižih troškova za primjenu solarne energije. Koncept krivulja učenja sugerira da kako se povećavaju količine proizvodnje i primjene, troškovi imaju tendenciju opadanja zbog tehnološkog napretka i ekonomije obujma. Nadalje, rast solarne industrije potiče pojavu novih poslovnih modela, kao što su najam solarnih sustava, ugovori o otkupu električne energije i decentralizirani energetske sustavi, stvarajući nove prilike za poduzetništvo i otvaranje radnih mjesta u proizvodnji, instalaciji, održavanju i povezanim uslugama. Širenje ovih tehnologija i poslovnih modela može imati široke gospodarske koristi.



Solarni kolektori za pripremu tople vode u hotelu na Mallorci.



Solarni kolektori za zagrijavanje vode u bazenu.

Fotovoltaički solarni panel, za razliku od solarnog termalnog panela, pretvara energiju svjetla iz sunčevih zraka izravno u električnu energiju. Glavne komponente fotovoltaičkog solarnog panela su solarne ćelije.



Postoji niz **primjena** koje koriste električnu energiju proizvedenu solarnim ćelijama, od uobičajenih kućanskih aparata do svemirske tehnologije. Satovi koje proizvodi japanska tvrtka Citizen opremljeni su solarnom ćelijom integriranom u brojčanik koja puni litij-ionsku bateriju s autonomijom od 150 do 240 dana i koja, nakon 20 godina rada, pokazuje maksimalno smanjenje kapaciteta od 20 %.



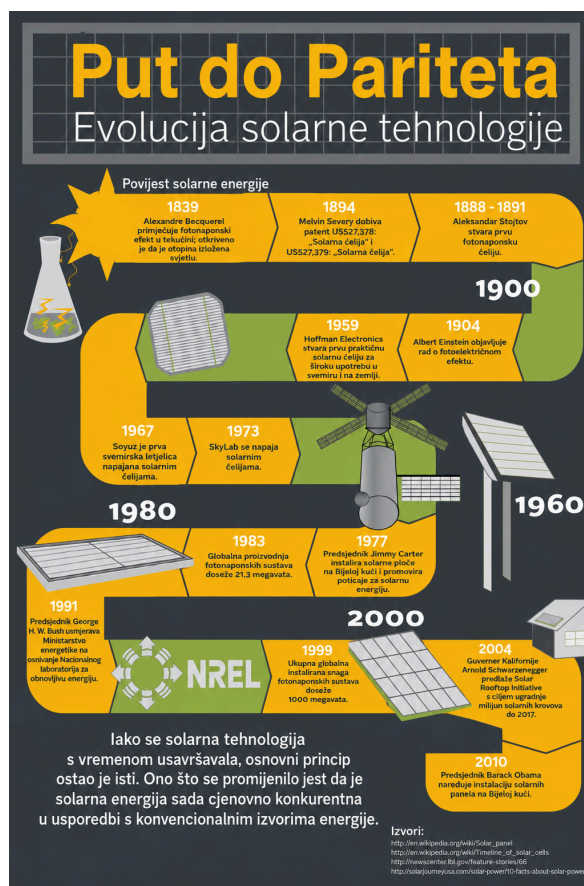
Džepna kalkulatorima može napajati dvostruko – baterijom i solarnom ćelijom, ili jednostavno samo solarnim ćelijama, u kojem slučaju je za rad potrebna relativno jaka osvjetljenost.



Automatske parkirne naplatne jedinice spadaju u samostalno napajane sustave, imaju modul sa solarnim ćelijama i bateriju za osiguranje neprekidne opskrbe električnom energijom

● Makroekonomski utjecaji:

Prelazak na gospodarstvo na solarni pogon ima znatno šire makroekonomske implikacije. Povećana ulaganja u infrastrukturu i proizvodnju solarne energije mogu doprinijeti rastu BDP-a. Strateške vladine politike, kao što su porezni poticaji, povlaštene otkupne cijene i obveze korištenja obnovljive energije, igraju ključnu ulogu u poticanju tih ulaganja. Utjecaj na inflaciju može biti složen, pri čemu početna ulaganja mogu dovesti do pritiska na cijene, no dugoročni, stabilni troškovi solarne energije mogu osigurati stabilnost cijena energije. Za zemlje ovisne o uvozu fosilnih goriva, domaća proizvodnja solarne energije može poboljšati trgovinski bilancu i povećati energetske sigurnost, smanjujući ranjivost na međunarodne fluktuacije cijena i geopolitičke rizike. Nadalje, razvoj snažne domaće solarne industrije može stvoriti izvozne prilike, dodatno potičući gospodarski rast.



1.4.2.2: Utjecaji specifični za sektor:

- Industrija:

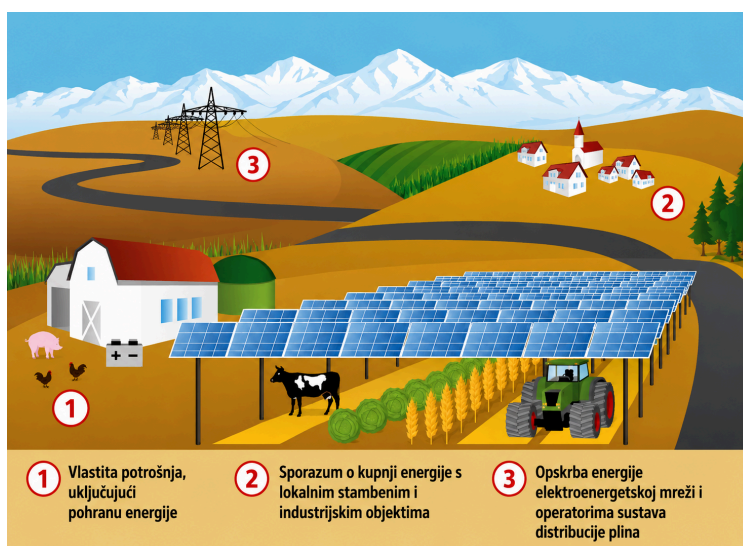
Solarna energija nudi značajan potencijal za preoblikovanje industrijskog sektora. Izravnim napajanjem industrijskih procesa ili priključivanjem na lokalne mreže solarne instalacije mogu znatno smanjiti troškove energije, što je glavni operativni trošak za mnoge industrije. To smanjenje troškova može poboljšati konkurentnost poduzeća, kako na domaćem tako i na međunarodnom tržištu. Nadalje, rast same solarne industrije potiče razvoj novih "zelenih" industrija, kao što su proizvodnja solarnih panela, invertara, baterija i drugih rješenja za pohranu energije, stvarajući nove lance vrijednosti i gospodarske prilike. Decentralizirana proizvodnja energije putem solarnih sustava na lokaciji također može utjecati na odluke o industrijskoj lokaciji, potencijalno smanjujući ovisnost o centraliziranoj energetskej infrastrukturi i utječući na logistiku opskrbnog lanca.

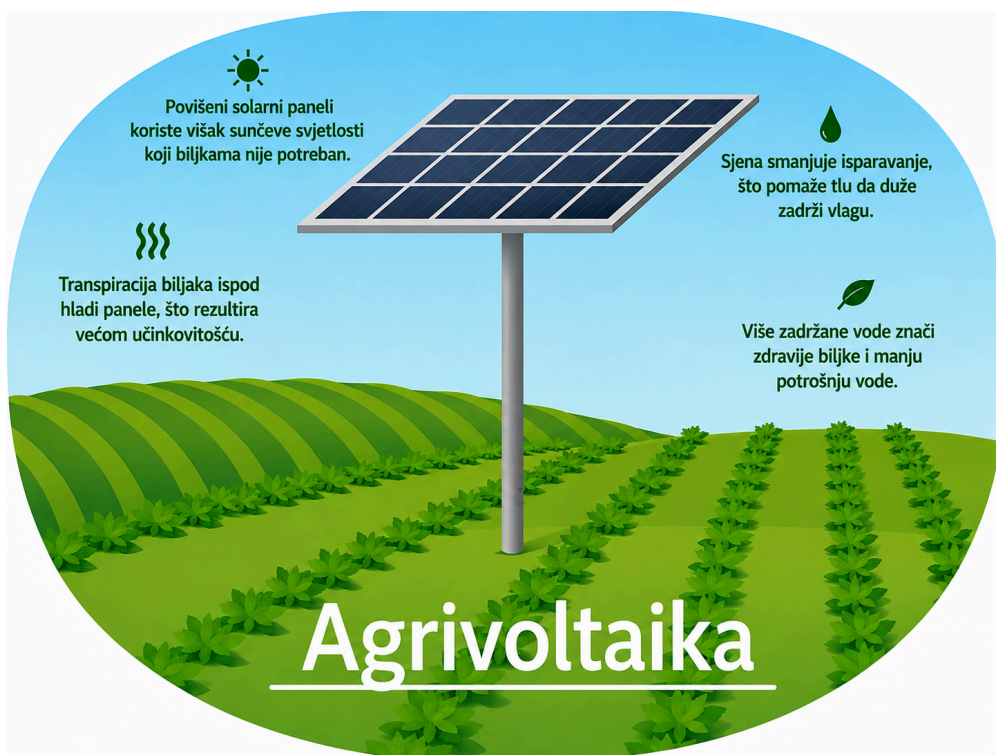


Solarna elektrana u Quierschiedu, predgrađu Göttelborna u Njemačkoj, izgrađena na površini od 165.000 četvornih metara 2004./2005. godine, proizvodi 7,4 MW električne energije pomoću solarnih panela.

- Poljoprivreda:

Solarna energija nudi brojne primjene za suvremenu poljoprivredu. Može napajati sustave za navodnjavanje, smanjujući ovisnost o dizelskim pumpama i smanjujući operativne troškove. Solarna energija također je idealna za napajanje sustava za kontrolu klime u staklenicima, produžujući razdoblja rasta i poboljšavajući prinose. Osim toga, solarna energija može se koristiti za pogon razne poljoprivredne opreme i za opskrbu električnom energijom za preradu i skladištenje na farmi. Smanjenjem ovisnosti o fosilnim gorivima, solarna energija doprinosi održivijim poljoprivrednim praksama, smanjuje emisije ugljika i može poboljšati sigurnost hrane, osobito u regijama s ograničenim pristupom pouzdanoj električnoj energiji iz mreže. Štoviše, može potaknuti gospodarski razvoj u ruralnim područjima stvaranjem novih prilika i smanjenjem troškova energije za poljoprivrednike.





- Šumarstvo:

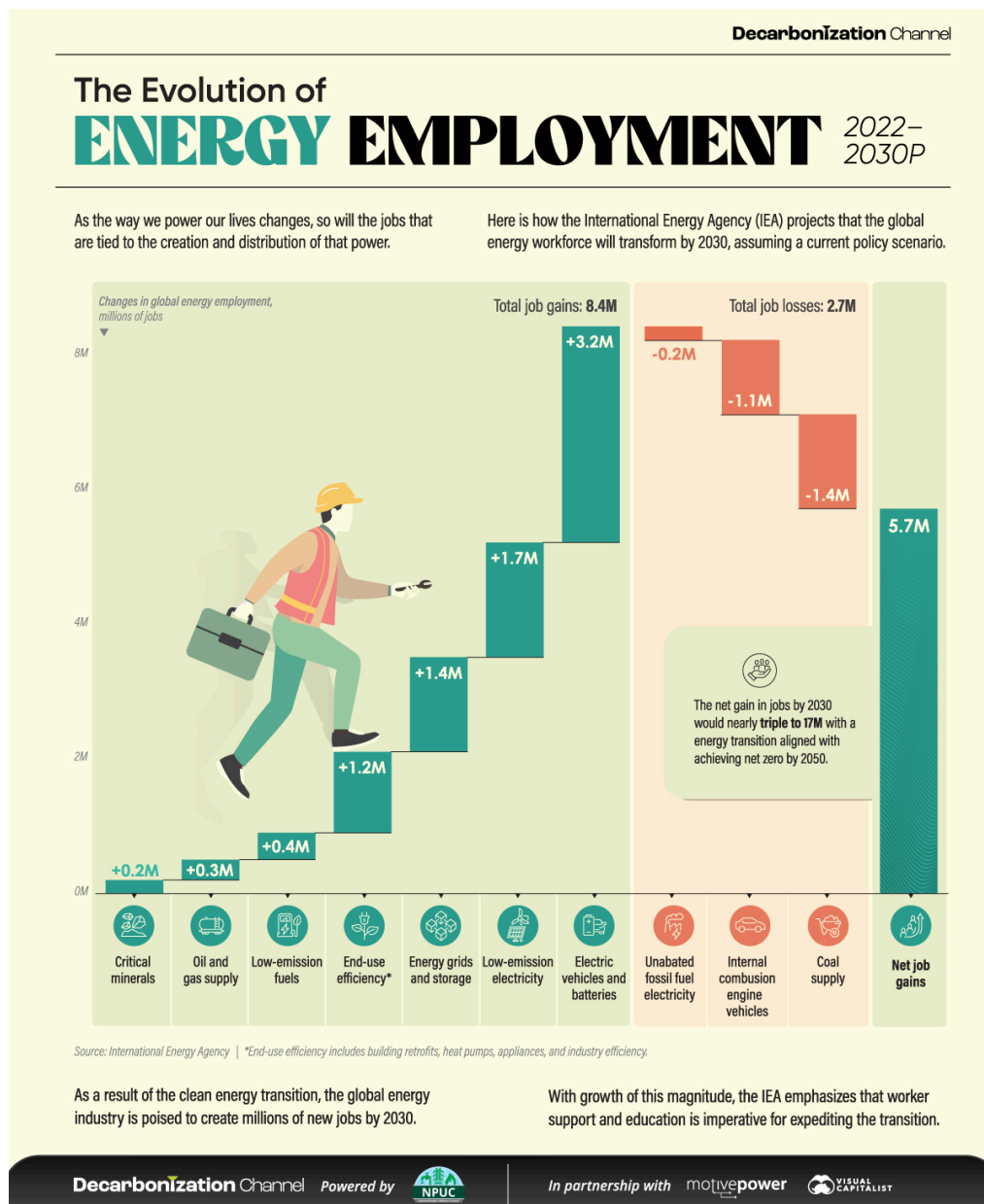
Šumarski sektor također može imati koristi od primjene solarne energije. Solarna energija može se koristiti za pogon strojeva za sječu i preradu drva, osobito u udaljenim ili odvojenim lokacijama, čime se smanjuje potreba za dizelskim gorivom i povezanim troškovima i emisijama. Nadalje, senzori i komunikacijski sustavi na solarni pogon mogu olakšati daljinski nadzor i upravljanje šumama, poboljšavajući učinkovitost i napore u smislu održivosti. Smanjenjem ugljičnog otiska šumarskih operacija i promicanjem održivih praksi gospodarenja šumama, solarna energija može doprinijeti ekološki odgovornijem i ekonomski isplativijem šumarskom sektoru.



1.4.2.3: Tematske cjeline:

- **Stvaranje radnih mjesta i tržišta rada:**

Proširenje sektora solarne energije ima značajne implikacije na otvaranje radnih mjesta i tržišta rada. Novi poslovi nastaju duž lanca vrijednosti, uključujući proizvodnju solarnih komponenti, instalaciju sustava, održavanje i popravak, razvoj projekata i istraživanje. Međutim, ova tranzicija može dovesti i do gubitka radnih mjesta u tradicionalnim industrijama fosilnih goriva. Kako bi se osigurala glatka i pravedna tranzicija, ključno je ulagati u obrazovne i osposobljavajuće programe koji radnike opremaju vještinama potrebnim za sektor solarne energije i povezane zelene industrije. To uključuje tehničke vještine, inženjersku stručnost i znanje o tehnologijama obnovljive energije.



<https://decarbonization.visualcapitalist.com/visualized-the-evolution-of-energy-employment-2022-2030p/>

- Investicije i financiranje:

Široka primjena solarne energije zahtijeva značajna ulaganja u proizvodne pogone, infrastrukturu te istraživanje i razvoj. I javni i privatni financijski mehanizmi igraju ključnu ulogu u mobilizaciji tih ulaganja. Vladine poticaje, kao što su porezni olakšici, subvencije i neto tarife (garantirane isplate za solarnu električnu energiju predanu u mrežu), mogu smanjiti financijski rizik i poboljšati ekonomsku održivost solarnih projekata, privlačeći privatni kapital. Tržišta ugljika, postavljanjem cijene na emisije ugljika, mogu dodatno potaknuti ulaganja u nisko-ugljične tehnologije poput solarne energije. Dostupnost i troškovi financiranja ključni su čimbenici brzine i opsega usvajanja solarne energije.



Fotovoltaične elektrane na novom logističkom centru i trgovinama Dedeman u Bacău, Rumunjska

- Pristup energiji i jednakost:

Solarna energija nudi jedinstvenu priliku za poboljšanje pristupa energiji u udaljenim i nedovoljno opskrbljenim područjima koja nisu priključena na tradicionalne električne mreže. Samostalni solarni sustavi i mini-mreže mogu osigurati čistu i pouzdanu električnu energiju za kućanstva, poduzeća i ključne usluge poput zdravstva i obrazovanja, potičući gospodarski razvoj i smanjujući energetska siromaština. Osiguravanje ravnopravnog pristupa tehnologijama solarne energije i povezanim prednostima ključno je za poticanje socijalne uključenosti i pravedne

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

energetske tranzicije. To uključuje rješavanje prepreka u pogledu cjenovne pristupačnosti i prilagođavanje rješenja specifičnim potrebama različitih zajednica.



Stanica za punjenje električnih vozila napajana solarnim panelima

1.4.2.4: Izazovi i prilike:

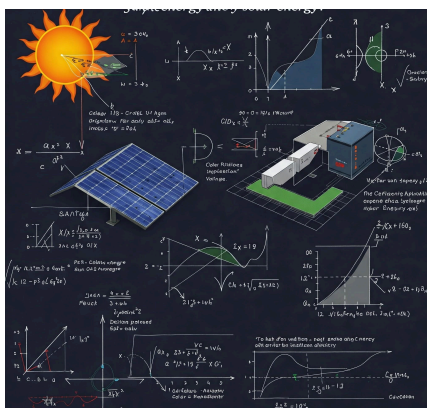
Iako solarna energija nudi brojne prednosti, njezina primjena u velikim razmjerima također predstavlja određene izazove. Nestalnost, varijabilnost solarne energije zbog vremenskih uvjeta i ciklusa dan-noć, zahtijeva rješenja poput pohrane energije (baterije, pumpirana hidroenergija) i tehnologija pametnih mreža kako bi se osiguralo pouzdano opskrbljivanje električnom energijom. Razmatranja o korištenju zemljišta za velike solarne farme zahtijevaju pažljivo planiranje kako bi se minimizirali utjecaji na okoliš i društvo. Integracija distribuirane solarne proizvodnje u postojeće elektroenergetske mreže također može predstavljati tehničke i regulatorne izazove. Međutim, ti izazovi također predstavljaju značajne prilike za tehnološki napredak u pohrani energije, upravljanju mrežom i prognoziranju. Inovacije u politici, uključujući poticajne propise, napore za modernizaciju mreže i pojednostavljene postupke ishoda dozvola, ključne su za prevladavanje tih prepreka. Međunarodna suradnja može olakšati razmjenu najboljih praksi, prijenos tehnologije i financijsku potporu za globalnu primjenu solarne energije.

Zaključno, ovo teorijsko istraživanje naglašava dubok i višestruk utjecaj usvajanja solarne energije na gospodarstvo. Od temeljitog preoblikovanja ekonomije resursa, udaljavanja od konačnih goriva, preko internalizacije troškova zaštite okoliša do poticanja tehnoloških

inovacija, solarna energija predstavlja uvjerljiv put prema održivijoj gospodarskoj paradigmi. Njezine prednosti specifične za pojedine sektore, koje sežu od smanjenja industrijskih troškova i poboljšanja održivosti poljoprivrede do zelenijeg šumarskog sektora, ističu njezinu svestranost. Nadalje, potencijal za otvaranje radnih mjesta, dinamika ulaganja i financiranja te ključna uloga u proširenju pristupa energiji i promicanju jednakosti učvršćuju solarnu energiju kao ključni pokretač pozitivnih gospodarskih promjena.

Međutim, za ostvarenje punog potencijala gospodarstva na solarni pogon potrebni su kontinuirani naponi i istraživanja. Buduća istraživanja mogla bi dublje istražiti složenost integracije u mrežu pri visokoj penetraciji varijabilne obnovljive energije, dugoročnu ekonomsku održivost različitih rješenja za pohranu energije i makroekonomsko modeliranje potpuno dekarboniziranog energetske sustava. Također su potrebna daljnja istraživanja kako bi se razumjeli društveni i ekonomski utjecaji energetske tranzicije na različite zajednice i kako bi se razvile učinkovite strategije za osiguravanje pravedne i uravnotežene tranzicije. Istraživanje optimalnih kombinacija politika, uključujući mehanizme određivanja cijene ugljika, ciljane subvencije i regulatorne okvire, bit će ključno za ubrzanje primjene solarne energije i maksimiziranje njezinih gospodarskih koristi. U konačnici, ovdje predstavljeni teorijski uvidi, u kombinaciji s kontinuiranim istraživanjima i strateškom provedbom, potvrđuju značajan potencijal solarne energije da doprinese budućnosti koja je istovremeno ekološki održiva i gospodarski prosperitetna.

1.4.3: Praktična primjena matematike u solarnim energijama



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



Pristup temi "Istraživanje solarne energije kroz matematiku" omogućuje nastavnicima da kreativno kombiniraju *metode i pedagoške strategije* koje potiču kritičko razmišljanje, kreativnost i suradnju učenika:

1. Učenje temeljeno na projektima (PBL):

•Praktični projekti:

- Mogu analizirati vremenske podatke kako bi odredili učinkovitost solarnih panela u različitim razdobljima godine.
- Mogu izvršiti izračune kako bi odredili troškove i koristi postavljanja solarnih panela na kući ili u školi.

•Istraživanja:

- Učenici mogu istražiti kako se kut Sunca mijenja tijekom dana i godine, koristeći trigonometriju.
- Mogu istražiti odnos između površine solarnih panela i količine proizvedene energije, koristeći proporcije.

2. Suradničko učenje:

•Timski rad:

- Učenici mogu raditi u grupama na rješavanju složenih problema vezanih uz solarnu energiju i matematiku.
- Mogu surađivati na izradi prezentacija ili izvještaja o svojim projektima.

•Diskusije i debate:

- Učenici mogu raspravljati o prednostima i nedostacima solarne energije, koristeći matematičke i znanstvene argumente.
- Mogu raspravljati o energetske politikama i njihovom utjecaju na okoliš.

3. Učenje otkrivanjem:

•Eksperimenti:

- Učenici mogu provoditi jednostavne eksperimente kako bi pokazali kako solarna energija funkcionira, poput zagrijavanja vode sunčevom svjetlošću.
- Mogu koristiti senzore i mjerna pomagala za prikupljanje podataka o solarnoj energiji.

•Simulacije:

- Učenici mogu koristiti simulacijski softver za modeliranje sustava solarne energije i analizu njihovih performansi.
- Mogu istražiti različite scenarije i vidjeti kako se rezultati mijenjaju.

4. Integracija tehnologije:

•Primjene i softver:

- Korištenje mobilnih aplikacija ili obrazovnog softvera za vizualizaciju podataka o solarnoj energiji i izvođenje matematičkih izračuna.



- Korištenje internetskih alata za pristup vremenskim podacima i informacijama o solarnim panelima.
- Proširena stvarnost (AR) i virtualna stvarnost (VR):
- Korištenje AR/VR aplikacija za vizualizaciju 3D modela solarnih energetske sustava i istraživanje njihovog rada.

5. Procjena:

● Formativno vrednovanje:

- Promatranje učenika tijekom grupnih aktivnosti i eksperimenata.
- Procjena studentskih izvještaja i prezentacija.

● Sumativna procjena:

- Testovi i kvizovi za procjenu razumijevanja matematičkih i znanstvenih koncepata.
- Završni projekti koji pokazuju sposobnost studenata da primijene stečeno znanje.

Prijedlozi konkretnih primjera aktivnosti:

- Izračunavanje kuta upada solarnih zraka na solarni panel, ovisno o lokaciji i vremenu.
- Određivanje učinkovitosti solarne ploče mjerenjem proizvedene električne energije i primljene solarne energije.
- Izračunavanje ušteda ostvarenih ugradnjom solarnih panela.
- Izrada matematičkih modela za predviđanje proizvodnje solarne energije u različitim vremenskim uvjetima.

Primjenom ovih strategija, nastavnici mogu stvoriti zanimljivo i relevantno iskustvo učenja za učenike, koje će razviti njihove matematičke i znanstvene vještine, kao i svijest o važnosti solarne energije.

Jedinice za igru uloga

❖ Pedagoška strategija 1: Učenje temeljeno na projektu (PBL) i integracija tehnologije:

● Praktični projekti kao timski rad koristeći aplikacije i softver

Cilj: Korištenje kolaborativnog učenja za izradu timskog projekta u obliku e-knjige o temama vezanim uz primjene solarne energije

Ciljevi:

- Razviti sposobnost pretraživanja informacija i znanstvenih podataka o solarnim panelima, električnoj energiji proizvedenoj u solarnim ćelijama i njihovim različitim primjenama te o prednostima i nedostacima njihove upotrebe.
- Stvoriti e-knjigu koja integrira tehnologiju.
- Za vježbanje vještina timskog rada



Zadaci: Učenici će izraditi tri e-knjige koristeći jednu od navedenih aplikacija poput Book Creator, Google Docs, Canva, FlipBuilder itd. kao timske projekte. Učenici su podijeljeni u tri grupe i provest će projekte o solarnoj energiji.

Teme projekata su:

- 1. Solarni paneli
- 2. Primjene koje koriste električnu energiju proizvedenu solarnim ćelijama
- 3. Prednosti i nedostaci korištenja solarnih panela

Svaki tim predstaviti će svoj projekt e-knjiga i ocijeniti vlastiti projekt (autoevaluacija) i projekte drugih timova.

Očekivani ishodi:

- odabrati relevantne informacije i znanstvene podatke
- integrirati digitalnu tehnologiju i internetske resurse
- izraditi inovativne i kreativne e-knjige o traženim temama
- vježbanje javnog nastupa, komunikacijskih vještina i usmene prezentacije

❖ **Pedagoška strategija 2: Rješavanje matematičkih problema (za učenike od 10 do 14 godina)**

Problem br. 1: Koliko fotonaponskih panela treba kućanstvo koje godišnje troši 2700 kWh, ako je snaga svakog panela 300 W, a proizvodni omjer je 1,5?

Rješenje: Broj panela = veličina sustava / omjer proizvodnje / snaga panela = $2700 / 1,5 / 300 = 6$ panela od 300 W.

Zadatak br. 2: Kolika je snaga panela u stambenom objektu s 10 solarnih panela i sljedećim aparatima: sustav centralnog grijanja (800 kWh/godišnje), električni štednjak (450 kWh/godišnje), hladnjak (350 kWh/godišnje), klima-uređaj (1000 kWh/godišnje), sušilica za rublje (300 kWh/godišnje), perilica posuđa (250 kWh/godišnje) i perilica rublja (350 kWh/godišnje)?

Rješenje: Snaga panela = Ukupna potrošnja energije / broj panela = $(800 + 450 + 350 + 1000 + 300 + 250 + 350) / 10 = 3500 / 10 = 350$ W.

Godišnja potrošnja električne energije je količina energije koju potrošite u kućanstvu tijekom cijele godine.

Snaga panela je proizvodnja električne energije u idealnim uvjetima.

Omjer proizvodnje solarnog panela je omjer između procijenjene proizvodnje energije sustava tijekom vremena (u kWh) i stvarne snage sustava (u vatima).



❖ **Pedagoška strategija 3: Solarna energija – ključan resurs za poljoprivredu:
"Agrivoltaika u odnosu na lucerku" – studija slučaja i matematičke primjene**

Lucerka se uzgaja u brojnim zemljama, što naglašava njezinu važnost u poljoprivredi.

U suštini, lucerka je vitalna biljka koja igra značajnu ulogu u poljoprivredi, osobito u osiguravanju hranjivog stočnog hrane.

Dakle, ovo je biljka od iznimne važnosti u prehrani preživara (govedo, ovce, koze) i zauzima 45 % površine posvećene krmnim kulturama zasejanim na obradivim površinama u našoj zemlji. Prosječnom godišnjom proizvodnjom od 18 tona zelene mase po hektaru lucerka zadovoljava 20 % ukupne potrebe za vlaknastom krmom za otprilike 2,2 milijuna stajskih jedinica (SJ).

Stočna jedinica (LU) predstavlja gustoću nasada ili broj životinja po hektaru pašnjaka.

Agrivoltaika, također poznata kao agro-fotovoltaika, agrisolar ili solarna energija dvostruke namjene, u suštini je praksa korištenja istog zemljišta za proizvodnju solarne fotonaponske (PV) energije i poljoprivredu. Ovaj inovativni pristup ima za cilj stvoriti sinergijski odnos između proizvodnje obnovljive energije i proizvodnje hrane.

Kada se proučava agrivoltaika u odnosu na lucerku⁹, istraživanja ukazuju na obećavajuću sinergiju. Sažet pregled studije slučaja mogao bi istaknuti ključne koncepte:

Ključni koncepti:

● **Povećana biomasa:**

- o Istraživanja su pokazala da biomasa lucerke zapravo može porasti pod sjenom agrivoltaičnih sustava. U nekim slučajevima zabilježen je prosječan porast biomase od oko 10 %. To je kontraintuitivno, ali smatra se da je to zbog smanjenja evapotranspiracije.

● **Učinkovitost korištenja vode:**

- o Jedna od glavnih uočenih prednosti je poboljšana učinkovitost korištenja vode lucerke. Solarni paneli stvaraju mikroklimu koja smanjuje gubitak vode isparavanjem, što je posebno važno za lucerku, koja je osjetljiva na manjak vode.

● **Učinkovitost korištenja zemljišta:**

- o Kombinirana proizvodnja solarne energije i lucerke rezultira značajnim povećanjem ukupne učinkovitosti korištenja zemljišta. To znači da se s iste površine zemljišta stvara veća vrijednost.

● **Optimizacija:**

⁹https://www.researchgate.net/publication/365291926_Increasing_land_productivity_with_agriphotovoltaics_Application_to_an_alfalfa_field



- o Trenutno se provode istraživanja s ciljem optimizacije dizajna agrivoltaičkih sustava za lucerku. To uključuje određivanje idealne visine, razmaka i orijentacije solarnih panela kako bi se maksimizirala proizvodnja energije i prinos lucerke.

Ukratko:

- Agrivoltaički sustavi mogu osigurati povoljnu mikroklimu za lucerku, što dovodi do povećane biomase i poboljšane učinkovitosti korištenja vode.
- Ovaj pristup nudi održiv način za proizvodnju obnovljive energije i vrijedne krme.

Ova vrsta studije slučaja vrlo je važna jer pokazuje da agrivoltaika nije samo teorijski koncept, već i vrlo praktična primjena u poljoprivrednom sektoru.

Problem br. 3: Usjev pšenice proizvodi, pod optimalnim uvjetima (intenzitet svjetla od 10000-20000 luksa), ukupnu biomasu (korijenje, stabljike, listovi, zrna) od 10 tona po hektaru, prinos zrna od 4 tone po hektaru, a slama predstavlja 50 % zračne biomase od 8 tona. Odredite ukupnu biomasu, proizvodnju žitarica i količinu slame dobivenu s 10 hektara.

Rješenje: Ukupna biomasa je $10 * 10 = 100$ tona. Prinos žitarica je $5 * 10 = 50$ tona. Količina slame je $50\% * 8 * 10 = 40$ tona.

Zadatak br. 4: Voćnjak površine jednog hektara, posađen na brdu izloženom sunčevoj energiji, u optimalnim uvjetima daje 50 tona voća. Znajući da je zbog uvjeta okoliša proizvodnja manja za dvije petine, odredite količinu dobivenog voća.

Rješenje: $2/5$ od 50 tona je $2 * 50 / 5 = 20$ tona. $50 - 20 = 30$ tona je količina dobivena.

❖ **Pedagoška strategija 4: Učenje otkrivanjem korištenjem eksperimentalne metode**

● **Eksperiment 1: Pretvorba solarne energije u toplinsku energiju - utjecaj boje površine na apsorpciju solarne energije i zagrijavanje vode**

Cilj: pokazati kako boja površine utječe na apsorpciju solarne energije i zagrijavanje vode

Potrebni materijali: 2 identične prozirne čaše, voda iz slavine, 1 list bijelog papira, 1 list crnog papira, 1 termometar, izvor solarne energije, stopatko;

Postupak:

- Napunite obje čaše istom količinom vode i izmjerite početnu temperaturu.
- Omotajte jednu čašu crnim papirom, a drugu bijelim papirom, zatim ih prekrijte krugom crnog, odnosno bijelog papira;
- Stavite obje čaše na sunce na 30-60 minuta;
- Mjerite temperaturu vode u redovitim intervalima (na primjer, svakih 10 minuta);
- Zabilježite i usporedite rezultate za dvije čaše.



● **Eksperiment 2: Promjena agregatnog stanja nekih proizvoda u "solarnoj pećnici" pod djelovanjem svjetlosne energije**

Cilj: promatrati i istaknuti utjecaj solarne energije na agregatno stanje nekih proizvoda (otapanje leda, maslaca i čokolade)

Potrebni materijali: kartonska kutija (npr. kutija za cipele), aluminijska folija (za odbijanje svjetlosti), list crnog papira (za apsorpciju topline), prozirna plastična folija (za staklenički efekt), ljepljiva traka, škare, termometar, vaga, 3 male plastične tanjure s prethodno odmjerenim kockicama leda, maslacem i čokoladom.

Postupak:

- Obložite unutrašnjost kutije aluminijskom folijom kako biste odbijali sunčevu svjetlost prema središtu kutije.
- Stavite crni papir na dno kutije kako biste bolje apsorbirali toplinu.
- Stavite 3 male pločice s ledom, maslacem i čokoladom u solarnu pećnicu.
- Prekrijte otvor kutije prozirnom plastičnom folijom i umetnite termometar.
- Izmjerite temperaturu unutar pećnice prije nego što je stavite na sunce i zabilježite vrijeme.
- Stavite pećnicu na sunce i promatrajte na kojoj se temperaturi i koliko dugo led, maslac i čokolada tope.

Zaključno, istraživanje solarne energije kroz prizmu matematike otkriva duboku međusobnu povezanost između apstraktnih koncepata i primjena u stvarnom svijetu.

Od izračunavanja solarne zračnosti i optimizacije postavljanja panela do modeliranja učinkovitosti pretvorbe energije i predviđanja dugoročnih performansi, matematika pruža ključne alate za razumijevanje i napredak solarne tehnologije. Iskorištavanjem moći jednadžbi, algoritama i statističkih analiza možemo usavršiti solarne energetske sustave, poboljšati njihovu učinkovitost i na kraju ubrzati prijelaz prema održivijoj budućnosti napajanoj solarnom energijom.

Ovaj matematički temelj ne samo da produbljuje naše razumijevanje solarne energije, već i osnažuje nas da inoviramo i stvaramo učinkovitija rješenja za čišći, energetski sigurniji svijet.

Pokretanje naših života: Solarna energija u suvremenoj obitelji Pedagoška strategija - Aktivnost igranja uloga

Razred: 7. razred



Vremenski okvir: 2 aktivnosti (50-minutna nastava)

Ciljevi nastavne cjeline:

- Učenici će moći prepoznati kako moderna obitelj koristi energiju u svakodnevnom životu.
- Učenici će moći objasniti prednosti i izazove uključivanja solarne energije u kućanstvo.
- Učenici će moći analizirati perspektive različitih članova obitelji o usvajanju solarne energije.
- Učenici će moći predložiti rješenja za prevladavanje prepreka pri usvajanju solarne energije.
- Učenici će moći razviti uvjerljive argumente i učinkovito komunicirati u okviru igranja uloga.

Materijali:

- Informativni tekstovi o kućnoj solarnoj energiji (članci, web-stranice, brošure)
- Pomoćna vizualna sredstva (dijagrami kućnih solarnih sustava, grafikoni potrošnje energije, primjeri uređaja na solarni pogon)
- Kartice za uloge (vidi dolje)
- Rekviziti (po želji: karton, flomasteri, primjeri računa za komunalne usluge)
- "Zona obiteljskog sastanka" u učionici

1. Uvod u igru uloga

- Aktivnost: Uvedite scenarij igre uloga:
 - o Obitelj razmatra ugradnju solarnog energetskog sustava u svoj dom. Svaki član obitelji ima drugačiju perspektivu i skup prioriteta.
 - o Objasnite da će učenici preuzeti uloge tih članova obitelji i sudjelovati na "obiteljskom sastanku" kako bi raspravljali o prednostima i nedostacima prelaska na solarnu energiju.
- Dodjela uloga: Podijelite učenike u grupe (koje predstavljaju različite obitelji) i dodijelite svakom učeniku ulogu unutar obitelji. (Pogledajte primjere kartica s ulogama u nastavku).
- Podjela kartica s ulogama: Dajte svakom učeniku karticu s ulogom na kojoj je opisana osobnost, brige i financijska situacija njegovog lika.



- Vrijeme pripreme: Učenici čitaju svoje uloge i počinju razvijati svoje argumente i glavne točke za raspravu. Potičite ih da razmotre vrijednosti svog lika i kako bi solarna energija mogla utjecati na njihov svakodnevni život.

2. Obiteljski sastanak

- Aktivnost: Provedite igru uloga "obiteljski sastanak".
 - o Uredite učionicu tako da oponaša obiteljsku dnevnu sobu ili blagovaonicu.
 - o Vođite sastanak, osiguravajući da svaki član obitelji ima priliku izraziti svoje mišljenje.
 - o Potičite učenike da koriste uvjerljiv jezik i potkrepljuju svoje argumente dokazima iz informativnih tekstova i vlastitog istraživanja.
 - o Potaknite poštovan dijalog i aktivno slušanje.
- Struktura sastanka: Sastanak možete strukturirati na nekoliko načina:
 - o Otvorena rasprava: Dopustite članovima obitelji da slobodno raspravljaju o pitanju.
 - o Točke dnevnog reda: Pripremite popis pitanja ili tema za vođenje rasprave (npr. troškovi, utjecaj na okoliš, estetika, pouzdanost).
 - o Proces donošenja odluka: Vodite obitelj kroz proces donošenja odluka (npr. vaganje prednosti i nedostataka, razmatranje kompromisa).

3. Obiteljska odluka i razmišljanje

- Aktivnost: Svaka obiteljska grupa pokušava donijeti odluku o tome hoće li ili neće instalirati solarni energetska sustav.
 - o Kompromis i konsenzus: Potaknite učenike da pronađu rješenja koja uzimaju u obzir zabrinutosti svih članova obitelji.
 - o Obratno obrazloženje: Svaka grupa predstavlja svoju odluku i objašnjava razloge koji stoje iza nje.
- Refleksija: Završite jedinicu razrednom raspravom o iskustvu igranja uloga.
 - o Što su učenici naučili o izazovima i prilikama usvajanja solarne energije u obiteljskom okruženju?
 - o Kako je bilo razmotriti različite perspektive i donijeti grupnu odluku?
 - o Koji su stvarni primjeri obitelji koje koriste solarnu energiju?
 - o Kako mogu primijeniti ono što su naučili na vlastiti život i zajednicu?



- Dodatna aktivnost: Učenici pišu refleksivni rad ili izrađuju prezentaciju u kojoj sažimaju proces donošenja odluke u svojoj obitelji i svoja osobna stajališta o kućnoj solarnoj energiji.

Primjeri uloga:

Evo nekoliko primjera uloga za obitelj koja razmatra solarnu energiju. Nastavnik ih može prilagoditi interesima učenika i specifičnim aspektima kućne solarne energije koje želi naglasiti.

- Karta uloge 1: Mama - Sarah (40-ih, računovođa)
 - o Vi ste glavna financijska planerica obitelji. Vrlo ste svjesni proračuna i želite biti sigurni da je svaka veća kupnja dobra investicija. Zanima vas dugoročna ušteda troškova uz pomoć solarne energije, ali brinete zbog početnih troškova i vremena potrebno za povrat ulaganja. Želite vidjeti detaljnu analizu troškova i koristi.
 - o Zabrinutosti: Početni trošak, povrat ulaganja, opcije financiranja, utjecaj na obiteljski proračun.
 - o Prioriteti: Financijska odgovornost, dugoročna štednja, vrijednost za novac.
- Karta uloge 2: Tata - Michael (40-ih, inženjer)
 - o Vi ste inženjer i fascinira vas tehnologija. Uzbudeni ste zbog ideje korištenja solarne energije i smanjenja ugljičnog otiska obitelji. Žedni ste saznanja o tehničkim aspektima solarnih sustava i zanima vas najnovije inovacije. Također vam se sviđa ideja povećanja vrijednosti doma.
 - o Zabrinutosti: Pouzdanost sustava, zahtjevi za održavanjem, učinkovitost solarnih panela.
 - o Prioriteti: Utjecaj na okoliš, tehnološki napredak, poboljšanje doma.
- Karta uloge 3: Tinejdžerica - Emily (16 godina)
 - o Učenica ste srednje škole i jako ste zabrinuti zbog klimatskih promjena i ekoloških problema. Snažno zagovarate obnovljivu energiju i vjerujete da je važno da obitelj učini svoj dio kako bi zaštitila planet. Manje ste zabrinuti zbog troškova, a više se usredotočujete na etičke implikacije.
 - o Zabrinutosti: Klimatske promjene, utjecaj na okoliš, društvena odgovornost.
 - o Prioriteti: Održivost, ekološki aktivizam, činjenje razlike.
- Karta lika 4: Mlađe dijete - Ben (10 godina)
 - o Ti si znatiželjno i energično dijete. Sviđa ti se ideja da imate super novu tehnologiju poput solarnih panela na krovu. Zanima te kako to funkcionira i može



li napajati tvoje videoigre! Nemate čvrsto mišljenje o troškovima, ali uzbuđen si zbog ideje da budete ekološki prihvatljiviji.

- o Zabrinutosti: Kako sustav radi, hoće li izgledati kul, može li napajati moje stvari.
- o Prioriteti: Znatiželja, tehnologija, pomaganje okolišu.



Poglavlje 1.5: Inženjerstvo solarnih energetske sustava

Pregled

Ovo poglavlje uvodi učenike (u dobi od 10 do 14 godina) u principe inženjerstva primijenjenog na solarne energetske sustave. Integrira STEAM (znanost, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost i matematika) kako bi uključilo učenike u interaktivna, praktična iskustva učenja koja razvijaju njihovo razumijevanje solarne energije, fotonaponskih sustava i inženjerskih izazova u dizajniranju održivih energetske rješenja.

1.5.1: Razumijevanje inženjerstva solarne energije

Ključni pojmovi:

- **Dizajn fotonaponskih ćelija:** *Kako su fotonaponske (PV) ćelije dizajnirane za pretvaranje sunčeve svjetlosti u električnu energiju, s naglaskom na znanost o materijalima i elektrotehniku iza solarnih panela.*

Fotovoltaičke (PV) ćelije ključna su tehnologija u solarnim energetske sustavima, dizajnirane za pretvaranje sunčeve svjetlosti u električnu energiju. Proces započinje kada sunčeva svjetlost, koja se sastoji od sićušnih čestica energije nazvanih **fotoni**, pogodi površinu PV ćelije. Sama PV ćelija prvenstveno je napravljena od **silicija**, materijala koji je odabran zbog svoje sposobnosti provođenja električne energije kada se pravilno obradi. Tipična fotonaponska (PV) ćelija sastoji se od dva sloja silicija: **n-sloja** i **p-sloja**. **n-sloj** se obrađuje tako da ima dodatne elektrone, koji su čestice s negativnim nabojem, dok **p-sloj** ima manje elektrona i stoga ima pozitivne prazne prostore nazvane **rupe** u koje se elektroni mogu kretati.

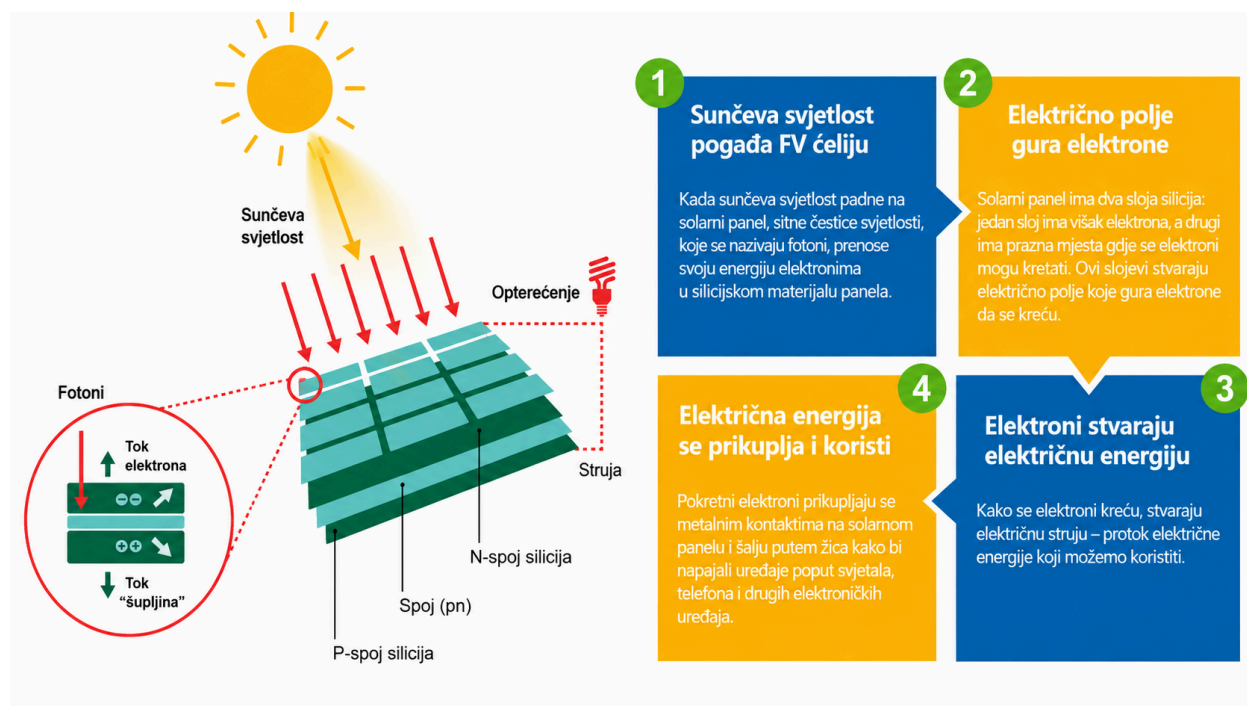
Kada sunčeva svjetlost pogodi PV ćeliju, **fotoni** u sunčevoj svjetlosti prenose svoju energiju elektronima u silicijevim atomima. Ta je energija dovoljno jaka da izvuče elektrone iz njihovih položaja u silicijevim atomima. Jednom kada se elektroni oslobode, gura ih **električno polje** stvoreno na spoju između **n-tip** i **p-tip** slojeva. Ovo električno polje prisiljava elektrone da se kreću prema **n-tip sloju**, koji ima viška elektrona spremnih da ih prihvate.

Kako se ti slobodni elektroni kreću kroz materijal, stvaraju **električnu struju**. Taj protok elektrona je ono što koristimo kao električnu energiju. Struja putuje kroz metalne kontakte na površini PV-ćelije, a odatle se može provesti žicama kako bi napajala električne uređaje poput svjetala, ventilatora ili čak cijelog doma. Jednostavno rečeno, PV-ćelija djeluje poput malog

motora, pretvarajući sunčevu svjetlost u upotrebljivu električnu energiju tako što tjera elektrone da se kreću kroz materijal.

Razlog zašto se silicij koristi u fotonaponskim ćelijama jest taj što je **poluvodič**. To znači da ima posebna svojstva koja mu omogućuju provođenje električne energije pod određenim uvjetima — u ovom slučaju, kada upije energiju sunčeve svjetlosti. Silicij je savršen za taj posao jer se može tretirati (ili **dopirati**) tako da ima ili dodatne elektrone (n-tip) ili manje elektrona (p-tip), stvarajući uvjete potrebne da se elektroni pomiču kada na njih pada sunčeva svjetlost.

Ukratko, proces rada fotonaponskih ćelija započinje kada sunčeva svjetlost pogodi silicij u ćeliji, čime elektroni biva otkinuti iz svojih atoma. Ti oslobođeni elektroni zatim se dovode u pokret električnim poljem između dva sloja silicija, stvarajući električnu struju. Ta struja napaja električne uređaje, a ovim se procesom solarni paneli pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju.



Za detaljno video objašnjenje, ovdje možete pristupiti YouTube videu Student Energy:

[POVEZNICA.](#)

- **Inženjerstvo učinkovitosti solarnih panela:** Čimbenici koji utječu na učinkovitost solarnih panela, kao što su sastav materijala, površina, kut instalacije i apsorpcija svjetlosti.



Učinkovitost solarne ploče odnosi se na to koliko dobro može pretvoriti sunčevu svjetlost u upotrebljivu električnu energiju. Na učinkovitost rada solarne ploče utječe nekoliko čimbenika. Jedan važan čimbenik je **materijalni sastav** solarnih ćelija. Većina solarnih ploča izrađena je od **silicija**, no način na koji je silicij obrađen (ili **dopiran**) utječe na to koliko se elektrona može osloboditi kada sunčeva svjetlost pogodi ploču. Što je materijal bolji, to može apsorbirati i pretvoriti više sunčeve svjetlosti u električnu energiju. Još jedan ključan čimbenik je **površina** panela. Što je površina veća, to panel može prikupiti više sunčeve svjetlosti. Dakle, ako solarni panel ima veću površinu, može upiti više sunčeve svjetlosti i proizvesti više električne energije. **Kut montaže** također je vrlo važan. Solarni paneli najbolje rade kada su postavljeni pod kutom koji im omogućuje da tijekom dana prime najviše sunčeve svjetlosti. Kut ovisi o tome gdje se solarni paneli nalaze – što su bliže ekvatoru, mogu biti više nagnuti vodoravno, dok na višim geografskim širinama može biti bolji strmiji kut. **Uspijavanje svjetlosti** je još jedan čimbenik koji utječe na učinkovitost. Solarni paneli moraju upiti što više sunčeve svjetlosti kako bi proizveli električnu energiju. Kvaliteta materijala, tekstura površine i prisutnost premaza koji smanjuju odbijanje svjetlosti sve pomažu u poboljšanju količine svjetlosti koju panel može upiti. Ako panel odbije previše sunčeve svjetlosti, neće apsorbirati dovoljno energije za učinkovitu proizvodnju električne energije. Ukratko, učinkovitost solarnih panela utječu materijali koji se koriste, veličina panela, kut pod kojim je postavljen i koliko dobro apsorbira sunčevu svjetlost. Poboljšanjem tih čimbenika inženjeri mogu stvoriti solarne panele koji rade bolje i proizvode više električne energije iz iste količine sunčeve svjetlosti.



- **Električno ožičenje i integracija sustava:** *Inženjerstvo koje se bavi povezivanjem solarnih panela s električnom mrežom, uključujući pretvarače, pohranu energije u baterijama i zaštitu strujnih krugova.*

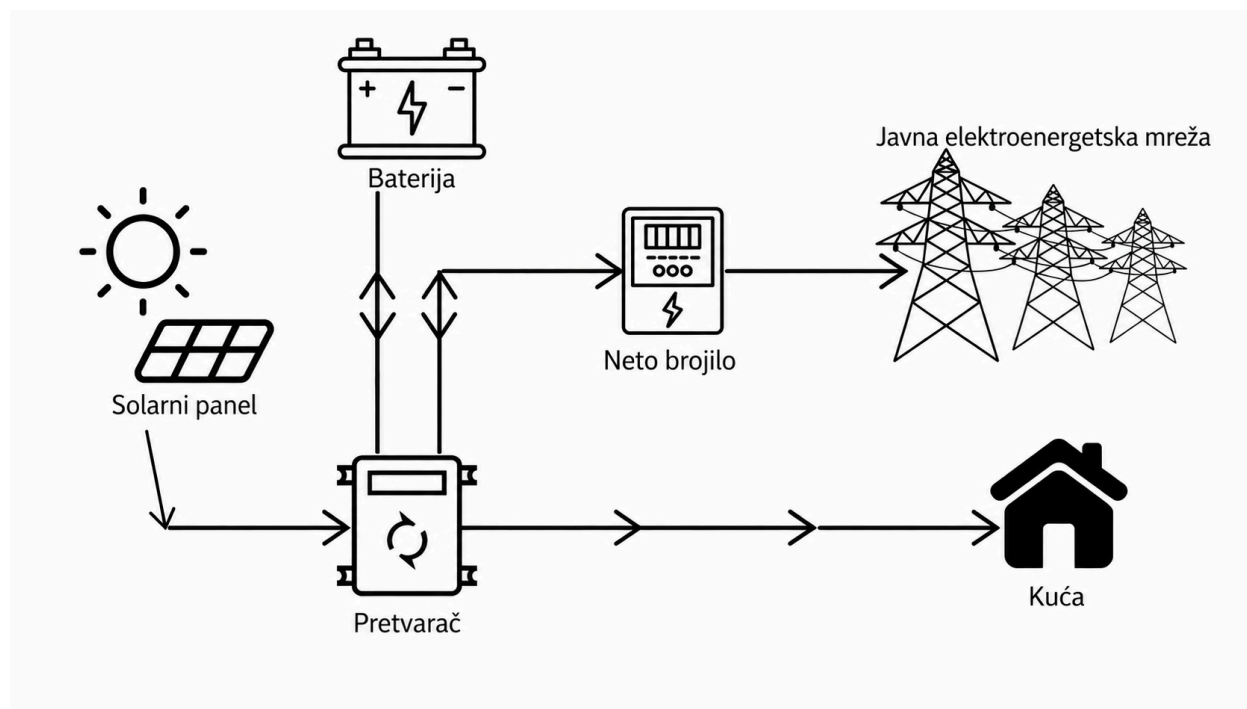
Kada solarni paneli proizvode električnu energiju, ona je u obliku **istosmjerne struje (DC)**, što je drugačije od **izmjenične struje (AC)** koju koristimo u svojim domovima. Da bi električna energija iz solarnih panela bila upotrebljiva, potrebno ju je pretvoriti iz DC u AC. Tu na scenu stupaju **pretvarači**. Inverteri su uređaji koji uzimaju istosmjernu (DC) električnu energiju koju proizvode solarni paneli i pretvaraju je u naizmjeničnu (AC) električnu energiju, kojom se napajaju većina uređaja u našim domovima. Nakon što se električna energija pretvori u naizmjeničnu, može teći u **električnu mrežu**, koja je mreža žica koja isporučuje električnu energiju domovima, školama i poslovnim objektima.

Osim pretvarača, mnogi solarni energetske sustavi uključuju i **pohranu u baterije**. Baterije pohranjuju višak električne energije koji solarni paneli proizvode tijekom dana, kako bi se mogla koristiti noću ili za oblačnih dana kada paneli ne proizvode električnu energiju. To pomaže osigurati stalan dotok energije čak i kada sunce ne sija. Baterija je povezana sa sustavom

posebnim ožičenjem, koje omogućuje protok struje u bateriju kada ima više energije nego što je potrebno i iz baterije kada je potrebna dodatna snaga.

Još jedan važan dio sustava je **zaštita od strujnih krugova**. Baš kao i električni sustav u vašem domu, i solarni energetska sustav treba sigurnosne značajke za sprječavanje preopterećenja ili kratkih spojeva. Te značajke uključuju **osigurače** ili **prekidače**, koji djeluju kao sigurnosni prekidači. Ako sustav otkrije nešto pogrešno, poput prevelike količine električne energije koja teče kroz žice, ti uređaji automatski isključuju napajanje kako bi zaštitili solarne panele, baterije i ožičenje od oštećenja.

Ukratko, solarni paneli proizvode istosmjernu struju (DC), koja se pomoću pretvarača pretvara u izmjeničnu struju (AC). Višak energije može se pohraniti u baterije za kasniju upotrebu, a cijeli sustav zaštićen je osiguračima ili prekidačima. Zajedno, ovi dijelovi osiguravaju da se električna energija proizvedena u solarnim panelima može sigurno koristiti u našim domovima i priključiti na električnu mrežu.



Nastavni resursi i materijali

1. **Interaktivna simulacija:** "[Kako solarni paneli funkcioniraju](#)" – internetska simulacija koja studentima omogućuje eksperimentiranje s kutovima i učinkovitošću solarnih panela (Izvor: *PhET Interactive Simulations, Sveučilište u Coloradu Boulder*)



2. **Vodič za eksperiment:** "[Izazov solarne pećnice](#)" – Vodič za učenike za izradu jednostavne solarne pećnice kako bi istražili upijanje i odbijanje topline (Izvor: *NASA Climate Kids - Solar Oven*)
3. **Analiza studije slučaja:** "[Usporedba solarnih tehnologija diljem svijeta](#)" – Radni list koji analizira kako različite zemlje koriste solarnu energiju (Izvor: *Međunarodna agencija za energiju (IEA) Solarni izvještaji*)
4. <https://scratch.mit.edu/search/projects?q=solar%20energy>

1.5.2: Inženjerski dizajn i izrada prototipa u solarnim sustavima

Ključni pojmovi:

- *Inženjerski proces projektiranja (identifikacija problema, projektiranje, izrada prototipa, testiranje, iteracija)*

Inženjerski proces projektiranja je postupak korak po korak za rješavanje problema i stvaranje rješenja, poput projektiranja sustava solarnih panela. Počinje **identifikacijom problema**, što znači utvrđivanje problema koji treba riješiti. Na primjer, inženjeri mogu primijetiti da nam je potrebno više čiste energije, pa odlučuju dizajnirati solarne panele koji mogu proizvoditi električnu energiju iz sunčeve svjetlosti. Sljedeći korak je **projektiranje**, gdje inženjeri planiraju kako će rješenje funkcionirati. Crtaju nacрте, izrađuju modele i razmišljaju o tome kako će se solarni paneli izrađivati, koji će se materijali koristiti i kako će biti postavljeni. Nakon što je projekt spreman, inženjeri prelaze na **izradu prototipa**, što je faza u kojoj izrađuju funkcionalni model rješenja. Za solarne panele to bi moglo značiti izradu male verzije panela kako bi se testiralo koliko dobro radi. Nakon što se prototip izradi, inženjeri ga počinju **testirati** kako bi provjerili ispunjava li ono što žele. Mogli bi provjeriti koliko električne energije može proizvesti, koliko dobro podnosi loše vrijeme ili koliko dugo traje. Nakon testiranja prelaze na **iteraciju**, što znači uvođenje promjena i poboljšanja na temelju rezultata testiranja. Mogu otkriti da solarni panel treba biti učinkovitiji, pa ga redizajniraju i ponovno testiraju. Taj se proces projektiranja, testiranja i poboljšavanja ponavlja iznova i iznova dok ne stvore konačni proizvod koji dobro funkcionira. Ukratko, proces inženjerskog projektiranja pomaže inženjerima da riješe probleme, stvore ideje, izgrade i testiraju rješenja te da ih neprestano poboljšavaju dok ne počnu savršeno funkcionirati.



<https://sunroof.withgoogle.com/>

- *Ekološki i ekonomski aspekti solarne tehnologije*

Kada razmišljamo o korištenju solarne tehnologije, važno je uzeti u obzir i njezin **utjecaj na okoliš** i njezin **ekonomski utjecaj**.

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



Solarna tehnologija se često smatra **čistim izvorom energije** jer koristi sunce, obnovljivi i prirodni resurs, za proizvodnju električne energije. Najveća prednost solarne energije je u tome što ne stvara **zagađenje** niti **stakleničke plinove** poput drugih tradicionalnih izvora energije, kao što su ugljen ili nafta. Ti plinovi, poput ugljičnog dioksida, doprinose **klimatskim promjenama** zadržavanjem topline u Zemljinoj atmosferi. Korištenjem solarnih panela za hvatanje sunčeve svjetlosti i pretvaranje u električnu energiju možemo smanjiti svoj ugljični otisak i pomoći usporiti globalno zatopljenje.

Međutim, proizvodnja solarnih panela ima određene utjecaje na okoliš. Izrada panela zahtijeva materijale poput **silicija**, a proces može uključivati rudarenje i proizvodnju, što troši energiju i može stvoriti otpad i zagađenje. Osim toga, neke od kemikalija koje se koriste za izradu solarnih ćelija mogu biti štetne ako se ne rukuje njima na odgovarajući način. No, dobra je vijest da solarni paneli postaju sve učinkovitiji i održiviji te da ekološke koristi od proizvodnje čiste energije daleko nadmašuju te utjecaje.

Još jedan pozitivan ekološki aspekt solarne energije jest to što **se solarni paneli mogu reciklirati** na kraju svog vijeka trajanja. Mnogi materijali u panelima, poput stakla i metala, mogu se reciklirati i ponovno upotrijebiti u drugim proizvodima, što pomaže u smanjenju otpada. Također, jednom instalirani, solarni paneli mogu raditi 25–30 godina uz malo održavanja, pružajući dugoročan, pouzdan izvor čiste energije.

Utjecaj na okoliš i održivost solarne energije



Kada razmišljamo o **gospodarskom utjecaju** solarne tehnologije, važno je razmotriti i troškove i koristi. U početku instalacija solarnih panela može biti skupa. **Početni trošak** uključuje kupnju panela, njihovu instalaciju i priključenje na električni sustav. Međutim, taj trošak postaje sve pristupačniji kako se tehnologija poboljšava i proizvodnja povećava, što je dovelo do nižih cijena. Mnoge vlade diljem svijeta također nude **poticaje**, poput poreznih olakšica ili subvencija, kako bi pomogle ljudima i tvrtkama da si priušte solarne panele. Ti poticaji čine solarnu energiju pristupačnijom široj skupini ljudi.

Jednom kada se solarni paneli instaliraju, mogu osigurati **besplatnu energiju** hvatanjem sunčeve svjetlosti. Solarni paneli proizvode električnu energiju tijekom dana, a u nekim slučajevima višak energije može se pohraniti u **baterije** ili prodati natrag u električnu mrežu. To znači da nakon početne investicije solarni paneli mogu vlasnicima kuća i tvrtkama uštedjeti mnogo novca na računima za struju. S vremenom uštede mogu nadoknaditi početni trošak instalacije, a u mnogim slučajevima ljudi na kraju dugoročno štede novac.

Još jedna ekonomska korist solarne energije jest **stvaranje radnih mjesta** koje ona donosi. Rast solarne industrije stvorio je mnoga nova radna mjesta u područjima poput proizvodnje, ugradnje, održavanja i istraživanja. Kako se sve više ljudi okreće solarnoj energiji,

potražnja za kvalificiranim radnicima u tim područjima raste, što pomaže potaknuti gospodarstvo.

Osim toga, solarna energija može osigurati **energetsku neovisnost**. Generiranjem vlastite električne energije, ljudi i tvrtke manje su ovisni o energiji iz drugih izvora, čije cijene mogu varirati. To može zaštititi potrošače od rastućih troškova električne energije i učiniti energiju stabilnijom i pristupačnijom.

Početni troškovi i pristupačnost
Iako instalacija solarnih panela na početku može biti skupa, cijene su se smanjile s napretkom tehnologije. Vladine poticajne mjere, poput poreznih olakšica i subvencija, također pomažu učiniti solarnu energiju dostupnijom.

Dugoročne uštede i proizvodnja energije
Solarni paneli proizvode besplatnu električnu energiju, a višak energije može se pohraniti ili predati natrag u mrežu. S vremenom, uštede na računima za struju često nadoknade početne troškove instalacije.

Stvaranje radnih mjesta u solarnoj industriji
Rast solarne energije otvorio je brojna radna mjesta u proizvodnji, instalaciji, održavanju i istraživanju, što doprinosi razvoju lokalnih gospodarstava.

Energetska neovisnost i stabilnost
Solarna energija povećava energetsku neovisnost smanjujući ovisnost o uvoznim izvorima energije i štiteći od rasta cijena električne energije. To osigurava stabilniju i pristupačniju energiju za potrošače.

Ekonomski učinci solarene energije: troškovi, pogodnosti i mogućnosti
Solarna energija donosi značajne ekonomske koristi unatoč početnim troškovima instalacije. Cijene se smanjuju kako tehnologija napreduje, a vladine poticajne mjere čine solarnu energiju dostupnijom. Nakon instalacije, solarni paneli proizvode besplatnu električnu energiju, što dovodi do dugoročnih ušteda na računima za struju. Solarna industrija također stvara radna mjesta u proizvodnji, instalaciji i istraživanju, potičući lokalna gospodarstva. Osim toga, solarna energija promiče energetsku neovisnost, smanjujući ovisnost o nestabilnim vanjskim izvorima energije te pružajući potrošačima stabilniju i pristupačniju energiju.

Ukratko, solarna tehnologija ima pozitivan utjecaj na okoliš jer proizvodi čistu energiju bez doprinošenja onečišćenju ili klimatskim promjenama. Iako izrada solarnih panela ima određene okolišne troškove, oni su mnogo manji u usporedbi s dugoročnim koristima korištenja čiste energije. Ekonomski gledano, iako solarni paneli mogu biti skupi za početnu ugradnju, s vremenom štede novac kroz niže račune za struju i stvaraju nova radna mjesta u energetskoj industriji. S više poticaja, padom cijena i rastućom potražnjom za čistom energijom, solarna tehnologija postaje sve pristupačnija i korisnija opcija i za okoliš i za gospodarstvo.

Pedagoške strategije razvijene za ovo poglavlje:

1. **Učenje temeljeno na problemima (PBL):** Učenici dobivaju stvaran izazov (npr. projektiranje škole na solarni pogon) i rade u timovima na razvoju rješenja.



2. **Učenje temeljeno na istraživanju (IBL):** Učenici istražuju kako različiti materijali utječu na učinkovitost solarnih panela kroz praktične eksperimente.
3. **Igranje uloga i gamifikacija:** Učenici preuzimaju uloge inženjera, donositelja politika i zaštitnika okoliša na simuliranom "Samitu o solarnoj energiji" kako bi raspravljali i osmislili najbolja solarna rješenja za svoju zajednicu.

Očekivani ishod:

Učenici će se uključiti u interaktivne aktivnosti i igre uloga koje produbljuju njihovo razumijevanje inženjerstva solarne energije. Do kraja poglavlja dizajnirat će vlastite male solarne energetske sustave i sudjelovati u raspravama o primjeni solarne energije u stvarnom svijetu.

"Inženjerstvo solarnih energetske sustava" – Jedinica za igru uloga

Pregled:

"Samit o solarnoj energiji" je zanimljiva i imerzivna obrazovna aktivnost osmišljena kako bi učenike uvela u složeni svijet rješenja za solarnu energiju, održivost i suradnički proces donošenja odluka potreban za njihovu učinkovitu provedbu. Aktivnost je strukturirana kao simulirani summit na kojem učenici preuzimaju uloge inženjera, donositelja politika i zaštitnika okoliša. Zajedno rade na razvoju, raspravi i predstavljanju rješenja za solarnu energiju koja mogu koristiti zajednici.

Cilj:

Glavni cilj "Samita o solarnoj energiji" je pružiti učenicima praktično iskustvo u rješavanju stvarnih okolišnih i energetske izazova. Kroz igru uloga, istraživanje i timski rad, učenici će steći dublje razumijevanje solarnih energetske sustava, političkog i regulatornog okvira koji okružuje energetska rješenja te okolišnih čimbenika koji utječu na odluke o održivoj energiji.

Korak	Opis	Uloge
1. Uvod u aktivnost	Predstavite svrhu simulacije "Samita o solarnoj energiji", na kojem će učenici raspravljati i osmišljavati rješenja za solarnu energiju za zajednicu. Objasnite različite uloge: inženjeri, donositelji politika i zaštitnici okoliša.	Sve uloge (inženjeri, donositelji politika, zaštitnici okoliša)
2. Podijelite učenike u grupe	Podijelite učenike u male grupe, pri čemu svaka grupa dobiva zadatak da se usredotoči na jednu zajednicu (stvarne ili izmišljene). Unutar svake grupe dodijelite uloge: inženjer, donositelj politika i zaštitnik okoliša.	Inženjeri, donositelji politika, zaštitnici okoliša



Korak	Opis	Uloge
3. Istraživanje i priprema	Svaki član grupe provodi istraživanje temeljeno na svojoj ulozi. Inženjeri proučavaju solarnu tehnologiju i sustave, donositelji politika istražuju energetske politike i propise, a zaštitnici okoliša istražuju održivost i utjecaje na okoliš.	Inženjeri, donositelji politika, zaštitnici okoliša
4. Diskusija u grupi	Grupe raspravljaju o svojim nalazima i surađuju kako bi identificirale najbolja rješenja za solarnu energiju za svoju zajednicu. Inženjeri pružaju tehničke uvide, donositelji politika raspravljaju o financiranju i propisima, a zaštitnici okoliša osiguravaju ekološku održivost.	Inženjeri, donositelji politika, zaštitnici okoliša
5. Dizajniranje solarnog rješenja	Na temelju istraživanja i grupnih rasprava, svaka grupa osmišljava sveobuhvatno rješenje za solarnu energiju za svoju zajednicu. Inženjeri definiraju tehničke specifikacije, donositelji politika definiraju potporne politike i propise, a zaštitnici okoliša potvrđuju utjecaj rješenja na okoliš.	Inženjeri, donositelji politika, zaštitnici okoliša
6. Debata i prezentacije	Svaka grupa predstavlja svoje solarno rješenje, raspravljajući o prednostima, izazovima i izvedivosti svog dizajna. Razred sudjeluje u debati, raspravljajući o snagama i slabostima svakog rješenja.	Inženjeri, donositelji politika, zaštitnici okoliša
7. Konačna odluka	Nakon debate, učenici glasaju za najučinkovitije rješenje za solarnu energiju za svoju zajednicu. Procjenjuju rješenja s aspekta energetske učinkovitosti, održivosti i ukupne izvedivosti.	Sve uloge (kao birači i donositelji odluka)

Poglavlje 1.6: Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu

Pregled

lekcija "Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu", imajući na umu našu publiku od 10 do 14 godina i kontekst poglavlja o solarnoj energiji.

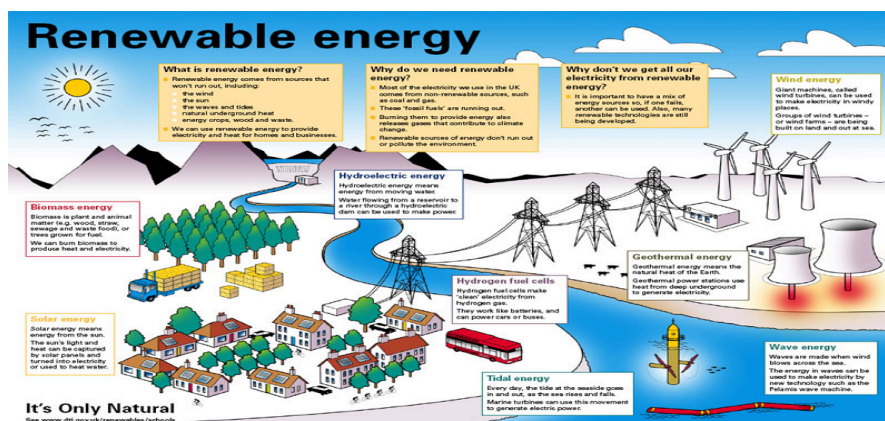
1.6.1. Razumijevanje obnovljive energije

Obnovljiva energija dolazi iz prirodnih izvora koji se neprestano obnavljaju. To znači da neće nestati, za razliku od fosilnih goriva. Neki od glavnih tipova obnovljive energije uključuju:

- **Solarna energija:** Iskorištavanje energije iz Sunčeve svjetlosti i topline.
- **Energetski potencijal vjetra:** Korištenje vjetroturbin za pretvorbu kinetičke energije vjetra u električnu energiju.
- **Hidroenergija:** proizvodnja električne energije iz kretanja vode, primjerice u rijekama ili na brane.
- **Geotermalna energija:** Korištenje topline iz unutrašnjosti Zemlje za proizvodnju električne energije ili za grijanje.
- **Energija biomase:** Sagorijevanje organskih materijala poput drva, usjeva ili otpada za proizvodnju topline ili električne energije.

Ključni pojmovi:

- **Obnovljivi izvori:** Resursi koji se prirodno obnavljaju u vremenskom razmjeru ljudskog života.
- **Održivost:** Zadovoljavanje potreba sadašnjosti bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe.



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



Nastavni resursi i materijali

youtube: [Obnovljiva energija 101](#)

Ovaj video pruža pregled obnovljive energije. Evo nekih ključnih točaka:

- **Definicija:** Obnovljiva energija dolazi iz izvora koji se ne iscrpljuju ili se mogu obnovljati tijekom ljudskog vijeka [[00:08](#)].
- **Uobičajene vrste:**
 - Solarna [[00:11](#)]
 - Vjetar [[00:17](#)]
 - Vodna energija [[00:21](#)]
 - Biomasa [[00:26](#)]
 - Plimni [[00:33](#)]
 - Geotermalna [[00:42](#)]
- **Nuklearna energija:** Ne smatra se obnovljivim izvorom energije, već alternativnim izvorom energije [[00:42](#)].
- **Rast:** Obnovljiva energija je najbrže rastući izvor energije na planetu [[00:57](#)].
- **Prednosti:** To je čist izvor energije, što znači da ne proizvodi izravno emisije stakleničkih plinova ili zagađivače zraka [[01:03](#)].
- **Izazovi:** Niska učinkovitost, visoki kapitalni troškovi i nestalnost [[01:11](#)].

Youtube: [Serija o klimatskim promjenama – 7. Obnovljiva energija i klimatske promjene](#)

Ovaj video se usredotočuje na ključnu ulogu obnovljive energije u borbi protiv klimatskih promjena. Evo pregleda ključnih točaka:

- **Problem:**
 - Video naglašava da je sagorijevanje fosilnih goriva glavni pokretač klimatskih promjena zbog otpuštanja stakleničkih plinova, osobito ugljičnog dioksida.
 - Naglašava hitnu potrebu za prijelazom s fosilnih goriva kako bi se ublažili učinci globalnog zatopljenja.
- **Obnovljiva energija kao rješenje:**
 - Izvori obnovljive energije, poput solarne, vjetroelektrane i hidroenergije, nude čiste alternative koje proizvode znatno manje emisija stakleničkih plinova.
 - Video objašnjava kako ove tehnologije funkcioniraju i njihov potencijal za zamjenu proizvodnje energije iz fosilnih goriva.
- **Prednosti obnovljive energije:**
 - Smanjene emisije stakleničkih plinova, što dovodi do usporavanja stope klimatskih promjena.
 - Poboljšana kvaliteta zraka i javno zdravlje.



- Povećana energetska sigurnost i neovisnost.
- Stvaranje novih radnih mjesta i gospodarskih prilika.
- **Izazovi i prilike:**
 - Video priznaje izazove povezane s prijelazom na obnovljivu energiju, kao što su intermitencija (promjenjivost solarne i vjetroenergije) i potreba za modernizacijom mreže.
 - Također ističe brzi napredak u tehnologijama obnovljive energije i smanjenje troškova, što ih čini sve konkurentnijima fosilnim gorivima.
- **Važnost djelovanja:**
 - Video naglašava važnost poduzimanja hitnih mjera za ubrzanje usvajanja obnovljive energije i smanjenje naše ovisnosti o fosilnim gorivima.
 - To implicira da je potreban globalni napor vlada, poduzeća i pojedinaca kako bi se promjena ostvarila.
- **Povezanost s klimatskim promjenama:**
 - Video vrlo jasno povezuje upotrebu obnovljive energije i smanjenje učinaka klimatskih promjena.
- "Kompleti za solarnu energiju: Postoje edukativni kompleti koji omogućuju učenicima izradu malih modela solarnih panela, solarnih automobila ili čak solarnih meteoroloških postaja. Ovi kompleti izvrsni su za praktično eksperimentiranje.

Primjer: kompleti LittleBits ili Snap Circuits.

- "Interaktivne simulacije: Osim PhET-a, postoje i druge internetske simulacije koje istražuju različite aspekte obnovljive energije, kao što su učinkovitost vjetroturbina ili rad hidroelektrana.

Resursi: Exploratorium, Energy3D."

Bibliografija za odjeljak 1:

- *"The Energy Challenge"* autora Valeriana Ruiza: referentna knjiga o obnovljivoj energiji i njezinom utjecaju na buduće društvo.
- *"Obnovljiva energija: Što trebate znati"* autora José Roldán Vilora: Objašnjava izvore obnovljive energije i njihove tehnologije.
- *"Inovacija i energetska održivost"* autorica M^a Soledad Ramírez-Montoya i Alberto Mendoza-Domínguez: Usredotočuje se na obrazovanje o energetskej održivosti putem MOOC-ova.
- *"Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution"* autora Paula Hawkena, Amoryja Lovinsa i Huntera Lovinsa: Istražuje kako tvrtke mogu usvojiti održive strategije.
- *"Green to Gold"* autora Daniela Estyja i Andrewa Winstona: Prikazuje kako tvrtke mogu inovirati i stvarati vrijednost kroz ekološke strategije.

Preporučeni izdavači:

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

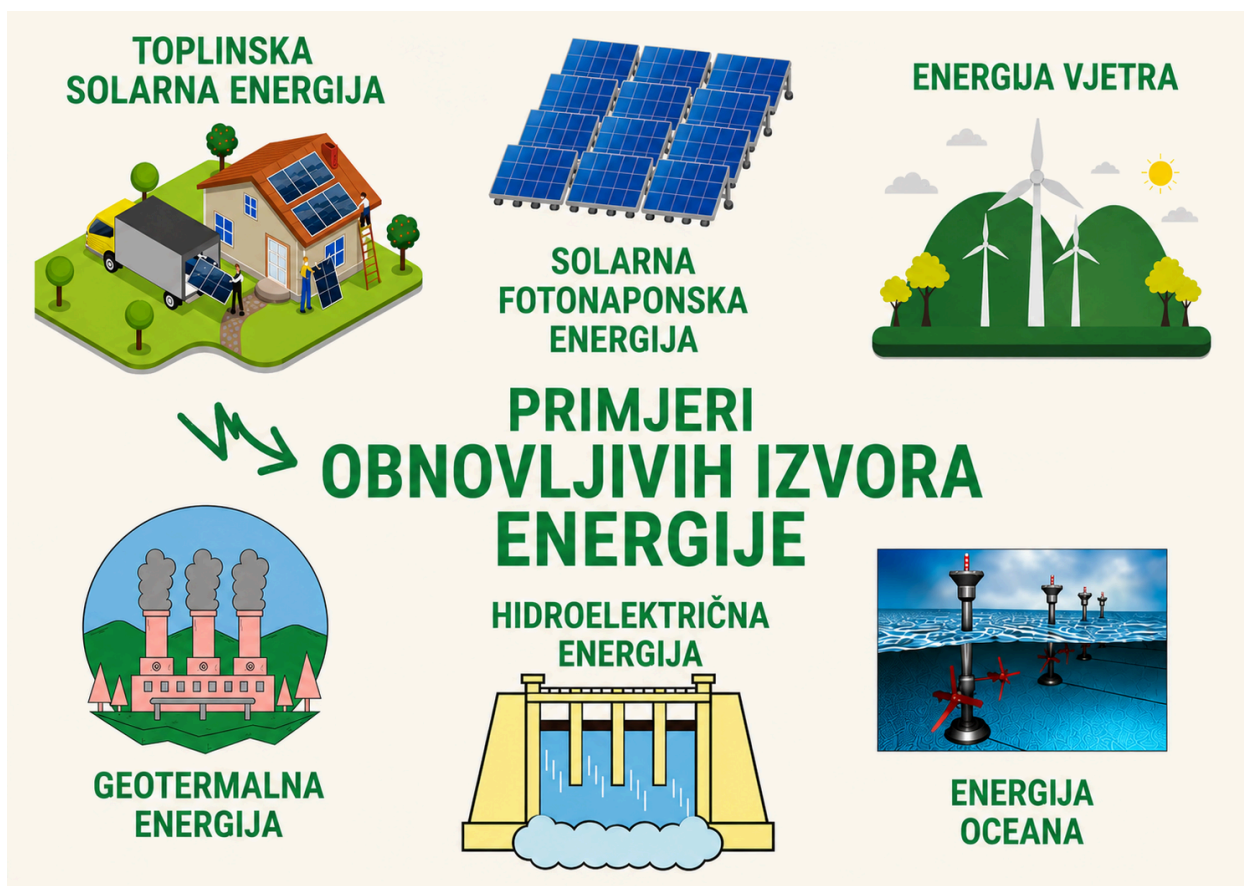


- **Planeta de Libros:** Nudi širok izbor knjiga o klimatskim promjenama i održivosti.
- **Feníe Energía:** Objavljuje knjige vezane uz energiju i održivost.
- **Greening Solutions:** Specijalizirana za knjige o održivosti i obnovljivoj energiji.

1.6.2: Tehnologije obnovljive energije

Tehnologija igra ključnu ulogu u iskorištavanju obnovljivih izvora energije i njihovom prilagođavanju za upotrebu u društvu. Evo nekoliko primjera:

- **Solarni paneli:** Ovi uređaji pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju putem fotonaponskog učinka.
- **Vjetroturbine:** Visoke strukture s lopaticama koje se okreću na vjetru, pokrećući generator za proizvodnju električne energije.
- **Brane hidroelektrana:** građevine koje zadržavaju vodu kako bi stvorile rezervoare, s kontroliranim otpuštanjem vode za pokretanje turbina i proizvodnju električne energije.
- **Geotermalne elektrane:** Postrojenja koja buše u Zemlju kako bi pristupila vrućoj vodi ili pari, koja se koristi za pogon turbina i proizvodnju električne energije.
- **Elektrane na biomasu:** Slične su tradicionalnim elektranama, ali sagorijevaju biomasu umjesto fosilnih goriva za proizvodnju električne energije.



Obrazovne web stranice i simulacije:

- **PhET interaktivne simulacije (Sveučilište Colorado Boulder):**
 - Izvrsno za vizualizaciju fotonaponskog učinka. Pretražite "fotonaponski" ili "solarni ćelija" kako biste pronašli relevantne simulacije.
 - Omogućuje praktično iskustvo učenja tako što korisnicima dopušta manipulaciju varijablama.

Bibliografija za odjeljak 2:

- *"The Energy Challenge"* autora Valeriana Ruiza: Referentna knjiga o obnovljivoj energiji i njezinom utjecaju na buduće društvo.
- *"Obnovljiva energija: Što trebate znati"* autora José Roldána Vilore: Objašnjava izvore obnovljive energije i njihove tehnologije.
- *"Inovacija i energetska održivost"* autorica M^a Soledad Ramírez-Montoya i Alberta Mendoza-Domíngueza: Usredotočuje se na obrazovanje o energetskej održivosti putem MOOC-ova.



- *"Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution"* autora Paula Hawkena, Amoryja Lovinsa i Huntera Lovinsa: Istražuje kako tvrtke mogu usvojiti održive strategije.
- *"Green to Gold"* autora Daniela Estyja i Andrewa Winstona: Prikazuje kako tvrtke mogu inovirati i stvarati vrijednost kroz ekološke strategije.

Preporučeni izdavači

- **Planeta de Libros:** Nudi širok izbor knjiga o klimatskim promjenama i održivosti.
- **Feníe Energía:** Objavljuje knjige vezane uz energiju i održivost.
- **Greening Solutions:** Specijalizirana za knjige o održivosti i obnovljivoj energiji.

1.6.3: Prednosti obnovljive energije

Obnovljiva energija nudi brojne prednosti i za okoliš i za društvo:

- **Okolišne koristi:**
 - Smanjene emisije stakleničkih plinova, što pomaže u borbi protiv klimatskih promjena.
 - Manje zagađenja zraka i vode, što dovodi do poboljšanog javnog zdravlja.
 - Očuvanje prirodnih resursa.
- **Društvene i ekonomske koristi:**
 - Povećana energetska sigurnost smanjenjem ovisnosti o uvozu fosilnih goriva.
 - Stvaranje radnih mjesta u sektoru obnovljive energije.
 - Ušteda troškova na duge staze, budući da obnovljivi izvori energije imaju niske operativne troškove.
 - Poboljšani pristup energiji u udaljenim ili razvijajućim područjima



Sufinancirano sredstvima
Erasmus+ programa
Europske unije

#Solar4Future+

PREDNOSTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Obnovljivi izvori energije nude brojne prednosti
za okoliš i društvo:

1

PREDNOSTI ZA OKOLIŠ:

- Smanjuju emisije stakleničkih plinova, doprinoseći borbi protiv klimatskih promjena.
- Smanjuju onečišćenje zraka i vode, čime se poboljšava zdravlje ljudi.
- Čuvaju prirodne resurse.



2

DRUŠTVENE I EKONOMSKE PREDNOSTI:

- Povećavaju energetska sigurnost smanjenjem ovisnosti o uvozu fosilnih goriva.
- Stvaraju nova radna mjesta u sektoru obnovljivih izvora energije.
- Dugoročno smanjuju troškove jer obnovljivi izvori energije imaju niske operativne troškove.
- Poboljšavaju pristup energiji u udaljenim ili rastućim područjima.

3

OPĆI RESURSI:

EDUKATIVNI VIDEOZAPISI:

- https://youtu.be/GiekO94C_l4?feature=shared – YouTube: Ovaj video nudi osnovni uvod u obnovljive izvore energije, idealan za mlade učenike. Možete ga pronaći na YouTubeu pretraživanjem tog naslova.
- <https://youtu.be/UVf2Yw7uFoE> – YouTube: Detaljniji dokumentarni film koji istražuje različite tehnologije obnovljivih izvora energije i njihov utjecaj, koristan za starije učenike.
- Mnogi YouTube kanali, poput National Geographic ili Student Energy, nude jasna objašnjenja i animacije o tome kako različite tehnologije obnovljivih izvora energije funkcioniraju.





Opći resursi:

● Edukativni videozapisi:

- "Obnovljivi izvori energije - Vrste energije za djecu - YouTube": Ovaj video nudi osnovni uvod u obnovljive izvore energije, idealan za mlade učenike. Možete ga pronaći na YouTubeu pretraživanjem tog naslova.
- "DOCUMENTARY | Renewable energies, the clean alternative - YouTube": Dublji dokumentarac koji istražuje različite obnovljive tehnologije i njihov utjecaj, koristan za starije učenike.
- Mnogi YouTube kanali, poput onih National Geographica ili Student Energyja, nude jasna objašnjenja i animacije o tome kako različite obnovljive tehnologije funkcioniraju.

Bibliografija za odjeljak 3:

Knjige i akademski članci

- Hawken, P., Lovins, A. i Lovins, H. (1999.). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. Little, Brown and Company. Dubinsko istraživanje održivih poslovnih strategija, uključujući inovacije u području obnovljive energije.
- Esty, D. i Winston, A. (2009). *Green to Gold: How Smart Companies Use Environmental Strategy to Innovate, Create Value, and Build Competitive Advantage*. Wiley. Usredotočuje se na društvene i ekonomske utjecaje inicijativa za obnovljivu energiju.
- Roldán Vilora, J. (2015.). *Obnovljivi izvori energije: Sve što trebate znati*. Editorial Almuzara. Praktični vodič kroz tehnologije obnovljive energije, s naglaskom na njihove ekološke prednosti.

Web-stranice i internetski resursi

- Nacionalni laboratorij za obnovljivu energiju (NREL). *Osnove obnovljive energije*. Sveobuhvatne informacije o prednostima i primjenama obnovljive energije. Dostupno na <https://www.nrel.gov>.
- NASA Climate Kids. *Objašnjenje solarne energije za učenike*. Zanimljivi i interaktivni obrazovni alati za mladu publiku. Dostupno na <https://climatekids.nasa.gov>.

Edukativni videozapisi

- *Obnovljivi izvori energije - Vrste energije za djecu*: YouTube video koji pruža jednostavan uvod u koncepte obnovljive energije za mlade učenike. Potražite na YouTubeu po naslovu.
- *DOKUMENTARAC | Obnovljivi izvori energije, čista alternativa*: Istražuje različite tehnologije obnovljivih izvora energije i njihov utjecaj na društvo. Dostupno na YouTubeu.

- *Serijal o klimatskim promjenama – Obnovljiva energija i klimatske promjene:* Ističe ulogu obnovljive energije u borbi protiv klimatskih promjena, s naglaskom na izazove i prednosti.

1.6.4: Izazovi i budućnost obnovljive energije

Iako obnovljiva energija ima mnoge prednosti, postoje i izazovi koje treba prevladati:

- **Pauziranost:** Neki obnovljivi izvori, poput solarnih i vjetroelektrana, pauzirani su, što znači da nisu dostupni cijelo vrijeme.
- **Pohrana:** Razvoj učinkovitih i isplativih načina za pohranu obnovljive energije za upotrebu kada se ona ne proizvodi ključan je.
- **Infrastruktura:** Potrebno je izgraditi novu infrastrukturu, poput dalekovoda, za povezivanje izvora obnovljive energije s potrošačima.
- **Trošak:** Iako se trošak tehnologija obnovljive energije smanjuje, on i dalje može biti prepreka njihovoj primjeni.
- Međutim, budućnost obnovljive energije je obećavajuća. Tekuća istraživanja i razvoj dovode do:
- **Efikasnije i isplativije tehnologije.**
- **Unaprijeđena rješenja za pohranu energije.**
- **Pametnije mreže koje mogu bolje integrirati obnovljive izvore energije.**



Obnovljiva energija je ključna za stvaranje održivog budućnosti. Prelaskom na čišće izvore energije možemo zaštititi naš planet, poboljšati naše živote i osigurati bolju budućnost za nadolazeće generacije.

Naša uloga u održivom društvu

Svi imamo ulogu u stvaranju održivog budućeg.

- **Štedite energiju:** isključite svjetla kad izlazite iz prostorije, isključite uređaje iz struje kad ih ne koristite i, kad god je moguće, hodajte ili vozite bicikl umjesto da se vozite automobilom.



- **Podržite obnovljivu energiju:** Potaknite svoju obitelj i zajednicu da usvoje rješenja s obnovljivom energijom.
- **Učite i educirajte:** Nastavite učiti o obnovljivoj energiji i dijelite svoje znanje s drugima.
- **Inovirajte i stvarajte:** istražite vlastite ideje za održiva rješenja!

Izgradimo svjetliju, čišću budućnost pokretanu nevjerojatnim potencijalom obnovljive energije!

- **Interaktivna rasprava:** Pitajte učenike o njihovim idejama za korištenje obnovljive energije u svakodnevnom životu.
- **Primjeri iz stvarnog svijeta:** Podijelite priče o zajednicama i tvrtkama koje uspješno koriste obnovljivu energiju.
- **Kreativni projekti:** Neka učenici dizajniraju vlastite sustave obnovljive energije ili stvore umjetnička djela koja ilustriraju održivu budućnost.
- **Povežite se s aktualnim događajima:** Raspravljajte o najnovijim vijestima o obnovljivoj energiji i klimatskim promjenama.
- **Scratch projekti:** Neka učenici koriste Scratch projekte koje ste povezali kao način uključivanja u lekciju.

Bibliografija za odjeljak 4: Izazovi i budućnost obnovljive energije

Knjige i akademski članci

- Lovins, A., & Hawken, P. (1999). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. Little, Brown and Company. Istražuje budućnost obnovljive energije i njezine izazove, uključujući tehnološki napredak.
- Esty, D., & Winston, A. (2009). *Green to Gold: How Smart Companies Use Environmental Strategy to Innovate, Create Value, and Build Competitive Advantage*. Wiley. Usredotočuje se na ekonomski i strateški značaj obnovljive energije.
- Ramirez-Montoya, M. S., & Mendoza-Domínguez, A. (2020). *Innovación y sustentabilidad energética*. Editorial ITESO. Raspravlja o izazovima integriranja održive energije u moderne obrazovne sustave.

Web-stranice i internetski resursi

- Međunarodna agencija za obnovljivu energiju (IRENA). *Rješenja za obnovljivu energiju za klimatske promjene*. Pruža istraživanja o prevladavanju problema s nestalnošću i skladištenjem. Dostupno na <https://www.irena.org>.
- Nacionalni laboratorij za obnovljivu energiju (NREL). *Pohrana energije i integracija obnovljive energije*. Nudi uvide u razvoj infrastrukture za obnovljivu energiju. Dostupno na <https://www.nrel.gov>.



Edukativni videozapisi

- *Izazovi u obnovljivoj energiji* (YouTube). Nudi pregled problema s nestalnošću i rješenja za tehnologije pohrane energije. Potražite po naslovu na YouTubeu.
- *Budućnost tehnologija obnovljive energije* (National Geographic). Istražuje tekući napredak i obećavajuće izgleda za obnovljivu energiju. Dostupno na YouTube kanalu National Geographic.
- *Serijski o klimatskim promjenama: Obnovljiva energija i održivost*. Usredotočuje se na izgradnju pametnijih mreža i integraciju obnovljivih izvora. Dostupno na YouTubeu.

Interaktivni obrazovni resursi

- NASA Climate Kids. Sadrži simulacije i alate za učenike za istraživanje tehnologija solarne energije i održivosti. Dostupno na <https://climatekids.nasa.gov>.
- PhET Interactive Simulations. Pruža virtualne laboratorije za istraživanje učinkovitosti obnovljive energije i modele energetske mreže. Dostupno na <https://phet.colorado.edu>.

Pedagoške strategije za poglavlje "Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu", posebno za učenike u dobi od 10 do 14 godina. Želimo ga učiniti zanimljivim, praktičnim i potaknuti duboko razumijevanje.

1. Učenje temeljeno na istraživanju:

- **Strategija:** Postavljajte otvorena pitanja koja potiču učenike na istraživanje i otkrivanje.
 - Primjer: "Kako možemo dobiti više energije iz Sunca?" ili "Koje su prednosti i nedostaci različitih obnovljivih izvora energije?"
- **Implementacija:**
 - Počnite s pitanjem ili problemom.
 - Uputite učenike da istražuju, istražuju i eksperimentiraju.
 - Potičite ih da izvuku vlastite zaključke.

2. Kreativno dizajniranje i izrada modela:

- **Strategija:** Pružite učenicima prilike da kreativno dizajniraju i izrađuju nefunkcionalne modele ili prikaze rješenja na solarni pogon koristeći pristupačne materijale.
- **Primjeri:**
 - Dizajniranje i izrada modela solarne vodene pumpe za udaljeno selo koristeći karton, plastične boce i druge reciklirane materijale.
 - Dizajniranje i skiciranje planova za solarnu punionicu za telefone u javnom parku.
 - Izrada jednostavnih modela koji ilustriraju kako solarni paneli upijaju sunčevu svjetlost (npr. korištenjem reflektirajućih površina).
- **Provedba:**
 - Osigurajte razne jednostavne i pristupačne materijale (kartona, papira, potrepštine za izradu rukotvorina, reciklirane predmete itd.).
 - Potičite maštovit dizajn i prezentaciju umjesto funkcionalnog inženjerstva.



- Omogućite brainstorming i suradničko dizajniranje unutar timova.
- Uputite učenike da objasne kako njihov dizajn treba funkcionirati, čak i ako model nije funkcionalan.

3. Projektni zadaci za rješavanje problema:

- **Strategija:** Uključite učenike u projekte u kojima primjenjuju svoje razumijevanje načela solarne energije kako bi osmislili kreativna rješenja za probleme iz stvarnog svijeta, s naglaskom na proces dizajna i prezentaciju.
- **Primjeri:**
 - Dizajniranje solarno napajane rješenja za određeni problem s kojim se suočava njihova lokalna zajednica (npr. osvjetljavanje tamne staze, napajanje energijom za događaj na otvorenom).
 - Izrada prezentacije, plakata ili kratkog videa koji prikazuje njihov dizajnirani solarni rješenje i objašnjava njegove prednosti.
 - Razvijanje koncepta i vizualne prezentacije za novi proizvod koji koristi solarnu energiju.
- **Implementacija:**
 - Predložite jasne scenarije problema koje se realno mogu riješiti solarnom energijom.
 - Vodite učenike kroz proces dizajnerskog razmišljanja (razumijevanje, idejizacija, dizajniranje, prezentacija).
 - Fokusirajte se na kreativnost i izvedivost koncepta dizajna, kao i na jasnoću njihove prezentacije.
 - Potičite timove da artikuliraju svoje dizajnerske odluke i potencijalni utjecaj svog rješenja.

4. Vizualno učenje i multimedija:

- **Strategija:** Koristite vizuale, videozapise i interaktivne simulacije za poboljšanje razumijevanja.
 - Primjeri:
 - Prikazivanje videozapisa instalacija solarnih panela ili vjetroelektrana.
 - Korištenje simulacija za demonstraciju fotonaponskog učinka.
 - Korištenje infografika za objašnjenje energetske statistike.
- **Implementacija:**
 - Odaberite visokokvalitetne vizualne i multimedijske resurse.
 - Omogućiti raspravu i analizu vizualnih materijala.
 - Koristite internetske resurse poput PhET-a i YouTubea.

5. Suradničko učenje:

- **Strategija:** Poticati timski rad i učenje od vršnjaka.
 - Primjeri:
 - Grupni projekti i prezentacije.
 - Recenzija i povratne informacije među vršnjacima.



- Rasprave i debate u razredu.
- **Implementacija:**
 - Dodijelite uloge i odgovornosti članovima grupe.
 - Osigurati jasne smjernice za suradnju.
 - Omogućiti konstruktivnu povratnu informaciju i raspravu.

6. Poveznice sa stvarnim svijetom:

- **Strategija:** Povežite koncepte s primjenama u stvarnom svijetu i aktualnim događajima.
 - Primjeri:
 - Rasprava o utjecaju klimatskih promjena.
 - Istraživanje lokalnih inicijativa za obnovljivu energiju.
 - Pozivanje gostujućih predavača iz industrije obnovljive energije.
- **Implementacija:**
 - Koristite studije slučaja i primjere iz vijesti.
 - Potičite studente da istražuju i dijele primjere iz stvarnog svijeta.
 - Organizirajte terenske izlete.

7. Differencirana nastava:

- **Strategija:** Prilagodite nastavu kako biste zadovoljili raznolike potrebe učenika.
 - Primjeri:
 - Pružanje više opcija za zadatke.
 - Korištenje različitih metoda poučavanja.
 - Pružanje dodatne podrške ili aktivnosti za produbljivanje gradiva.
- **Provedba:**
 - Procijenite predznanja i stilove učenja učenika.
 - Omogućiti fleksibilno grupiranje i individualiziranu podršku.
 - Ponudite niz resursa i aktivnosti.

8. Kritičko razmišljanje i rješavanje problema:

- **Strategija:** Potaknuti učenike da analiziraju informacije, ocjenjuju dokaze i rješavaju probleme.
 - Primjeri:
 - Analiziranje prednosti i nedostataka različitih obnovljivih izvora energije.
 - Dizajniranje rješenja za izazove pohrane energije.
 - Debata o etici velikih projekata obnovljive energije.
- **Implementacija:**
 - Postavljajte izazovna pitanja i probleme.
 - Omogućiti studentima priliku da opravdaju svoje razmišljanje.
 - Potičite studente da razmotre različite perspektive.

Očekivani ishodi učenja:

- **Duboko razumijevanje:**

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



- Učenici će objasniti tehnologije obnovljive energije i koncepte održivosti.
 - Shvatit će ulogu obnovljivih izvora energije u borbi protiv klimatskih promjena.
- **Kritičko razmišljanje:**
 - Studenti će analizirati informacije o obnovljivoj energiji i rješavati s tim povezane probleme.
- **Povećano sudjelovanje:**
 - Praktične aktivnosti potaknut će interes za znanost i inženjerstvo.
 - Učenici će se osjećati osnaženo da podrže održivost.
- **Suradnja i komunikacija:**
 - Grupni projekti poboljšat će timski rad i komunikacijske vještine.
- **Svijest o stvarnom svijetu:**
 - Učenici će povezati koncepte obnovljive energije s svakodnevnim životom.
 - Razumjet će svoju ulogu kao ekološki odgovornih građana.
- **Praktične vještine:**
 - Razvit će praktične vještine sudjelovanjem u izgradnji različitih projekata.

Očekivani ishodi u učionici:

- **Dinamično učenje:**
 - Učionica će postati prostor za aktivno učenje i suradnju.
- **Povećano sudjelovanje:**
 - Studenti će biti angažiraniji i pokazivati veći interes za aktivnosti na nastavi.
- **Izgradnja zajednice:**
 - Rad u grupama pomoći će izgraditi osjećaj zajedništva.

Ocjenjivanje:

- Kontinuirano vrednovanje kroz promatranje, sudjelovanje, projekte i prezentacije.
- Korištenje rubrika za mjerenje napretka.

"Rješenja za obnovljivu energiju: Izazov zajednice" - Jedinica za igru uloga

Pregled:

Ova aktivnost, "Rješenja za obnovljivu energiju: Izazov zajednice", osmišljena je kako bi uključila učenike u razumijevanje složenosti prijelaza na održivu energetska budućnost. Učenici će preuzeti uloge različitih dionika i surađivati na razvoju sveobuhvatnih rješenja za obnovljivu energiju za određenu zajednicu.

Cilj:

Omogućiti praktično iskustvo istraživanja tehnologija obnovljive energije, razumijevanja njihovih prednosti i izazova te razvoja održivih energetskih planova za zajednicu. Učenici će



učiti o međusobnoj povezanosti tehnologije, politike, okoliša i društva u ostvarivanju održive energetske budućnosti.

Korak	Opis	Uloge
1. Uvod u aktivnost	Predstavite "Rješenja za obnovljivu energiju: izazov zajednice". Objasnite potrebu za održivom energijom i različite izvore obnovljive energije. Definirajte uloge: inženjeri za obnovljivu energiju, planeri zajednice, zagovornici zaštite okoliša i savjetnici za politiku.	Sve uloge (inženjeri, planeri, zagovornici, savjetnici)
2. Podijelite učenike u grupe i dodijelite zajednice	Podijelite učenike u grupe i dodijelite svakoj grupi određenu zajednicu (stvarne ili izmišljene) s jedinstvenim energetske potrebama i resursima. Unutar svake grupe dodijelite uloge: inženjer za obnovljivu energiju, planer zajednice, zagovornik zaštite okoliša i savjetnik za politiku.	Inženjeri, planeri, zagovornici, savjetnici
3. Istraživanje i priprema	Svaki član grupe istražuje svoju dodijeljenu ulogu. Inženjeri se usredotočuju na različite tehnologije obnovljive energije (solarna, vjetroelektrana, hidro, geotermalna, biomasa). Planeri proučavaju energetske potrebe i infrastrukturu zajednice. Zagovornici istražuju utjecaje na okoliš i održivost. Savjetnici istražuju relevantne politike i poticaje.	Inženjeri, planeri, zagovornici, savjetnici
4. Diskusija u grupi i procjena resursa	Grupe raspravljaju o svojim nalazima, procjenjuju resurse zajednice i identificiraju potencijalna rješenja za obnovljivu energiju. Inženjeri predstavljaju tehnološke opcije. Planeri raspravljaju o infrastrukturi i izvedivosti. Zagovornici ističu ekološke aspekte. Savjetnici raspravljaju o političkim okvirima.	Inženjeri, planeri, zagovornici, savjetnici
5. Razviti energetski plan zajednice	Grupe surađuju na izradi detaljnog plana za obnovljivu energiju svoje zajednice. Inženjeri projektiraju integrirane sustave. Planeri izlažu strategije provedbe. Zagovornici osiguravaju ekološku održivost. Savjetnici predlažu preporuke za politiku.	Inženjeri, planeri, zagovornici, savjetnici
6. Prezentacije i simulacija povratnih informacija zajednice	Svaka grupa predstavlja svoj energetski plan, ističući prednosti, izazove i izvedivost. Razred simulira sastanak zajednice, postavljajući pitanja i dajući povratne informacije.	Inženjeri, planeri, zagovornici, savjetnici (predavači) i sve uloge (povratne)

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



		informacije zajednice)
7. Procjena i usavršavanje	Grupe razmatraju povratne informacije i ocjenjuju učinkovitost svojih planova. Usavršavaju svoja rješenja na temelju simuliranih povratnih informacija zajednice i kritika svojih vršnjaka.	Sve uloge (ocjenjivači i poboljšivači)
8. Završne preporuke i akcijski plan	Svaka grupa predstavlja svoje usavršeno rješenje za obnovljivu energiju i izrađuje konačni akcijski plan koji uključuje korake potrebne za provedbu svog rješenja. Zatim razred glasa za najbolji plan za svaku zajednicu.	Sve uloge (kao birači i donositelji odluka)



Poglavlje 2: Nastavni planovi o solarnoj energiji.

Šest razvijenih nastavnih planova tematski su usklađeni s obrazovnim alatima predstavljenima u prethodnom poglavlju. Svaki nastavni plan osmišljen je za korištenje uz pripadajuće obrazovne alate tijekom pripreme, što nastavnicima omogućuje da sadržaj iznesu na koherentan i zanimljiv način. Iako je primarna ciljana publika za ove nastavne planove učenici u dobi od 10 do 14 godina, sadržaj je dovoljno zreo i intelektualno poticajan da bude zanimljiv i starijim učenicima. Iako su nastavni planovi osmišljeni kao međusobni dodaci, nastavnici su slobodni koristiti jedan nastavni plan, odabrati određene odjeljke ili kombinirati elemente iz više nastavnih planova. Osmišljeni su tako da budu fleksibilni, jasni i jednostavni za korištenje.

Poglavlje 2.1: Planovi nastave - Solarna energija i znanost o svjetlu.

Naslov

Solarna energija i znanost o svjetlu

Datum	
Nastavno osoblje	Gospodin/Gospođa/Gospođica
Polugodište	
Razred	10-14 godina
Vrijeme/Trajanje	2 sata
Ključno područje učenja	Prirodne znanosti, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost, matematika (STEAM)

Sažetak

Nastavni plan razvijen na temu "Solarna energija i znanost o svjetlu" dio je projekta #Solar4Future+ financiranog iz programa Erasmus+. Cilj projekta je uključiti STEAM u područje klimatskih promjena i promicati kulturu virtualne suradnje među nastavnicima, učenicima i školama u borbi protiv klimatskih promjena.



Projekt se posebno bavi solarnom energijom. U ovom tečaju učenici će biti educirani o solarnoj energiji i znanosti o svjetlu općenito.

Ciljevi sata

Glavni cilj ovog sata je povećati znanje, razumijevanje i vještine učenika o temama solarne energije i znanosti o svjetlu, a istovremeno popularizirati temu solarne energije, održive energije i STEAM-a općenito među učenicima u mnogim različitim zemljama Europe.

Dob učenika

10 - 14

Nastavni resursi (materijali i online alati)

- Naočale
- Voda
- Narančini sok
- Bočni filtri
- Baterijska svjetiljka
- Bijeli list papira
- Poglavlje 1 - Solarna energija i znanost o svjetlu iz kurikuluma o solarnoj energiji
- Informacije o tehnologiji solarne energije:
<https://archive.epa.gov/climatechange/kids/solutions/technologies/solar.html>
- Informacije o znanosti o svjetlu:
<https://www.britannica.com/science/light>
- Informacije o energetske bilancu:
<https://scied.ucar.edu/learning-zone/how-climate-works/energy-budget>
- Informacije o solarnoj energiji:
<https://www.britannica.com/science/solar-energy>

Planovi nastave

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



Jedan sat = 40 minuta

1. Razumijevanje znanosti o svjetlu. Pedagoška strategija - Učenje temeljeno na istraživanju / Postavljanje pitanja i rasprava				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stečene vještine	Vrijeme 1. sat
1. Teorija svjetlosti	Objašnjavanje osnova teme znanosti o svjetlu na razumljiv i zanimljiv način, uz davanje primjera i situacija učenicima, što će im pomoći da lakše razumiju teoriju. (Koristiti informacije iz 1.1.2. Znanstvena osnova svjetla, str. 10. – 11.)	Pružanje informacija i znanja o temi – znanost o svjetlu.	Osnovno razumijevanje načina na koji svjetlost djeluje u prirodi i kako je povezana sa solarnom energijom.	Otpriblike 15 minuta
2. Valne duljine u praksi	Učenici će koristiti baterijsku lampu s različitim obojenim filterima kako bi usmjerili svjetlost kroz praznu čašu, čašu s vodom i čašu s trećom obojenom tekućinom te promatrali koje se boje najviše apsorbiraju u svakoj od tih tekućina na bijelom papiru. (Svjetlosni valovi u praksi, str. 14. – 15.). Nastavnik bi trebao uključiti sve učenike u vježbu i zatražiti od njih da zabilježe opažanja (The Light Waves in Praxis str. 14. – 15.).	Prezentirajte vidljiv primjer kako valne duljine djeluju.	Razumijevanje što je vidljiva svjetlost i kako se apsorbira	Otpriblike 10 minuta
3. Postavljanje pitanja i rasprava o	Nastavnik će uključiti razred u raspravu postavljanjem pitanja o temi	Osigurati dublje razumijevanje elektromagnetskih valova i valnih duljina te	Razumijevanje što su elektromagnetski valovi i valne duljine te kako oni djeluju u odnosu na	Približno 15 minuta

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



temi elektromagnetskih valova	elektromagnetskih valova, valnih duljina i eksperimenata u kojima je razred sudjelovao. (The Light Waves in Praxis str. 14 – 15). Nastavnik može uključiti razred i tijekom eksperimenta. Ne nužno nakon toga.	njihove povezanosti sa solarnom energijom.	fotonaponske ćelije	
-------------------------------	--	--	---------------------	--

2. Razumijevanje solarne energije. Pedagoška strategija – postavljanje pitanja i rasprava

Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stečene vještine	Vrijeme
Teorija solarne energije	Objašnjavanje osnova teme solarne energije na razumljiv i zanimljiv način, pružajući učenicima primjere i situacije koje će im pomoći da lakše razumiju teoriju. (1.1.1: Solarna energija str. 5 - 9)	Pružanje informacija i znanja o temi – Solarna energija.	Osnovno razumijevanje solarne energije, čimbenici koji utječu na solarnu energiju i energetski bilancu.	Otprilike 10 minuta
Sudnica o solarnoj energiji	Nastavnik će podijeliti učionicu u dva tabora i uključiti ih u raspravu o prednostima i izazovima solarne energije. (Sudnica solarne energije str. 16)	Razumjeti prednosti i nedostatke solarne energije.	Razvijanje kritičkog razmišljanja i argumentacijskih sposobnosti učenika. Stjecanje dubljeg razumijevanja solarne energije.	Približno 20 minuta
Rasprava o solarnoj energiji	Nakon debate učitelj će uključiti obje skupine u raspravu kako bi se zajedno došlo do zaključka o ovoj temi. (Solar Power courtroom pp. 16)	Dublje razumijevanje solarne energije	Razvoj kritičkog razmišljanja. Dublje razumijevanje solarne energije	Približno 10 minuta

3. Prikupljanje solarne energije i mogućnosti. Pedagoška strategija - Postavljanje pitanja i rasprava / Rasprave u malim grupama				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stečene vještine	Vrijeme
Uvijek u to kako se hvata solarne energije.	Objašnjavanje načina rada fotonaponske ćelije i solarno-termičke tehnologije te njihovih razlika. (1.1.3: Kako možemo uhvatiti solarnu energiju? Str. 11 - 13).	Edukacija učenika o različitim uređajima za iskorištavanje solarne energije	Osnovno razumijevanje Fotovoltaička ćelija i solarna toplinska tehnologija	Približno 10 minuta
Uvijek u mogućnosti karijernog napredovanja koje nudi industrija solarne energije	Pružanje informacija o tržištu rada u području obnovljive energije. 1.1.4: Tržište rada u obnovljivoj energiji. Str. 13 - 14).	Edukacija studenata o brojnim karijernim putevima koje mogu slijediti u industriji solarne energije	Razumijevanje uloga u sektoru solarne energije i njihovih odgovornosti	Približno 5 minuta
Rasprava o parkovima solarne energije	Podjela učionice u grupe od po pet učenika. Dodijeliti im zadatak da odluče gdje postaviti park solarnih panela . Postaviti im dodatna pitanja iz jedinice s igranjem uloga. (Implementacija rasprave o solarnim panelima. str. 15 – 16). Uključiti i druge grupe da daju svoje mišljenje o toj temi. Kao što je navedeno u odjeljku o igranju uloga. (Rasprava o implementaciji solarnih panela. Str. 15 – 16).	Pružanje dubljeg razumijevanja fotonaponskih ćelija i čimbenika koji im mogu spriječiti učinkovit rad	Dublje razumijevanje fotonaponskih ćelija . Razvijenije kritičko razmišljanje, argumentacijske sposobnosti i analitičko razmišljanje, jer učenici moraju uzeti u obzir sve prethodno dane informacije kako bi uspješno obavili zadatak.	Približno 25 minuta

Povratne informacije i evaluacija

Ocjenjivanje

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



Metoda evaluacije	Detalji
Promatravanje i sudjelovanje	Nastavnici promatraju angažman učenika na nastavi i u aktivnostima.
Promatranje i rezultati	Nastavnici promatraju razumijevanje teme

Povratne informacije

Metoda prikupljanja povratnih informacija	Detalji
Postavljanje pitanja	Nastavnik izravno traži povratne informacije od učenika nakon završetka sata
Anketa - 1	Anonimna anketa za studente, kako bi se saznalo koliko je nastava bila zanimljiva studentima i jesu li stekli bolje razumijevanje teme
Anketa - 2	Anonimna anketa za nastavnike kako bi se dobila njihova mišljenja o kurikulumu o suncu

1. [Anketa za studente.](#)
2. [Anketa za nastavnike.](#)

Poglavlje 2.2: Nastavni planovi - Dizajniranje i izrada uređaja na solarni pogon.

Naslov i ključne informacije nastavnog plana

Dizajniranje i izrada uređaja na solarni pogon

Datum	
Nastavno osoblje	Gospodin/Gospoda/Gospodica
Polugodište	
Razred	14 godina
Vrijeme/Trajanje	
Ključno područje učenja	Prirodne znanosti, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost, matematika (STEAM)

Ciljevi lekcije

- Razumjeti kako solarni paneli pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju.
- Dizajnirajte i izradite funkcionalan uređaj na solarni pogon.
- Razviti timski rad i inženjerske vještine kroz suradničko prototipiranje.
- Razmislite o ulozi solarne energije u rješavanju ekoloških izazova.

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

Sažetak

Učenici će istražiti solarnu energiju i njezine primjene dizajniranjem i izradom uređaja na solarni pogon. Kroz praktične aktivnosti naučit će kako fotonaponske ćelije proizvode električnu energiju i eksperimentirati s optimizacijom performansi svog uređaja. Nastava naglašava timski rad, kreativnost i tehničko rješavanje problema.

Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
Praktični solarni uređaj	Uključite učenike u dizajniranje i izradu uređaja na solarni pogon kako bi razumjeli principe solarne energije i njezine praktične primjene.	Raspravite o primjerima solarnih uređaja iz stvarnog svijeta. Pokažite kako mali solarni panel napaja LED svjetlo ili ventilator. Objasnite čimbenike koji utječu na učinkovitost solarne energije (npr. kut upada sunčevih zraka, intenzitet). Podijelite učenike u male grupe za zajedničko osmišljavanje ideja za uređaje (npr. ventilator ili svjetlo na solarni pogon). Osigurajte materijale za izradu prototipova, pazeći na ispravne spojeve između komponenti kao što su solarni paneli, žice i motori. Potičite eksperimentiranje s kutovima panela radi optimizacije performansi. Testirajte uređaje u različitim svjetlosnim uvjetima (npr. na suncu, u sjeni). Zabilježite opažanja i prilagodite dizajn radi poboljšanja učinkovitosti.	Razumjeti kako fotonaponske ćelije pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju. Primijeniti inženjerske koncepte za izradu funkcionalnih prototipova. Razvijanje timskog rada i vještina rješavanja problema kroz suradničko dizajniranje i testiranje	Formativno: ocjenjujte funkcionalnost prototipova i razumijevanje principa solarne energije tijekom grupnih rasprava. Završna ocjena: Procijeniti kreativnost u dizajnu, učinkovitost timskog rada i jasnoću izlaganja rezultata tijekom završnih rasprava.
Istraživanje učinkovitosti solarnih panela putem simulacija	Uvedite učenike u koncept učinkovitosti solarnih panela koristeći digitalne simulacije prije prelaska na praktično izradu prototipova.	Koristite PhET simulacije učinkovitosti solarnih panela ili Tinkercad krugove kako biste istražili kako kut upada sunčeve svjetlosti, intenzitet i vremenski uvjeti utječu na proizvodnju energije. U grupama raspravljajte o rezultatima simulacija i odlučite o dizajnu uređaja na temelju spoznaja o	Analizirajte čimbenike koji utječu na učinkovitost solarnih panela pomoću simulacija. Primijenite teorijsko znanje za poboljšanje fizičkih prototipova.	Formativno: Promatrajte angažman studenata tijekom simulacija i njihovu sposobnost povezivanja teorijskih koncepata s praktičnim dizajnom Sumativno: Procijenite



Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
		učinkovitosti (npr. optimalni kutovi panela). Izradite fizičke prototipove koristeći dostupne materijale, primjenjujući znanje stečeno iz simulacija. Testirajte uređaje u različitim uvjetima i usporedite rezultate s predviđanjima iz simulacija.	Unaprijedite kritičko razmišljanje uspoređujući digitalne modele s rezultatima iz stvarnog svijeta.	prototipove na temelju funkcionalnosti i poboljšanja učinkovitosti prema uvidima iz simulacija.

Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Procjena i povratne informacije
Solarna energija u stvarnim primjenama	Potičite učenike da razmisle o utjecaju solarne energije na okoliš i istraže njezine potencijalne primjene u rješavanju globalnih izazova.	- Raspravite o važnosti obnovljivih izvora energije poput solarne energije u smanjenju ugljičnog otiska i borbi protiv klimatskih promjena. - U grupama izrađujte uređaje na solarni pogon, uzimajući u obzir kako bi se mogli prilagoditi za primjenu u stvarnom svijetu (npr. napajanje domova ili vanjska rasvjeta). - Grupe predstavljaju svoje uređaje, objašnjavajući dizajnerske odluke i potencijalne primjene u stvarnim scenarijima. - Olakšajte raspravu u razredu o širim implikacijama usvajanja solarne energije.	Razumjeti ekološke prednosti obnovljivih izvora energije poput solarne energije. Razviti inovativna rješenja za stvarne izazove koristeći inženjerske principe. Poboljšati komunikacijske vještine kroz prezentacije i rasprave.	Praćenje grupnih rasprava o utjecaju na okoliš i kreativnosti tijekom sesija prototipiranja. Ocijenite prezentacije s aspekta jasnoće, relevantnosti i dubine razumijevanja primjena solarne energije.

Ciljevi lekcije



1. Uvesti principe solarne energije

Osigurati da učenici razumiju kako se solarna energija koristi i pretvara u električnu energiju pomoću fotonaponskih ćelija. Učenici će naučiti znanost iza solarnih panela, uključujući kako sunčeva svjetlost interagira s fotonaponskim ćelijama kako bi proizvela električnu energiju. Ovo temeljno znanje pripremit će ih za praktične aktivnosti i primjene u stvarnom svijetu.

2. Razvijanje vještina rješavanja problema

Potičite učenike da tijekom procesa dizajna i izrade prototipa prepoznaju izazove i osmisle rješenja. Kroz rad u grupama učenici će se suočiti s tehničkim i kreativnim izazovima, poput optimizacije kutova solarnih panela ili otklanjanja kvarova u strujnim krugovima. To potiče kritičko razmišljanje i otpornost.

3. Poticanje suradnje i timskog rada

Potaknite učinkovit timski rad tako da učenici surađuju u malim grupama na dizajniranju, izradi i testiranju svojih uređaja na solarni pogon. Rad u timovima omogućuje učenicima da dijele ideje, podijele odgovornosti i uče jedni od drugih, razvijajući međuljudske vještine ključne za buduća akademska i profesionalna okruženja.

4. Primijenite teorijsko znanje u praksi

Omogućite učenicima da primijene teorijske koncepte učinkovitosti solarne energije u praktičnoj aktivnosti. Dizajniranjem i izradom uređaja na solarni pogon, učenici premošćuju jaz između teorije i prakse, jačajući svoje razumijevanje znanstvenih principa kroz eksperimentiranje.

5. Poboljšati kreativnost i inovativnost

Inspirirajte studente da razmišljaju kreativno dok dizajniraju jedinstvene uređaje na solarni pogon. Učenici će razrađivati ideje za svoje prototipove, potičući ih da osmisle rješenja koja bi mogla imati primjenu u stvarnom svijetu, poput održivih energetske sustava ili ekološki prihvatljivih uređaja.

6. Potaknuti ekološku svijest

Istaknite važnost obnovljivih izvora energije poput solarne energije u rješavanju ekoloških izazova. Kroz rasprave i promišljanja učenici će razumjeti kako solarna energija doprinosi smanjenju ugljičnog otiska i ublažavanju klimatskih promjena, potičući osjećaj odgovornosti prema održivosti.

7. Jačanje analitičkih vještina

Naučite učenike analizirati rad svojih prototipova u različitim uvjetima (npr. intenzitet svjetla ili kut). Koristeći alate poput multimetara i bilježenja opažanja, učenici će naučiti procjenjivati učinkovitost, otklanjati probleme i vršiti prilagodbe temeljene na podacima kako bi optimizirali svoje uređaje.

8. Razvijanje komunikacijskih vještina

Potičite jasnu komunikaciju kroz grupne prezentacije i razredne rasprave o njihovim prototipovima i nalazima.

Učenici će predstaviti svoje dizajne, objasniti svoje odluke i podijeliti rezultate s kolegama, čime će poboljšati svoju sposobnost učinkovitog izražavanja ideja i u tehničkim i u netehničkim kontekstima.

Dob učenika

Lekcija je osmišljena za učenike u dobi od **14 godina**.



Nastavni resursi (materijali i online alati)

1. Komponente solarne energije:

- Mali solarni paneli
- LED svjetla, mali motori ili ventilatori (ovisno o projektu)
- Žice, konektori i aligator klijesta
- Multimetri za mjerenje napona i struje
- Razni građevinski materijali (npr. karton, plastične čaše, drvene štapiće)
- Osnovni alati (škare, ljepljiva traka, strugač za žice, pištolj za vruće ljepilo)

2. Materijali za izradu prototipa:

- Karton ili drugi materijali za kućišta uređaja
- Mala kotačića i osovine za modele (za automobile na solarni pogon)
- 3D pisači i CAD softver (po želji za naprednije projekte)

3. Sigurnosna oprema:

- Zaštitne naočale za praktične aktivnosti

4. Alati za demonstraciju:

- Prethodno sastavljen uređaj na solarni pogon za demonstraciju funkcionalnosti
- Pristup snažnim umjetnim izvorima svjetlosti za testiranje u kontroliranim uvjetima

Internetski alati

1. Platforme za simulaciju:

- PhET simulacije učinkovitosti solarnih panela: Interaktivni alat za istraživanje učinkovitosti solarnih panela u različitim uvjetima
- Tinkercad krugovi: Za dizajniranje i testiranje virtualnih solarnih krugova prije fizičkog prototipiranja[1].

2. Edukativne igre:

- Solar Simulator: Igrafizirana platforma na kojoj učenici dizajniraju solarne sustave i rješavaju stvarne izazove povezane sa solarnom energijom.

3. Video resursi:

- YouTube videozapisi koji objašnjavaju kako solarni paneli funkcioniraju:
- Kako solarna energija funkcionira (osnovni pregled) <https://www.youtube.com/watch?v=dHVZ6jEf8To>
- Kako solarni paneli funkcioniraju? (napredna fizika solarnih ćelija) <https://youtu.be/8RjGHmlOu58?si=MrtLmrKVAtUaF3GI>

4. Besplatni online tečajevi:

- Uvod u obnovljivu energiju, Solar Energy International (SEI): Obrađuje osnovne koncepte obnovljive energije. <https://www.solarenergy.org/courses/introduction-to-renewable-energy/>
- Biblioteka webinar SEI-ja: Nudi snimljene webinare o raznim solarnim temama. <https://www.solarenergy.org/webinars/>

5. Banke znanja i kompleti alata:

- Solar Schools' Knowledge Bank: Samostalni resurs za učenje za učenike za istraživanje energetske teme. <https://solarschools.net/knowledge-bank/energy>



Interaktivne aktivnosti u učionici

1. Projekti

- Izradite uređaj na solarni pogon, poput ventilatora ili malog automobila, koristeći dostavljene materijale
- Rastavite i analizirajte solarni kalkulator kako biste razumjeli njegove komponente i predložili poboljšanja u dizajnu.

2. Dizajnerski izazovi:

- Koristite CAD softver za dizajniranje automobila isprintanog na 3D printeru na solarni pogon i testirajte njegove performanse
- Isplanirajte solarni energetski sustav za mobilnu učionicu ili uvjete za pomoć u katastrofama.

3. Testiranje i optimizacija:

- Eksperimentirajte s različitim kutovima i intenzitetima svjetla kako biste optimizirali rad solarnih panela.
- Bilježite opažanja pomoću multimetara za mjerenje promjena napona i struje pod različitim uvjetima

Predloženi kompleti i materijali:

- Solarni edukativni setovi (**povoljni i prikladni za početnike**):
 - o *Elenco Snap Circuits Green – Set za alternativnu energiju*
Praktičan komplet koji uključuje mali solarni panel, ventilator i komponente za svjetlo. Jednostavan za korištenje, s dijelovima na zaključavanje—odličan za početnike.
 - o *OWI Solarni znanstveni komplet*
Nudi nekoliko mini modela na solarni pogon (automobil, brod, vjetrenjača). Idealno za pokazivanje kako sunčeva svjetlost napaja male strojeve.
 - o *SunWind komplet solarnih panela za djecu*
Uključuje male panele, motore, žice i ventilatore. Povoljno i višekratno upotrebljivo za više projekata.

Osnovni materijali za uradi-sam projekte:

- Mali solarni paneli (2V–6V, često uključeni u setove ili dostupni na platformama poput Amazona ili AliExpressa)
- LED svjetla, mali DC motori ili mini ventilatori
- Žice, aligator kliješta i konektori
- Multimetri (povoljni digitalni modeli, npr. AstroAI ili TekPower)
- Karton, plastične čaše, drvene štapiće, reciklirani materijali
- Osnovni alati: škare, pištolj za vruće ljepilo, strugač žice, ljepljiva traka

Online alati i resursi:

- **PV Education** – Jasne simulacije i objašnjenja kako fotonaponski sustavi funkcioniraju
- **NASA Climate Kids – Solarna energija** – Jednostavna objašnjenja i vizualni prikazi za mlađe učenike
- **PhET Interactive Simulations (Simulacija solarne ćelije)** – Izvrsno za istraživanje kako svjetlost, materijal panela i kut utječu na proizvodnju energije
- **Instructables.com** – Upute korak po korak za solarne projekte za učionice i hobiste

Planovi lekcija

1 sat = 45 minuta

Pedagoška strategija 1: Praktični solarni uređaj				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme (sat)



Izrada i testiranje solarne naprave	Podijelite učenike u male grupe. Svaka grupa dobiva materijale (solarni panel, žice, LED dioda/ventilator itd.). Izrađuju osnovni uređaj na solarni pogon. Testiraju rad u različitim uvjetima osvjetljenja i eksperimentiraju s kutom nagiba solarnog panela.	Razumjeti kako fotonaponske ćelije funkcioniraju i kako dizajn utječe na performanse.	Osnove inženjerstva, timski rad, eksperimentiranje, promatranje	25 minuta
Refleksija i poboljšanje	Grupe raspravljaju o tome što je uspjelo, a što nije. Svaki tim predstavlja svoja otkrića i predlaže poboljšanja. Raspravite o čimbenicima koji utječu na učinkovitost (npr. intenzitet svjetla, kut, sjena).	Produbite razumijevanje načela solarne energije i dizajnerskog razmišljanja.	Komunikacija, kritičko razmišljanje, samoprocjena, prezentacijske vještine	20 minuta

Pedagoška strategija 2: Istraživanje solarne učinkovitosti putem simulacija				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme
Simulacija učinkovitosti solarnih panela	Studenti koriste internetsku simulaciju (npr. PhET Solar Panel Simulation ili sličnu). Podesive su varijable: kut sunčeve svjetlosti, površina panela, temperatura i intenzitet svjetlosti. Zabilježite kako svaka od njih utječe na energetski izlaz.	Razumjeti kako okolišni i tehnički čimbenici utječu na učinkovitost solarnih panela.	Tumačenje podataka, digitalna pismenost, znanstveno rasuđivanje, istraživačke vještine	25 minuta
Analizirati i raspraviti nalaze	U parovima ili malim grupama učenici uspoređuju rezultate svojih simulacija. Zajedno kao razred raspravljaju o ključnim trendovima i implikacijama u stvarnom svijetu (npr. najbolje	Razmislite o ključnim konceptima i povežite simulacije s praktičnim primjenama solarne energije.	Suradnja, komunikacija, kritičko razmišljanje, sinteza znanstvenih podataka	20 minuta



	postavljanje panela u domovima).			
--	----------------------------------	--	--	--

Pedagoška strategija 3: Solarna energija u primjenama u stvarnom svijetu				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stecene vještine	Vrijeme
Igranje uloga – Građanski forum o solarnoj energiji	Učenici dobivaju kartice s ulogama i pripremaju kratke izjave. Glumeći članove zajednice, raspravljaju i debatiraju o dvjema opcijama projekta solarne energije, s ciljem postizanja preporuke grupe.	Razumjeti različite perspektive u donošenju odluka o energiji te istražiti pravednost, održivost i utjecaj na zajednicu.	Kritičko razmišljanje, preuzimanje perspektive, javni nastup, suradnja, donošenje odluka.	30 minuta
Prezentacije grupa i rasprava	Svaka grupa ukratko predstavlja svoje nalaze. Vodite raspravu sa cijelim razredom o tome kako solarna energija mijenja svijet i što bi moglo poboljšati njezinu primjenu.	Potičite razmišljanje o održivosti i energetske rješenjima za budućnost.	Javno nastupanje, sinteza, komunikacija, ekološka osviještenost	15 minuta

Povratne informacije i evaluacija

Ocjenjivanje

Metoda evaluacije	Detalji
Promatranje i sudjelovanje	Nastavnici promatraju angažman učenika na nastavi i u aktivnostima.
Promatranje i rezultati	Nastavnici promatraju razumijevanje teme

Povratne informacije

Metoda prikupljanja povratnih informacija	Detalji



Postavljanje pitanja	Nastavnik izravno traži povratne informacije od učenika nakon završetka sata
Anketa - 1	Anonimna anketa za studente, kako bi se stekao uvid u to koliko je nastava bila zanimljiva studentima i jesu li stekli bolje razumijevanje teme
Anketa - 2	Anonimna anketa za nastavnike kako bi se dobila njihova mišljenja o kurikulumu o suncu

1. [Anketa za studente.](#)
2. [Anketa za nastavnike.](#)

Poglavlje 2.3: Planovi nastave - Umjetnički izraz kroz solarnu energiju.

Naslov i ključne informacije nastavnog plana

UMJETNIČKO IZRAŽAVANJE POMOĆU SOLARNE ENERGIJE

Datum	
Nastavno osoblje	Gospodin/Gospođa/Gospođica
Polugodište	
Razred	13-16 godina
Vrijeme/Trajanje	
Ključno područje učenja	Prirodne znanosti, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost, matematika (STEAM)

Sažetak

Botanička fotografija - Osnove kemijskih komponenti i otopina za cijanotipije, antotipije i tiskanje klorofilom.

Učenici će otkriti različite tehnike solarne fotografije i njihov utjecaj na okoliš, osmišljavajući održiva umjetnička rješenja za svoje fotografije.

Ciljevi sata

- Izrada fotografskih slika pomoću tiskanja na energiju sunca na botaničkim elementima, papiru i prirodnim tkaninama



- Razumjeti kako prirodni i organski materijali mogu doprinijeti održivosti
- Razvijanje timskog rada, istraživačkih i prezentacijskih vještina.

Dob učenika

13 - 16 godina

Nastavni resursi (materijali i online alati)

- Reciklirani materijali (papir, prirodne tkanine, staklo, keramika)
- Otisci fotografskih negativaca
- Online tutorijali:
 - https://alternative-processes-s-school1.teachable.com/p/alternative-processes-academy-spring-equinox?coupon_code=SPRINGEQUINOX
 - <https://www.alternativephotography.com/processes/>

Materijali: papir, prirodne tkanine, botanički elementi, fotografski negativni filmovi, pisač za sitotisk.

Bibliografija:

- "Povratak osnovama – Vodič kroz ekološku foto-kemiju. Svezak 1", the Sustainable Darkroom, 2024.

Planovi lekcija

Pedagoška strategija 1: Zagrijavajuće vježbe za botaničku fotografiju				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stečene vještine	Vrijeme (sat)
Izrada i testiranje botaničke fotografije	Osnove kemijskih komponenti i otopina za cijanotipe i antotipove. Podijelite učenike u male grupe. Svaka grupa dobiva materijale (papir, emulzije itd.). Izrađuju različite oblike cijanotipija i antotipija	Razumjeti kako funkcionira fotografija sunskim otiskom. Izrada fotografskih slika pomoću tiskanja na energiju sunca na botaničkim elementima, papiru i prirodnim tkaninama.	Analogna fotografija, eksperimentalna fotografija, timski rad, Teorijske i praktične vještine za poboljšanje procesa i ponašanja u ulozi budućeg ekološkog fotografa koji radi u održivom mračnom prostoru	45 minuta



	od negativnih filmskih traka ili listova. Testiraju sunprintove u različitim uvjetima osvjetljenja i vremenom izlaganja.			
Refleksija i poboljšanje	Grupe raspravljaju o tome što je uspjelo, a što nije. Svaki tim predstavlja svoja otkrića i predlaže poboljšanja. Prikažite rezultate (npr. tamninu sunčanih otisaka, sjene, nijanse boja).	Eksperimentalno razumijevanje principa solarne fotografije.	Komunikacija, kritičko razmišljanje, samoprocjena, prezentacijske vještine	45 minuta

Pedagoška strategija 2: Antotipografija				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme
Radionica: Anthotipski postupak (tiskanje fotografija pomoću soka dobivenog iz latica cvijeća, kore voća i pigmenta iz biljaka)	Objasnite proces antotipije i kako su ga u 19. stoljeću koristile umjetnice poput Anne Atkins. Prikažite primjere antotipova i objasnite kako se biljni materijali koriste kao svjetlosno osjetljive tvari. Objasnite znanost koja stoji iza načina na koji antotipi funkcioniraju (npr. svjetlosna osjetljivost biljnih pigmenata).	Izrada fotografskih otisaka pomoću biljaka Podučiti studente o procesu i povijesti antotipije	Praktične vještine za poboljšanje procesa botaničke fotografije (izbjegavanje upotrebe kemijskih zagađivača) Analogna fotografija: Studenti će naučiti kako fotografirati biljni svijet s pažnjom na osvjetljenje, kompoziciju i detalje.	45 minuta
Analizirajte i raspravite nalaze	U parovima ili malim grupama, studenti uspoređuju svoje antotipne rezultate.	Razmišljati o ključnim konceptima i povezati eksperimente s praktičnim primjenama solarne energije u umjetnosti.	Suradnja, komunikacija, kritičko razmišljanje, sinteza znanstvenih podataka primijenjenih na područje fotografije.	45 minuta



Pedagoška strategija 3: Tiskanje klorofilom.				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme
Radionica: Tiskanje klorofilom.	Tiskanje sunčevom svjetlošću, vodom i lišćem. Korištenje pigmenata procesa fotosinteze koji daje život za razvijanje slika. Proces klorofila je organski alternativni fotografski postupak sličan procesu antotipije. Međutim, umjesto ispisa na zdrobljenom ekstraktu voća ili biljnog materijala, otisci se izlažu sunčevoj svjetlosti i bjelje se izravno na površinu listova koristeći pozitivni predložak.	Izrada fotografija pomoću klorofilnih otisaka na lišću. Upoznati učenike s konceptom tiskanja klorofilom i njegovim značajem u umjetnosti i fotografiji.	Praktična primjena prirode, listova i cvijeća za izradu rukotvorina i umjetničkih fotografija bez upotrebe kemijskih otapala. Tehničke tehnike tiskanja: Učenici će steći vještine izrade jedinstvenih, neponovljivih otisaka koristeći tehniku tiskanja klorofilom. Znanstveno razumijevanje: Učenici će steći dublje razumijevanje odnosa između biologije biljaka (klorofila) i svjetlosno osjetljivih materijala. Umjetničko izražavanje: Učenici će imati priliku izraziti svoju kreativnost kroz različite kompozicije, materijale i vrijeme izlaganja. Ekološki prihvatljive umjetničke prakse: Učenici će razviti cijenjenje održivih i ekološki osviještenih umjetničkih procesa.	45 minuta
Grupne prezentacije i rasprava	Svaka grupa ukratko predstavlja svoje rezultate. Vodite raspravu sa cijelim razredom o tome kako bi solarno tiskanje moglo promijeniti svijet fotografije i što bi moglo poboljšati njegovu primjenu.	Potičite razmišljanje o održivosti i rješenjima za sunčano tiskanje u budućnosti.	Javno nastupanje, sinteza, komunikacija, ekološka osviještenost	45 minuta



Povratne informacije i evaluacija

Evaluacija

Metoda evaluacije	Detalji
Promatranje i sudjelovanje	Nastavnici promatraju angažman učenika na nastavi i u aktivnostima.
Promatra se i bilježe se rezultati	Nastavnici promatraju razumijevanje teme

Povratne informacije

Metoda prikupljanja povratnih informacija	Detalji
Postavljanje pitanja	Nastavnik izravno traži povratne informacije od učenika nakon završetka sata
Anketa - 1	Anonimna anketa za studente, kako bi se stekao uvid u to koliko je nastava bila zanimljiva studentima i jesu li stekli bolje razumijevanje teme
Anketa - 2	Anonimna anketa za nastavnike kako bi se dobila njihova mišljenja o kurikulumu o suncu

1. [Anketa za studente.](#)
2. [Anketa za nastavnike.](#)

Poglavlje 2.4: Planovi nastave - Istraživanje solarne energije kroz matematiku.

Naslov i ključne informacije nastavnog plana

Istraživanje solarne energije kroz matematiku

Datum	
Nastavno osoblje	Gospodin/Gospođa/Gospođica
Polugodište	
Razred	10-14 godina



Datum	
Vrijeme/Trajanje	4 sata
Ključno područje učenja	Prirodne znanosti, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost, matematika (STEAM)

Sažetak

- Aktivnost je strukturirana u četiri sekvence (4 sata):
- Solarna energija predstavljena kroz projekte e-knjiga (prvi sat)
- Rješavanje problema/praktične primjene vezane uz solarne panele (drugi sat)
- Odnos između solarne energije – agrivoltaike i poljoprivrede – studija slučaja i rješavanje problema vezanih uz biomasu (treći sat)
- Solarna energija kroz eksperimente (četvrti sat)

Ključne informacije:

Istraživanje solarne energije kroz prizmu matematike otkriva duboku međusobnu povezanost između apstraktnih koncepata i primjena u stvarnom svijetu. Od izračunavanja solarne zračnosti i optimizacije postavljanja panela do modeliranja učinkovitosti pretvorbe energije i predviđanja dugoročnih performansi, matematika pruža ključne alate za razumijevanje i napredak solarne tehnologije.

Ciljevi sata

1. **Primjena matematičkih koncepata u kontekstu solarne energije:** Učenici će moći koristiti matematičke operacije (zbrajanje, oduzimanje, množenje, dijeljenje, postotci) za rješavanje praktičnih problema vezanih uz solarnu energiju.
2. **Razumijevanje odnosa između matematike i znanosti:** Učenici će promatrati kako je matematika ključan alat u analizi i razumijevanju znanstvenih pojava, osobito solarne energije.
3. **Razvijanje vještina analize i interpretacije podataka:** Učenici će naučiti interpretirati grafikone, tablice i druge grafičke prikaze podataka vezanih uz solarnu energiju.

Dob učenika

10-14 godina



Nastavni resursi (materijalni i online alati)

- Google Prezentacije
- Book Creator, Google Docs, Canva
- Materijali: flipchart, papir za flipchart, flomasteri, stakleni cilindri, termometar, crni papir, kartonske kutije, aluminijska folija, čvrsta hrana (maslac, čokolada).
- Poveznice:
 - https://ro.wikipedia.org/wiki/Sistemul_solar
 - <https://ro.wikipedia.org/wiki/Soare>
 - <https://ro.wikipedia.org/wiki/Pamant>
 - https://ro.wikipedia.org/wiki/Energie_solara
 - <https://www.e-acumulatori.ro/blog/cate-panouri-fotovoltaice-sunt-necesare-pentru-o-casa.html>
 - <https://revista-ferma.ro/si-lucerna-cere-tehnologie/>

Planovi nastave

Jedan sat = 50 minuta

Pedagoška strategija – 1				
Učenje temeljeno na projektima (PBL) i integracija tehnologije				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stečene vještine	Vrijeme (Sati)
Solarna energija kroz projekte e-knjiga	Zadaci: Učenici će izraditi tri e-knjige koristeći jednu od specifičnih aplikacija poput Book Creatora, Google Docs, Canve, FlipBuildera itd. kao timske projekte. Učenici su podijeljeni u tri grupe i provest će projekte o solarnoj energiji.	1. Koristiti kolaborativno učenje za izradu timskog projekta u obliku e-knjige o temama vezanim uz primjene solarne energije 2. Integrirati digitalnu tehnologiju u svoje istraživanje i dizajn projekata	Pretraživanje informacija i znanstvenih podataka o solarnim panelima, električnoj energiji proizvedenoj u solarnim ćelijama i njezinim različitim primjenama, te prednostima i nedostacima njihove upotrebe. Izraditi e-knjigu koja integrira tehnologiju.	50 min



	Teme projekata su: 1. Solarni paneli 2. Primjene koje koriste električnu energiju proizvedenu solarnim ćelijama 3. Prednosti i nedostaci korištenja solarnih panela Svaki će tim predstaviti svoj projekt e-knjige i ocijeniti vlastiti projekt (samoocjena) te projekte ostalih timova.	3. Suradivati radi produktivnog i učinkovitog timskog rada	timski rad suradničko učenje kritičko razmišljanje o prednostima i nedostacima primjene solarne energije.	
Očekivani ishodi:	odabrati relevantne informacije i znanstvene podatke integrirati digitalnu tehnologiju i internetske resurse izraditi inovativne i kreativne e-knjige o traženim temama vježbanje javnog nastupa, komunikacijskih vještina i vještina usmene prezentacije			
Ocjenjivanje	Studenti će predstaviti svoje e-knjige i ocijeniti vlastitu prezentaciju			



	i (autoevaluacija) te projekte drugih timova Formativna procjena: - Promatranje učenika tijekom grupnih aktivnosti - Procjenjivanje studentskih izvještaja i prezentacija. Sumativna procjena: - Završni projekti koji pokazuju sposobnost učenika da primijene stečeno znanje.			
--	---	--	--	--

Pedagoška strategija – 2 Rješavanje matematičkih problema				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stečene vještine	Vrijeme
Zadatak 1	Obitelj koja koristi fotonaponske panele troši 300 kWh mjesečno, proizvodi 275 kWh mjesečno iz panela, a cijena električne energije od dobavljača iznosi 0,7 lei/kWh. Koliko više obitelj mora platiti dobavljaču? Što ako im se potrošnja poveća na 350 kWh mjesečno? Što	1. Izračunavanje učinkovitosti solarnih panela: Učenici će moći izračunati učinkovitost solarnih panela na temelju podataka o primljenoj solarnoj energiji i	Analiziranje podataka i informacija radi pronalaženja rješenja. Prepoznavanje relevantnih informacija i odbacivanje nerelevantnih informacija.	50 min



	ako im se proizvodnja poveća na 300 kWh? Što ako se cijena električne energije u tom području poveća na 1 leu/kWh? Rješenje: Obitelj bi za račun za struju platila 210 lei (300×0.7) dobavljaču, ali uz pomoć solarnih panela uštedjela je 192,5 lei (275×0.7), pa će dobavljaču platiti samo 17,5 lei. Ako im se potrošnja poveća na 350 kWh mjesečno, tada bi morali platiti 245 lei (350×0.7) dobavljaču. Solarni paneli im i dalje pomažu uštedjeti 192,5 lei, ali moraju platiti 52,5 lei umjesto 17,5 lei. S druge strane, ako im se proizvodnja poveća na 300 kWh, tada više ništa ne moraju platiti. U praksi, energiju dobivaju od panela, pa je račun za struju 0, a solarni paneli smanjuju račun za 210 lei. Ili, ako cijena električne energije u tom području poraste na 1 leu/kWh, obitelj bi morala platiti 300 lei, ali paneli smanjuju račun za 275 lei te plaćaju samo 25 lei dobavljaču.	proizvedenoj električnoj energiji. Analiza troškova i koristi: Učenici će moći izračunati troškove postavljanja sustava solarnih panela i dugoročne ekonomske koristi, uključujući uštede na računima za energiju.	Konstrukcija i procjena argumenata. Razumijevanje odnosa između matematičkih pojmova.	
--	--	--	---	--



Problem 2	Koliko fotonaponskih panela treba kućanstvo koje godišnje troši 2700 kWh, ako je snaga svakog panela 300 W, a stupanj iskorištenosti je 1,5? Rješenje: $\text{Broj panela} = \text{veličina sustava} / \text{omjer proizvodnje} / \text{snaga panela} = 2700 / 1,5 / 300 = 6 \text{ panela od } 300 \text{ W}.$	Rješavanje praktičnih problema: Učenici će moći rješavati praktične probleme vezane uz dimenzioniranje sustava solarnih panela kako bi zadovoljili energetske potrebe kućanstva.	Analiziranje podataka i informacija radi pronalaženja rješenja. Razvijanje vještine matematičkih operacija. Primjena formula i algoritama.	
Zadatak 3	3. Kolika je snaga panela u kući s 10 solarnih panela i sljedećim uređajima: sustav središnjeg grijanja (800 kWh/godišnje), električni štednjak (450 kWh/godišnje), hladnjak (350 kWh/godišnje), klima-uređaj (1000 kWh/godišnje), sušilica za rublje (300 kWh/godišnje), perilica posuđa (250 kWh/godišnje) i perilica rublja (350 kWh/godišnje)? Rješenje: $\text{Snaga panela} = \text{Ukupna potrošnja energije} / \text{broj panela} = (800 + 450 + 350 + 1000 + 300 + 250 + 350) / 10 = 3500 / 10 = 350 \text{ W}$	Procjena proizvodnje solarne energije: Učenici će moći procijeniti količinu solarne energije koju sustav može proizvesti, uzimajući u obzir čimbenike kao što su veličina panela, orijentacija i lokacija.	Analiziranje podataka i informacija radi pronalaženja rješenja. Razvijanje tečnosti u matematičkim operacijama. Primjena formula i algoritama. Razumijevanje odnosa između matematičkih koncepata	
Ocjena	Formativno - Promatranje učenika tijekom aktivnosti.			



	- Procjenjivanje individualne aktivnosti i rezultata učenika.			
--	---	--	--	--

Pedagoška strategija – 3				
Učenje otkrivanjem korištenjem eksperimentalne metode				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme
Solarna energija kroz eksperimente Eksperiment 1: <i>Pretvorba solarne energije u toplinsku energiju - utjecaj boje površine na apsorpciju solarne energije i zagrijavanje vode</i>	Potrebni materijali: 2 identične prozirne čaše, voda iz slavine, 1 list bijelog papira, 1 list crnog papira, 1 termometar, izvor solarne energije, stopatko; Postupak: -Napunite obje čaše istom količinom vode i izmjerite početnu temperaturu; -Omotajte jednu čašu crnim papirom, a drugu bijelim papirom te ih prekrijte krugom crnog, odnosno bijelog papira; -Ostavite obje čaše na suncu 30-60 minuta; -Mjerite temperaturu vode u redovitim intervalima (na primjer, svakih 10 minuta);	Demonstrirati kako boja površine utječe na apsorpciju solarne energije i zagrijavanje vode Razviti sposobnost promatranja, receptivnosti, suradnje pri izvođenju zadataka i sinteze.	Učenici će moći izmjeriti promjenu temperature vode ovisno o izloženosti suncu, koristeći termometar i posudu. Učenici će moći promatrati i bilježiti kako različiti materijali (npr. crni papir, bijeli papir, aluminijska folija) upijaju toplinu iz sunca. Učenici će moći demonstrirati učinak leća koje koncentriraju sunčevu svjetlost, promatrajući kako ona može zapaliti zapaljivi materijal (uz sigurnosne mjere). Učenici će moći izraditi jednostavnu solarnu pećnicu od recikliranih materijala i moći će kuhati hranu (npr. marshmallow). Učenici će moći sastaviti mali solarni sustav za navodnjavanje koristeći	50 min



	-Zabilježite i usporedite rezultate za dvije čaše. Očekivani rezultati: Usporedbom temperatura vode u dvije čaše, izmjerenih u 10-minutnim intervalima, uočava se da će voda u čaši omotanoj crnim papirom imati višu temperaturu od one u čaši omotanoj bijelim papirom. Crni papir upija više solarne energije i pretvara je u toplinu, brže zagrijavajući vodu. Bijeli papir odbija više svjetlosti, manje zagrijavajući vodu. Zaključak: Boja površine utječe na apsorpciju solarne energije i njezinu pretvorbu u toplinsku energiju. Tamne površine upijaju više svjetla i zagrijavaju se više i brže u usporedbi sa svijetlim površinama koje odbijaju zračenje svjetla te se zagrijavaju manje i sporije.		solarnu pumpu i spremnik za vodu. Učenici će moći izgraditi model solarne kuće, demonstrirajući kako orijentacija i materijali mogu utjecati na unutarnju temperaturu.	
--	--	--	---	--



Eksperiment 2: <i>Promjena agregatnog stanja nekih proizvoda u "solarnoj peći" pod djelovanjem energije svjetlosti</i>	Potrebni materijali: kartonska kutija (npr. kutija za cipele), aluminijska folija (za odbijanje svjetlosti), list crnog papira (za apsorpciju topline), prozirna plastična folija (za staklenički efekt), ljepljiva traka, škare, termometar, vaga, 3 male plastične pločice s prethodno odmjerenim kockicama leda, maslacem i čokoladom; Postupak: -Obložite unutrašnjost kutije aluminijskom folijom kako biste odbijali sunčevu svjetlost prema središtu kutije. -Stavite crni papir na dno kutije kako biste bolje apsorbirali toplinu. -Stavite 3 male pločice s ledom, maslacem i čokoladom u solarnu pećnicu. -Prekrijte otvor kutije prozirnom plastičnom folijom i umetnite termometar. -Izmjerite temperaturu unutar pećnice prije nego što	Za promatranje i isticanje utjecaja solarne energije na agregatno stanje nekih proizvoda (otapanje leda, maslaca i čokolade)	• Analiza i interpretacija eksperimentalnih podataka: Učenici će moći izraditi grafikone za ilustraciju podataka prikupljenih tijekom eksperimenata (npr. varijaciju temperature tijekom vremena). Učenici će moći usporediti dobivene rezultate s različitim materijalima ili eksperimentalnim postavkama i izvući zaključke. Učenici će moći prepoznati čimbenike koji utječu na učinkovitost pretvorbe solarne energije u druge oblike energije.	
--	---	---	---	--



	je iznesete na sunce i zabilježite vrijeme. -Postavite pećnicu na sunce i promatrajte na kojoj se temperaturi i koliko dugo led, maslac i čokolada tope. Očekivani rezultati: Temperatura unutar pećnice bit će znatno viša od temperature zraka zbog stakleničkog efekta. Led, maslac i čokolada će se redom otopiti, mijenjajući agregatno stanje iz čvrstog u tekuće. Prilikom naknadnog vaganja primijetit će se da proizvodi, bez obzira na svoje agregatno stanje, zadržavaju istu težinu. Zaključak: Solarna pećica pokazuje učinkovitost apsorpcije i zadržavanja solarne topline, što mijenja agregatno stanje nekih proizvoda, ali ne i njihovu masu.			
Ocjenjivanje	Formativna procjena: - Promatranje učenika tijekom			



	grupnih aktivnosti i eksperimenata. - Procjena studentskih izvještaja i prezentacija			
--	---	--	--	--

Povratne informacije i evaluacija

Ocjenjivanje

Metoda ocjenjivanja	Detalji
Promatranje i sudjelovanje	Nastavnici promatraju angažman učenika na nastavi i u aktivnostima.
Promatra se i bilježe se rezultati	Nastavnici promatraju razumijevanje teme

Povratne informacije

Metoda prikupljanja povratnih informacija	Detalji
Postavljanje pitanja	Nastavnik izravno traži povratne informacije od učenika nakon završetka sata
Anketa - 1	Anonimna anketa za studente, kako bi se dobilo uvid u to koliko je nastava bila zanimljiva studentima i jesu li stekli bolje razumijevanje teme
Anketa - 2	Anonimna anketa za nastavnike kako bi se dobila njihova mišljenja o kurikulumu o suncu

1. [Anketa za studente.](#)
2. [Anketa za nastavnike.](#)

Poglavlje 2.5: Planovi nastave - Projektiranje uređaja na solarni pogon.

Naslov i ključne informacije plana lekcije

Projektiranje uređaja na solarni pogon

Datum	
Nastavno osoblje	Gospodin/Gospođa/Gđa
Polugodište	
Razred	10-14 godina
Vrijeme/Trajanje	
Ključno područje učenja	Prirodne znanosti, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost, matematika (STEAM)

Sažetak

Ovi planovi nastave osmišljeni su kako bi uključili učenike u **interaktivno, praktično i istraživačko iskustvo učenja o solarnoj energiji** i njezinim primjenama. Aktivnosti uključuju znanstvenu istragu, inženjersko projektiranje, rješavanje problema i igranje uloga, potičući duboko razumijevanje koncepata obnovljive energije, istovremeno razvijajući ključne **vještine 21. stoljeća** kao što su **kritičko razmišljanje, suradnja, komunikacija i inovativnost**.

Svaka pedagoška strategija uključuje niz dobro strukturiranih aktivnosti, osiguravajući sveobuhvatan pristup podučavanju o solarnoj energiji iz više perspektiva, uključujući **znanstveno istraživanje, praktične inženjerske primjene, kreiranje politika i rješenja za održivost**. U nastavku je sažetak nastavnih planova kategoriziranih prema pedagoškim strategijama:

Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
Učenje temeljeno na istraživanju	Potiče se učenike da istražuju koncepte solarne energije kroz praktično eksperimentiranje i analizu podataka.	- Praktično eksperimentiranje: Grupe provode kontrolirane eksperimente, prikupljajući i analizirajući kvantitativne podatke o učinkovitosti solarnih panela u različitim uvjetima.	- Razvijanje vještina analize podataka i kritičkog razmišljanja kroz rješavanje problema iz stvarnog svijeta. - Poboljšavanje sposobnosti učenika za tumačenje znanstvenih grafikona i tablica.	- Izvještaji iz laboratorija - Kvizovi - Recenzija od strane vršnjaka - Učiteljske promatranja - Refleksije o samoprocjeni

Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
Učenje temeljeno na projektu	Dizajniranje i implementacija stvarnih rješenja za solarnu energiju kroz suradnički timski rad.	- Prijedlog solarne energije za zajednicu: Grupe istražuju, planiraju i predstavljaju projekt solarne energije za rješavanje stvarnih potreba zajednice, uključujući studije izvedivosti.	- Jačanje timskog rada i vještina upravljanja projektima.	- Prezentacije - Pisani izvještaji - Procjena temeljena na rubrici



Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
				- Povratne informacije stručnog panela

Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
Igranje uloga i gamifikacija	Istraživanje solarne energije iz više perspektiva kroz simulacije, debate i interaktivne izazove.	- Igra Solar Power Challenge: Edukativna igra temeljena na strategiji u kojoj učenici donose odluke o korištenju solarne energije, integraciji u mrežu i optimizaciji učinkovitosti.	- Razvijanje vještina pregovaranja, komunikacije i donošenja odluka. - Primjena znanstvenih koncepata u realističnom kontekstu rješavanja problema.	- Procjena temeljena na učinku - Diskusije u učionici - Recenzije vršnjaka - Analiza rezultata igre

Ciljevi lekcije

Cilj lekcije o "Inženjerstvu solarnih energetske sustava" je potaknuti učenike na istraživanje solarne energije iz teorijskog i praktičnog stajališta. Ova lekcija potiče učenike da shvate važnost obnovljive energije u rješavanju globalnih energetske izazova, istovremeno razvijajući ključne vještine u znanosti, tehnologiji, inženjerstvu, umjetnosti i matematici (STEAM).

Do kraja lekcije učenici bi trebali moći:

- Razumjeti osnove solarne energije** – Steći čvrsto konceptualno razumijevanje solarne energije, načina na koji se iskorištava i njezine važnosti za održiva energetska rješenja. To uključuje razumijevanje tehnologije iza solarnih panela i čimbenika koji utječu na njihovu učinkovitost.
- Razviti vještine rješavanja problema i kritičkog razmišljanja** – Sudjelovati u praktičnim eksperimentima i analizi podataka kako bi se istražila učinkovitost solarnih panela. Učenici će primijeniti svoja znanstvena znanja na rješavanje stvarnih problema povezanih s obnovljivom energijom i očuvanjem energije.
- Sudjelovati u kreativnom i suradničkom inženjerskom dizajnu** – Sudjelovati u grupnim projektima koji uključuju dizajniranje rješenja za solarnu energiju. To uključuje dizajniranje održivog grada koji se napaja solarnom energijom, potičući timski rad, kreativnost i primjenu matematičkih, fizičkih i inženjerskih načela.
- Istražite solarnu energiju kroz igranje uloga i gamifikaciju** – Kroz simulacije učenici će preuzimati različite uloge, poput inženjera, donositelja politika i zaštitnika okoliša, kako bi raspravljali o rješenjima za solarnu energiju, čime će poboljšati svoje vještine pregovaranja, komunikacije i donošenja odluka.



5. **Naučite analizirati i prezentirati podatke** – Učenici će prikupljati i analizirati podatke o učinkovitosti solarnih panela, tumačiti rezultate i predstaviti svoja otkrića razredu, potičući donošenje odluka utemeljeno na podacima.
6. **Razviti svijest o održivosti i utjecaju na okoliš** – razviti dublje razumijevanje uloge solarne energije u smanjenju ugljičnog otiska i promicanju održivog razvoja, povezujući teorijsko znanje s primjenom u stvarnom svijetu u urbanističkom planiranju i energetske sustavima.
7. **Unaprijedite vještine suradnje i komunikacije** – Nastava potiče timski rad, grupne rasprave i međusobne provjere, promičući suradnju i učinkovitu komunikaciju među učenicima tijekom istraživanja, istraživačkog rada i rasprava o rješenjima za solarnu energiju.
8. **Gajite strateško razmišljanje i prilagodljivost** – Kroz igru "Solar Power Challenge" učenici će se suočiti s raznim izazovima koji zahtijevaju strateško razmišljanje i sposobnost prilagodbe promjenjivim uvjetima, pružajući zanimljiv i interaktivan pristup učenju o solarnim energetske sustavima.

Dob učenika

Nastavni sat je osmišljen za učenike u dobi **od 10 do 14 godina**.

Nastavni resursi (materijali i online alati)

1. **Interaktivna simulacija: "Kako solarni paneli funkcioniraju"** – Ovaj internetski alat omogućuje učenicima eksperimentiranje s kutovima i učinkovitošću solarnih panela, pomažući im razumjeti kako različiti čimbenici utječu na rad sustava solarne energije.
 - o **Izvor:** PhET Interactive Simulations, Sveučilište Colorado Boulder
 - o **Poveznica:** [PhET Interactive Simulations](#)
2. **Vodič za eksperiment: "Izazov solarne pećnice"** – Praktični vodič koji potiče učenike da izgrade jednostavnu solarnu pećnicu, pružajući im praktično iskustvo s principima apsorpcije i refleksije topline, što je ključno za razumijevanje solarne energije.
 - o **Izvor:** NASA Climate Kids - Solar Oven
 - o **Poveznica:** [NASA Climate Kids - Solarni peć](#)
3. **Analiza studije slučaja: "Usporedba solarnih tehnologija diljem svijeta"** – radni list osmišljen kako bi pomogao učenicima da analiziraju kako različite zemlje primjenjuju tehnologije solarne energije i kako se ta rješenja razlikuju na globalnoj razini.
 - o **Izvor:** Međunarodna agencija za energiju (IEA) Solar Reports
 - o **Poveznica:** [IEA Solar Reports](#)
4. **Projekti o solarnoj energiji na Scratchu** – Zbirka projekata koje vode učenici, a koji se odnose na solarnu energiju. Ova platforma omogućuje učenicima istraživanje kodiranja i simulacija vezanih za solarnu tehnologiju.
 - o **Izvor:** Scratch MIT
 - o **Poveznica:** [Projekti o solarnoj energiji na Scratchu](#)
5. **Alati za izradu prototipova za inženjerski dizajn** – Učenici će imati pristup alatima koji podržavaju izradu prototipova solarnih tehnoloških sustava, čime će se poboljšati njihovo razumijevanje inženjerskih koncepata.



- **Izvor:** Tinkercad
 - **Poveznica:** [Tinkercad Prototyping](#)
6. **Interaktivni online alat: "Sunroof by Google"** – Alat koji pomaže studentima razumjeti kako se solarni paneli mogu koristiti na zgradama analizom krovnog prostora i izloženosti sunčevoj svjetlosti, izravno povezujući se s inženjerskim odlukama u dizajnu solarnih sustava.
- **Izvor:** Google
 - **Poveznica:** [Google Sunroof](#)

Poglavlje 5: Inženjerstvo solarnih energetske sustava

Ovo poglavlje uvodi studente u inženjerske principe koji stoje iza solarnih energetske sustava. Obuhvaća teme dizajna fotonaponskih (PV) ćelija, učinkovitosti solarnih panela, sustava električnog ožičenja i integracije s energetskim mrežama, naglašavajući praktično učenje kroz STEAM.

Ključni odjeljci:

1. **Razumijevanje inženjerstva solarne energije:**
 - Fokus na dizajn fotonaponskih ćelija i kako one pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju.
 - Istraživanje materijala koji se koriste (npr. silicij) i uloga n-tipa i p-tipa slojeva silicija.
 - Čimbenici učinkovitosti, uključujući sastav materijala, površinu, kut postavljanja i apsorpciju svjetlosti.
2. **Inženjerstvo učinkovitosti solarnih panela:**
 - Uvod u čimbenike koji utječu na učinkovitost solarnih panela.
 - Detaljno istraživanje kako površina, kut i kvaliteta materijala mogu utjecati na proizvodnju energije.
 - Objašnjenje metoda za poboljšanje učinkovitosti i performansi solarne tehnologije.
3. **Električno ožičenje i integracija sustava:**
 - Pregled električnih sustava, uključujući pretvarače, pohranu energije u baterijama i zaštitu strujnih krugova.
 - Objašnjenje kako se istosmjerna (DC) energija iz solarnih panela pretvara u upotrebljivu izmjeničnu (AC) struju.
 - Uvod u skladištenje energije i priključivanje na mrežu.
4. **Inženjerski dizajn i prototipiranje u solarnim sustavima:**
 - Istraživanje procesa inženjerskog dizajna, uključujući identifikaciju problema, dizajn, izradu prototipa, testiranje i iteraciju.
 - Rasprava o ekološkim i ekonomskim aspektima solarne tehnologije, uključujući utjecaje tijekom životnog ciklusa i analizu troškova i koristi.

Očekivani ishod:

- Studenti će razviti sveobuhvatno razumijevanje inženjerstva solarne energije, poboljšati svoje vještine kritičkog razmišljanja i rješavanja problema te biti u stanju izraziti kako se solarna energija može koristiti održivo i učinkovito u stvarnim scenarijima.

Planovi nastave

1 sat = 40 minuta

Pedagoška strategija 1: Učenje temeljeno na istraživanju				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme (sat)
Istraživanje urbane toplinske otočne pojave	Učenici se podijele u grupe od 4–5 osoba i koriste internetski alat za mapiranje temperature kako bi usporedili razlike u temperaturi između urbanih i ruralnih područja. ▣ Svaka grupa odabire grad i obližnje ruralno područje, zatim bilježi temperature u različito doba dana. ▣ Učenici analiziraju podatke kako bi utvrdili temperaturne varijacije i čimbenike koji na njih utječu. ▣ Grupe istražuju kako zeleni prostori, reflektirajuće površine i dizajn grada utječu na urbanu toplinu. ▣ Izrađuju infografike ili kratke prezentacije s prijedlozima rješenja za smanjenje učinka urbanih toplinskih otoka.	▣ Kako bi se studentima pomoglo razumjeti uzroke i učinke urbanih toplinskih otoka. ▣ Istražiti održiva rješenja urbanog dizajna za ublažavanje ekstremnih temperatura. ▣ Potaknuti učenike na kritičko razmišljanje o urbanom planiranju i klimatskoj otpornosti.	▣ Prikupljanje i analiza podataka: Izvlačenje i tumačenje podataka o okolišu. ▣ Istraživačke vještine: Istraživanje rješenja za probleme urbanog toplinskog otoka. ▣ Kreativnost i komunikacija: Dizajniranje infografika i prezentiranje nalaza. ▣ Suradnja: Rad u timu na predlaganju provedivih rješenja.	1 sat

Pedagoška strategija 2: Učenje temeljeno na projektu				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme
Energetska revizija zajednice	Učenici su podijeljeni u male timove (3–4 člana) kako bi procijenili potrošnju energije u svojoj školi ili lokalnoj zajednici. ▣ Istražuju potrošnju energije za rasvjetu, grijanje i elektroničke uređaje te utvrđuju neefikasnosti. ▣ Timovi predlažu rješenja za uštedu energije, poput prelaska na LED rasvjetu, korištenja solarnih panela ili poboljšanja izolacije.	▣ Pružiti učenicima iskustvo rješavanja problema iz stvarnog svijeta. ▣ Potaknuti svijest o energetske učinkovitosti i njezinom utjecaju na klimatske promjene. ▣ Promovirati inicijativu učenika u inicijativama održivosti.	▣ Ekološka osviještenost: Razumijevanje potrošnje i očuvanja energije. ▣ Prikupljanje i analiza podataka: Provođenje revizija u stvarnom svijetu. ▣ Javno nastupanje i zagovaranje: Prezentiranje nalaza donositeljima odluka. ▣ Vodstvo i inicijativa: Predlaganje provedivih promjena u njihovoj zajednici.	1 sat



	➤ Svaki tim priprema izvješće i akcijski plan s praktičnim preporukama. ➤ Učenici predstavljaju svoje nalaze upravi škole ili lokalnoj organizaciji za održivost.		
--	--	--	--

Pedagoška strategija 3: Igra uloga i gamifikacija				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme
Simulacija samita o solarnoj energiji	Studenti su podijeljeni u tri grupe: Inženjeri: Istražite i predložite najbolje solarne tehnologije za zajednicu. Donositelji politika: Procjenjuju izvedivost implementacije solarnih rješenja na temelju propisa i financiranja. Ekolozi: Zalažu se za održiva i zajednici prilagođena rješenja za solarnu energiju. Svaka grupa priprema argumente i podatke za potporu svojim stajalištima. Razred održava debatu "Samit o solarnoj energiji", gdje grupe pregovaraju o najboljem pristupu za implementaciju solarne energije u svojoj zajednici. Na kraju učenici glasaju za najučinkovitiji plan za solarnu energiju i razmišljaju o procesu donošenja odluka.	➤ Pomoći učenicima da razumiju stvarnu složenost implementacije rješenja za solarnu energiju. ➤ Razvijanje kritičkog razmišljanja i vještina donošenja odluka. ➤ Potiči suradnju i pregovore među različitim dionicima.	➤ Javno nastupanje i uvjeravanje: Prezentiranje i obrana stajališta. ➤ Pregovaranje i rješavanje problema: Postizanje kompromisa između različitih interesa. ➤ Istraživanje i kritičko razmišljanje: Procjena izvedivosti i utjecaja solarne energije. ➤ Timski rad: suradnja u raspravama temeljenim na ulogama.	1 sat

Povratne informacije i evaluacija

Ocjenjivanje



Metoda evaluacije	Detalji
Promatranje i sudjelovanje	Nastavnici promatraju angažman učenika na nastavi i u aktivnostima.
Promatra se i bilježe rezultati	Nastavnici promatraju razumijevanje teme

Povratne informacije

Metoda prikupljanja povratnih informacija	Detalji
Postavljanje pitanja	Nastavnik izravno traži povratne informacije od učenika nakon završetka sata
Anketa - 1	Anonimna anketa za studente, kako bi se dobilo uvid u to koliko je nastava bila zanimljiva studentima i jesu li stekli bolje razumijevanje teme
Anketa - 2	Anonimna anketa za nastavnike kako bi se dobila njihova mišljenja o kurikulumu o suncu

1. [Anketa za studente.](#)
2. [Anketa za nastavnike.](#)

Poglavlje 2.6: Planovi nastave - Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu.

Naslov i ključne informacije nastavnog plana

Obnovljiva energija i održivost u tehnologiji i društvu

Datum	
Nastavno osoblje	Gospodin/Gospođa/Gospodica
Polugodište	
Razred	10-14 godina
Vrijeme/Trajanje	
Ključno područje učenja	Prirodne znanosti, tehnologija, inženjerstvo, umjetnost, matematika (STEAM)

Sažetak



"Rješenja za obnovljivu energiju: Izazov zajednice" osmišljeno je za uključivanje učenika u razumijevanje složenosti prijelaza na održivu energetska budućnost. Učenici će preuzeti uloge različitih dionika i surađivati na razvoju sveobuhvatnih rješenja za obnovljivu energiju za određenu zajednicu.

Ciljevi lekcije

- Istražiti tehnologije obnovljive energije: Pružiti učenicima praktično razumijevanje rješenja za obnovljivu energiju poput solarne, vjetro i hidroenergije, ističući njihove primjene i utjecaj.
- Analizirati prednosti i izazove: Omogućiti učenicima da kritički procijene okolišne, društvene i ekonomske aspekte obnovljive energije, uključujući pitanja kao što su troškovi, učinkovitost i razvoj infrastrukture.
- Razvijanje planova za održivu energiju: Potiče se suradnja tako da učenici osmišljavaju strategije za obnovljivu energiju prilagođene potrebama određene zajednice.
- Razumjeti međusobno povezane sustave: Demonstrirati međusobnu povezanost tehnologije, politike, okoliša i društvenih čimbenika u prijelazu prema održivom energetskom budućnosti.
- Potaknuti perspektive dionika: Uključiti učenike u igranje uloga kako bi razumjeli različita stajališta dionika i složenost donošenja odluka u energetske tranzicijama.
- Promovirajte vještine 21. stoljeća: Razvijajte vještine rješavanja problema, kritičkog razmišljanja, timskog rada i komunikacije kroz praktične, suradničke aktivnosti.

Dob učenika

Ovisno o kontekstu aktivnosti, "Rješenja za obnovljivu energiju: Izazov zajednice", lekciju možemo predstaviti učenicima u dobi od 10 do 14 godina. Ovaj raspon dobnih skupina dobro se podudara s ciljevima uključivanja učenika u praktično istraživanje, kritičko razmišljanje i suradničko rješavanje problema. Također je to fantastična faza za uvođenje koncepata poput obnovljive energije, jer su učenici u ovoj skupini obično znatiželjni, željni eksperimentiranja i sposobni razumjeti međusobnu povezanost tehnologije, okoliša i društva.

Nastavni resursi (materijali i online alati)

Materijali za izradu modela (Fokus na reprezentaciju i dizajn):

1. Dizajniranje rješenja na solarni pogon



Osigurajte učenicima lako dostupne i jeftine materijale za izradu nefunkcionalnih modela i prikaza solarnih uređaja ili instalacija.

Materijali: karton, papir, ljepilo, ljepljiva traka, škare, ravnala, flomasteri, obojeni olovci, reciklirani materijali (plastične boce, posude, ambalaža), aluminijska folija i prozirna plastična folija.

Naglasak je na kreativnom dizajnu i ilustriranju koncepta kako bi se uređaj na solarni pogon u načelu izgledao i funkcionirao, a ne na izradi potpuno funkcionalnog primjerka.

2. Knjige:

- *"The Energy Challenge"* autora Valeriana Ruiza: Sveobuhvatan vodič kroz obnovljivu energiju.
- *"Green to Gold"* autora Daniela Estyja i Andrewa Winstona: Usredotočuje se na održive strategije za tvrtke.

3. Plakati i infografike:

- Vizualna pomagala koja objašnjavaju vrste obnovljive energije i njihove prednosti.
- Dijagrami solarnih panela i vjetroturbina.

4. Radni listovi i aktivnosti:

- Aktivnosti razvrstavanja obnovljive i neobnovljive energije.
- Vježbe izračuna za uštedu energije.
-

5. Kratki videozapisi: [Model solarne energije](#) [MAQUETA CON PANELES SOLARES](#)

[Izrada radnog modela solarne kuće](#) | [Ekološki prihvatljiv školski projekt kuće](#) | [Projekt kuće na solarni pogon](#)

Online alati

1. Interaktivne simulacije:

- *PhET interaktivne simulacije*: Istražite učinkovitost solarnih panela i pretvorbu energije.
- *Energy3D*: Simulirajte sustave obnovljive energije poput vjetroturbina i solarnih farmi.

2. Obrazovne web stranice:

- *NASA Climate Kids*: Nudi interaktivne igre i resurse o solarnoj energiji.
- *National Renewable Energy Laboratory (NREL)*: Pruža detaljne vodiče i alate za podučavanje o obnovljivoj energiji.

3. Videozapisi:



- "Obnovljive energije - Vrste energije za djecu" (YouTube): Jednostavan uvod u obnovljivu energiju.
- "Serija o klimatskim promjenama – Obnovljiva energija i klimatske promjene" (YouTube): Objašnjava ulogu obnovljive energije u borbi protiv klimatskih promjena.

Planovi lekcija

1 sat = 50 minuta

Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
Učenje temeljeno na istraživanju	Razvijanje razumijevanja učenika o konceptima obnovljive energije, poticanje suradničkog rješavanja problema i povezivanje teorijskog znanja s primjenama u stvarnom svijetu.	Koristite multimedijske resurse (npr. videozapise, infografike) za objašnjavanje vrsta obnovljive energije i koncepta održivosti. Olakšati raspravu u razredu o važnosti obnovljive energije u borbi protiv klimatskih promjena.	Razumjeti ključne tehnologije obnovljive energije i njihove ekološke, društvene i ekonomske prednosti.	Promatrajte suradnju u grupi i pružite smjernice tijekom faza planiranja i dizajna.

Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Ocjenjivanje i povratne informacije
Rad u grupama temeljen na ulogama:	Razvijanje razumijevanja studenata o konceptima obnovljive energije, poticanje suradničkog rješavanja problema i povezivanje teorijskog znanja s primjenama u stvarnom svijetu.	Dodijelite učenicima uloge (npr. inženjeri, planeri, zagovornici, savjetnici) i podijelite ih u grupe. Svaka uloga usredotočuje se na određeni aspekt (tehnologija, potrebe zajednice, utjecaji na okoliš, politika).	Razvijajte timske i komunikacijske vještine kroz suradničke aktivnosti. Primijenite kritičko razmišljanje i rješavanje problema na izazove iz stvarnog svijeta.	Procijenite individualne doprinose putem sažetaka istraživanja specifičnih za ulogu.



Pedagoška strategija	Fokus	Ključne aktivnosti	Ishodi učenja	Procjena i povratne informacije
Simulacija prezentacija i povratnih informacija:	Omogućavanje povratnih informacija među vršnjacima tijekom prezentacija.	Grupe predstavljaju svoje planove tijekom simuliranog sastanka zajednice, ističući prednosti, izazove i izvedivost. Razred sudjeluje kao dionici, dajući povratne informacije i postavljajući pitanja. Refleksija i usavršavanje: Grupe usavršavaju svoje planove na temelju povratnih informacija i razvijaju konačne korake za provedbu.	Prepoznajte međusobnu povezanost tehnologije, politike i održivosti.	Omogućiti povratne informacije među vršnjacima tijekom prezentacija. Pružiti konstruktivnu povratnu informaciju nakon prezentacija i razmišljanja, usredotočujući se na snage i područja za poboljšanje.

Pedagoška strategija - 1				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stechene vještine	Vrijeme
Rješenja za obnovljivu energiju: izazov zajednice	-Uvod: Predstavite koncept obnovljive energije i održivosti koristeći zanimljive videozapise ili interaktivne slajdove. Objasnite važnost prijelaza na obnovljive izvore energije za borbu protiv klimatskih promjena. Definirajte uloge za aktivnost: inženjeri obnovljive energije, planeri zajednice, zagovornici zaštite	Kako bi se učenici uključili u rješavanje problema iz stvarnog svijeta, naglašavajući međusobnu povezanost tehnologije, politike, okoliša i društva u razvoju rješenja za obnovljivu energiju.		Sjednica 1: Uvod i dodjela uloga



	okoliša i savjetnici za politiku. Dodjela uloga i odabir zajednice: Podijelite učenike u male grupe. Dodijelite svakoj grupi izmišljenu ili stvarnu zajednicu (npr. ruralno selo, urbani kvart). Svaki učenik unutar grupe preuzima određenu ulogu.			
	Svaka uloga istražuje svoje specifično područje fokusa: Inženjeri istražuju tehnologije obnovljive energije poput solarne ili vjetroelektrične. Planeri procjenjuju potrebe za infrastrukturom zajednice. Zagovornici analiziraju okolišne i održivosti aspekte. Savjetnici istražuju politike i poticaje za usvajanje obnovljive energije.			Sesija 2: Istraživanje i suradnja



	Timski rad: Studenti dijele svoja otkrića i surađuju na izradi plana za obnovljivu energiju prilagođen njihovoj dodijeljenoj zajednici. Koristite alate poput online simulacija (PhET) ili platformi za mapiranje (Google Earth) za praktične uvide. Simulacija prezentacija i povratnih informacija zajednice: Grupe predstavljaju svoje planove razredu, simulirajući sastanak zajednice. Ostali učenici nastupaju kao članovi zajednice, postavljajući pitanja i dajući povratne informacije.			Sesija 3: Prezentacije i povratne informacije
	Refleksija i usavršavanje: Grupe usavršavaju svoja energetska rješenja na temelju primljenih povratnih informacija. Razvijte konačne akcijske planove s jasnim koracima za			Sesija 4: Usavršavanje i završno glasanje



	provedbu. Konačne preporuke i glasanje: Svaka grupa predstavlja svoj poboljšani prijedlog. Razred glasa za najutjecajniji energetski plan za svaku zajednicu.			
--	--	--	--	--

Detaljne aktivnosti

1. "Rješenja za obnovljivu energiju: Izazov zajednice"

- **Cilj:** Rješavanje problema iz stvarnog svijeta; povezivanje tehnologije, politike i okoliša.
- **Sjednice:**
 - Sjednica 1: Uvod u uloge, dodjela fiktivnih zajednica.
 - Sesija 2: Grupno istraživanje i suradnja za izradu prilagođenih energetskih planova.
 - Sesija 3: Prezentacija planova na simuliranoj sjednici, primanje povratnih informacija od vršnjaka.
 - Sesija 4: Usavršavanje rješenja, izrada akcijskih planova i glasanje o najutjecajnijim idejama.
- **Stечene vještine:** Rješavanje problema, timski rad i kritičko razmišljanje.

Pedagoška strategija - 2				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stечene vještine	Vrijeme
Dizajniranje rješenja na solarni pogon: Kreativno	Početak s kontekstom: Započnite kratkom raspravom o obnovljivoj energiji i njezinoj važnosti u	Uključiti učenike u osmišljavanje i predstavljanje rješenja za probleme iz	Dizajnersko razmišljanje i kreativno rješavanje problema, istraživanje i kritička analiza, timski rad i suradnja,	Sesija 1: Uvod, postavljanje konteksta i identifikacija problema



pristup	borbi protiv klimatskih promjena. Prikažite kratki video (npr. Obnovljive energije – vrste energije za djecu) kako biste uključili učenike i predstavili ključne koncepte. Interaktivna demonstracija: Izvedite demonstraciju malog uređaja na solarni pogon (ako je dostupan) ili prikažite video/simulaciju kako biste potaknuli znatiželju o načinu na koji oni rade. Identifikacija problema: Predstavite učenicima stvarne izazove (npr. pristup energiji u udaljenim područjima ili smanjenje potrošnje energije). Potaknite grupe da razmišljaju o mogućim rješenjima koja koriste solarnu energiju.	stvarnog svijeta koja koriste solarnu energiju, potičući vještine rješavanja problema i timskog rada uz pomoć pristupačnih materijala. Potaknuti kreativno razmišljanje i razumijevanje osnovnih načela solarne energije kroz izradu nefunkcionalnih modela ili prikaza	komunikacija i prezentacija, razumijevanje principa i dizajna solarne energije.	
Zajednički rad na projektu:	Učenici rade u timovima na dizajniranju i izradi vlastitih <i>imitacija</i> modela ili prikaza na solarni pogon (npr. model solarnog ventilatora ili solarnog punjača) koristeći lako dostupne i jeftine		Istraživanje i kritička analiza, timski rad i suradnja	Sesija 2: Dizajn i početna izrada (Fokus na reprezentaciju)



	materijale (karton, papir, reciklirane predmete itd.). Podijeliti uloge unutar grupe: Dizajner, Istraživač, Izvođač (fokus na izradi), i Prezenter.			
Pregled i dorada:	Timovi pregledavaju i usavršavaju svoje dizajne i modele na temelju problema kojim se bave i materijala koje koriste, s naglaskom na to koliko njihov model predstavlja namijenjeno rješenje i pokazuje razumijevanje osnovnih solarnih principa.		Timski rad i suradnja	Sesija 3: Pregled, iteracija i usavršavanje
Prezentacija i refleksija:	Svaki tim predstavlja svoj dizajn i model, objašnjavajući problem na koji se odnosi, proces dizajna i kako bi stvarni funkcionalni uređaj temeljen na njihovom modelu funkcionirao. Olakšajte razrednu raspravu o potencijalnim prednostima i izazovima implementacije sličnih solarno napajanih		Komunikacija i prezentacija	Sesija 4: Prezentacije i razmišljanja



	rješenja u stvarnom svijetu.			
--	------------------------------	--	--	--

2. "Dizajniranje rješenja na solarni pogon: Praktični pristup"

- **Cilj: Dizajniranje i predstavljanje rješenja, razumijevanje principa kroz izradu prikaza i korištenje pristupačnih materijala.**
-
- **Sjednice:**
 - **Sjednica 1: Postavljanje konteksta, identificiranje izazova za rješavanje.**
 - **Sesija 2: Dizajn i početna izrada (Fokus na reprezentaciji)**
 - **Sesija 3: Pregled, iteracija i usavršavanje**
 - **Sesija 4: Prezentacije i refleksije**
 -
- **Stečene vještine: dizajnersko razmišljanje, tehničko znanje, komunikacija.**

Pedagoška strategija - 3				
Naziv aktivnosti	Proces	Cilj	Stečene vještine	Vrijeme
Kartiranje energetske zajednice: istraživanje obnovljivih izvora energije u stvarnom svijetu	Uvodna sesija: Počnite s uvođenjem koncepta energetskog mapiranja i načina na koje se obnovljivi izvori energije mogu integrirati u stvarne zajednice. Predstavite kratak pregled alata poput Google Eartha i Energy3D-a za mapiranje projekata obnovljive energije. Odabir zajednice:	Kako bi se studentima pružilo praktično iskustvo primjene koncepta obnovljive energije na stvarne izazove u zajednicama, uz istovremeno poticanje ekološke svijesti i inovativnog razmišljanja.	Analiza podataka i kritičko razmišljanje Upravljanje projektima i timski rad	Sjednica 1: Uvod i odabir zajednice



	Dodijelite studentima određene zajednice (stvarnim ili izmišljenim) s različitim energetske potrebe, poput urbanih područja, udaljenih sela ili industrijskih zona.			
	Prikupljanje podataka: Učenici prikupljaju informacije o dodijeljenim zajednicama, uključujući trenutnu potrošnju energije, lokalne obnovljive izvore energije i okolišne izazove. Potičite timski rad dok učenici istražuju tehnologije poput solarne, vjetroelektrane i hidroenergije. Dizajniranje rješenja: Učenici surađuju na dizajniranju energetske sustava prilagođenih njihovim zajednicama. Koriste simulacije (npr. PhET ili Energy3D) za		Kreativno rješavanje problema i dizajnersko razmišljanje	Sesija 2: Prikupljanje podataka i dizajn rješenja



	testiranje učinkovitosti i izvedivosti. Po mogućnosti uključite prilike za terenski rad, poput posjeta lokalnim lokacijama s solarnim panelima.			
	Prezentacija i povratne informacije: Svaka grupa predstavlja svoja rješenja za energetska mapiranje razredu. Olakšajte povratne informacije među vršnjacima usmjerene na kreativnost, izvedivost i utjecaj na okoliš.		Vještine komunikacije i prezentacije	Sesija 3: Prezentacije i povratne informacije
	Refleksija i finalizacija: Grupe usavršavaju svoje prijedloge na temelju povratnih informacija i pripremaju akcijski plan za provedbu, uzimajući u obzir potencijalne izazove i prednosti.		Tehničko razumijevanje sustava obnovljive energije	Sesija 4: Refleksija i finalizacija



--	--	--	--	--

Kartiranje energetske zajednice: istraživanje obnovljivih izvora energije u stvarnom svijetu

- Cilj: Primijeniti koncepte obnovljive energije na stvarne izazove.
- Sesije:
 - Sesija 1: Uvod u mapiranje energije i alate poput Google Eartha.
 - Sesija 2: Prikupljanje podataka o potrebama zajednice i osmišljavanje rješenja.
 - Sesija 3: Prezentacija energetske planova, primanje povratnih informacija od kolega.
 - Sesija 4: Usavršavanje prijedloga i priprema planova provedbe.
- Stečene vještine: Analiza podataka, timski rad, ekološka osviještenost

Povratne informacije i evaluacija

Evaluacija

Metoda evaluacije	Detalji
Promatranje i sudjelovanje	Nastavnici promatraju angažman učenika na nastavi i u aktivnostima.
Promatra se i rezultati	Nastavnici promatraju razumijevanje teme

Povratne informacije

Metoda prikupljanja povratnih informacija	Detalji
Postavljanje pitanja	Nastavnik izravno traži povratne informacije od učenika nakon završetka sata
Anketa - 1	Anonimna anketa za studente, kako bi se stekao uvid u to koliko je nastava bila zanimljiva studentima i jesu li stekli bolje razumijevanje teme
Anketa - 2	Anonimna anketa za nastavnike kako bi se dobila njihova mišljenja o kurikulumu o suncu

1. [Anketa za studente.](#)
2. [Anketa za nastavnike.](#)

Sažetak

Poglavlja Kurikuluma o solarnoj energiji, zajedno s pratećim pedagoškim strategijama, scenarijima za igru uloga, vizualnim alatima i detaljnim planovima sati, razvijena su primjenom načela STEAM obrazovanja. Nadograđujući se na temelj STEM-a (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika), STEAM također integrira **umjetnost**, potičući kreativnost i inovativnost u procesu učenja. Poticanjem učenika na istraživanje i primjenu znanja kroz interdisciplinarnu i praktičnu pristupe, STEAM potiče dublje konceptualno razumijevanje i kritičko razmišljanje.

Integracijom principa STEAM-a, Kurikulum o solarnoj energiji i njegovi obrazovni alati nude sveobuhvatno i zanimljivo iskustvo učenja. Ovaj pristup pomaže osigurati da učenici razviju sveobuhvatno razumijevanje solarne energije i njezine ključne uloge u rješavanju problema klimatskih promjena.

Značajan dio konzorcija projekta čine učitelji iz različitih zemalja. To osigurava da razvijeni obrazovni alati budu praktični i relevantni, te da podrže učitelje u učinkovitom pripremanju i izvođenju nastavnih sati iz Kurikuluma o solarnoj energiji.

Kurikulum o solarnoj energiji razvio je konzorcij od šest institucija iz šest različitih zemalja diljem Europe. Od samog početka, jedan od ključnih izazova projekta bio je osigurati da kurikulum bude pristupačan i usklađen s nacionalnim kurikulumima svih zemalja sudionica. To je uzeto u obzir tijekom razvoja kurikuluma o solarnoj energiji. Kurikulum ne proturječi nacionalnim standardima nijedne partnerske zemlje. Iako planovi lekcija uključuju predloženo trajanje za svaku sesiju i možda se ne podudaraju uvijek sa standardnom strukturom razreda u nekim od zemalja sudionica, planovi lekcija osmišljeni su s ugrađenom fleksibilnošću, što nastavnicima omogućuje prilagodbu sadržaja lokalnom kontekstu. Zahvaljujući toj prilagodljivosti, Kurikulum o solarnoj energiji može se učinkovito provoditi i izvan šest zemalja uključenih u projekt #Solar4Future+, što nudi potencijal za širi utjecaj i doseg.

Razvoj Kurikuluma o solarnoj energiji i njegovih obrazovnih alata je dovršen. Faza testiranja pružila je vrijedne povratne informacije koje su iskorištene za doradivanje i poboljšavanje kurikuluma.

Solar energy discussion worksheets

Worksheet 1: Solar Power Courtroom

Group role (circle your role): Pro-Solar Lawyers / Skeptical Lawyers

My main claim in this debate (one sentence):

Together with your group, research four data-based arguments for your claim! Rank the arguments from 1 (weakest) to 4 (strongest) based on how convincing they are.

Argument (with justification):

Rank:

Argument (with justification):

Rank:

Argument (with justification):

Rank:

Argument (with justification):

Rank:

Prepare to present your arguments to the class!

Reflection:

Which argument from the opposing side was the strongest? Why?

What was your own opinion on this matter before the debate?

Did any evidence that you encountered in this lesson change or weaken your original position? Explain.

Worksheet 2: Solar Energy Park – Decision Matrix

In your group, choose a location where you, as a large investor, would like to place a solar plant (give your initial idea!)

Our chosen location: _____

Now it is time for research!

Each member of the group should research one of the following about your chosen location:

Fill in the table (1 = low, 5 = high)

Sunlight intensity: _____ Team member to research this was _____

Cloud cover: _____ Team member to research this was _____

Infrastructure access: _____ Team member to research this was _____

Environmental factors: _____ Team member to research this was _____

Social / political factors: _____ Team member to research this was _____

Explain the marks you gave the location for your chosen factor!

The sum of all marks for this location: _____

Present your location to the rest of the class! Together with the class, decide which location was the best of your offered ones!