

Solar Energy – learning material

Context

City / Country: Vukovar, Croatia

Structure : Učilište Studium

Area of activity : Education

Identified needs

Clear and Understandable Content – The material should use simple language and avoid technical jargon.

Engaging and Practical Information – Learning should be relevant to everyday life and possible job applications.

Step-by-Step Explanations – Complex concepts should be broken down into smaller, easy-to-understand sections.

Visual Support – Diagrams, images, and real-world examples should be used to enhance understanding.

Accessibility for All Learners – Content should be suitable for learners with different literacy levels and learning styles.

Objectives

Using Simple and Clear Language – Replacing technical terms with everyday words and explaining them in a straightforward way.

Focus on Practical Knowledge – Explaining how solar energy works, its benefits, and real-life applications.



Structuring Content for Easy Learning – Organizing information using short paragraphs, bullet points, and headings.

Using Real-Life Examples – Showing how solar energy is used in homes, businesses, and communities.

Including Interactive Elements – Encouraging learning through questions, activities, and discussions.

Target groups

Adult Education Students – Individuals looking to expand their knowledge or gain skills for work



text it **EASY**

Existing



Co-funded by
the European Union

<p>NASTAVNA DOKUMENTACIJA ZA SREDNJOŠKOLSKO OBRAZOVANJE ODRASLIH</p> <p>Učilište Studium Ustanova za obrazovanje odraslih</p>	<p>Nastavni predmet : IZBORNA NASTAVA – Tehnologija solarnih fotonaponskih sustava</p> <p>Razred: DRUGI</p> <p>Zanimanje: INSTALATER GRIJANJA I KLIMATIZACIJE</p>
	<p>Prvo nastavno pismo</p> <p>NASTAVNO PODRUČJE : IZBORNA NASTAVA-TEHNOLOGIJA SOLARNIH FOTONAPONSKIH SUSTAVA</p> <p>Vinkovci, svibanj 2023</p>

UVOD

1

<p>Ovo nastavno pismo iz predmeta Tehnologija solarnih fotonaponskih sustava je polaznicima trogodišnjeg zanimanja za smjer instalater/ica grijanja i klimatizacije u dopisno-konzultativnom načinu izvođenja nastave.</p> <p>Izrada didaktički i metodički oblikovanih nastavnih sadržaja, u svrhu samostalnog učenja uz potporu i usmjeravanje polaznika, je propisana obveza za ustanove koje se bave obrazovanjem odraslih u dopisno-konzultativnoj nastavi (Pravilnik o standardima i normativima te načinu i postupku utvrđivanja ispunjenosti uvjeta u ustanovama za obrazovanje odraslih, NN 129/08, NN 52/10).</p> <p>Nastavno pismo ima za cilj stjecanje novih i proširivanje postojećih znanja i vještina iz Tehnologija solarnih fotonaponskih sustava.</p> <p>Sadržajno su strukturirani i predstavljeni pojmovi vezani uz pojam sunčeve energije, solarne kolektore, solarne bazene, fotonaponske ćelije, termoiionske ćelije, termoelektrične ćelije, solarne tornjeve te primjene solarnih elemenata u kućanstvu, turizmu i slično.</p> <p>Upute za korištenje nastavnog pisma i uspješno učenje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pročitati ležimčno nastavno pismo (u svrhu upoznavanja sadržaja i ciljeva učenja) • organizirati i planirati učenje (dnevni i tjedni plan, do plana polaganja ispita) • koristiti vlastiti stil učenja (vizualni, auditivni, kinestetički/tjelesni stil učenja) • učiti s pauzama (da bi se postiglo dugotrajno pamćenje) • ponavljati i utvrđivati nastavni sadržaj u određenim vremenskim razmacima, (uz promišljanje, a ne samo puko čitanje i zapamćivanje činjenica) • koristiti suvremene metode učenja te mnemotehnike • podcrtavati ključne pojmove i voditi bilješke na margini teksta • strukturirati i povezati nove sadržaje i informacije s iskustvom i stečenim znanjem.
--

2

SADRŽAJ	Stranice
1. SUNČEVA SVJETLOST I ZRAČENJE	
1.1. Sunčeva svjetlost na području Republike Hrvatske.....	4
1.2. Solarni sustavi.....	7
1.3. Solarni kolektori.....	9
1.3. Solarni pločasti kolektor.....	9
1.4. Fotonaponske ćelije.....	12
2. FOTONAPONSKI PANELI	
2.1. Tehnologija fotonaponskih ćelija i panela	13
2.2. Osnovne vrste FN panela.....	14
2.3. Usporedba električne snage kvalitete i cijene.....	15
3. POPIS LITERATURE.....	
4. Zadatci za samoprovjeru s uputama na kojim se stranicama nalaze odgovori.....	

3

<p>➤ 1. SUNČEVA SVJETLOST I ZRAČENJE</p> <p>U ovoj nastavnoj temi bit ćete u mogućnosti prepoznati i razlikovati osnovne pojmove vezane uz solaru energiju, spektar sunčevih zraka, korisnost i štetnost, infracrveno zračenje, iskoristivost toplinske energije dobivene od sunca u kolektorima, bazenima, fotonaponskim sustavima, termoiionskim sustavima i termoelektričnim sustavima te montiranje tih sustava na obiteljske kuće, hotele, bazene, rekreacione centre, plastenike za uzgoj voća i povrća, sušare duhana i vune.</p> <p>Sadržaj ove teme ste naučili ako:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ navedete definiciju sunčeve energije; ➤ navedete karakteristike solarnih zraka; ➤ identifikirate svojstva infracrvenih zraka i drugih zračenja; ➤ definirate pojam solarnog kolektora; ➤ objasnite osnovne karakteristike solarnih bazena; ➤ prepoznate pravilne izrade FN sustava; ➤ definirate način proizvodnje FN sustava; ➤ objasnite proizvodnju toplinske energije pomoću FN panela; ➤ prepoznate postupke pretvorbe solarne energije u toplinsku energiju.; ➤ prepoznate postupke pretvorbe solarne energije u električnu energiju ➤ razlikujete konstrukcijske sheme postavljanja solarnih panela; ➤ procijenite posebnosti solarnih FN panela; ➤ opišete postupke postavljanja FN panela na kuću; <p>Ova nastavna tema sadrži sljedeće nastavne jedinice:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Sunčeva energija, ○ Zračenje, ○ Infracrvene zrake, ○ Fotonaponski paneli, ○ Proizvodnja toplinske energije putem FN panela, ○ Proizvodnja električne energije putem FN ćelija, ○ Solarni bazeni ○ Solarni tornjevi. 	<p>KLJUČNI POJMOVI</p> <p>Karakteristike solarnog zračenja</p> <p>Karakteristike infracrvenog zračenja</p> <p>Svojstva solarne energije</p> <p>Svojstva solarne i toplinske energije tvrti</p>
--	--

4



Nastavna jedinica :
SUNČEVA SVJETLOST I ZRAČENJE

1.1. Sunčeva svjetlost na području Republike Hrvatske

Hrvatska zahvaljujući svojem geografskom položaju ima vrlo povoljne uvjete za iskorištavanje Sunčeve energije. U južnoj dijelu Hrvatske godišnja proizvodnja klasičnog fotonaponskog sustava iznosi od 1100 do 1330 kWh po instaliranom kWp snage dok u kontinentalnom dijelu Hrvatske ona iznosi od 1000 do 1100 kWh po instaliranom kWp snage. Srednja godišnja ozračenost vodoravne plohe ukupnim Sunčevim zračenjem na području Republike Hrvatske prikazana je na slici.

Život na zemlji je nezamisliv bez sunca: daje nam svjetlost i toplinu, utječe na klimu i rast biljaka. Sunce nam unutar 30 minuta isporučuje više energije nego što cijelo čovječanstvo može potrošiti u jednoj godini.

Geografski, topografski i klimatski položaj Republike Hrvatske u odnosu na solarnu energiju

5

Već danas sunčane elektrane opskrbljuju cijele gradove sa električnom strujom i pri tome smanjuju emisije štetnih plinova i utječu na zaštitu okoliša. Samo jedan kWh električne energije dobivene iz Sunca smanjuje emisiju CO₂ za 1 kg

Obnovljivi izvori energije, isključujući hidroelektrane, u svjetskoj proizvodnji električne energije sudjeluju sa samo 2 %, od čega daleko najmanji udio ima iskoristivost sunčeve energije sa samo 1 %. No, na značaj sunčeve energije dovoljno ukazuje podatak da je sunčeva energija privukla gotovo polovicu ulaganja u svim investicijama u obnovljive izvore energije na globalnoj razini prošle godine, približavajući se broji od 130 milijardi dolara od kojih su 2/3 investirane u Europi.

Snaga sunčevog zračenja iznosi oko 3,8 · 10²⁶ kW, odnosno 3,8 · 10²¹ kWh/god., od čega samo mali dio stiigne na zemlju pod prostornim kutom od 32°, odnosno 0,33°. Do vrha Zemljine atmosfere dolazi samo pola milijarditog dijela emitirane energije, tj. oko 1,75 · 10¹⁴ kW ili 1,53 · 10¹⁴ kWh/god. Ta snaga prelazi više od 100 000 puta snagu svih elektrana na zemlji kad rade punim kapacitetom. Ogromna je količina energije od sunčeva zračenja. Manje od jednog sunčanog sata dovoljno je da pokrije cjelokupnu potrebu za energijom gotovo 6,5 milijardi ljudi koji žive na ovom planetu.

1.2. Solarni sustavi

Najčešće korišteni solarni sustavi danas su :

- Solarni kolektori
- Solarni bazeni
- Solarni toranjeri
- Fotonaponski sustavi
- Termoelektrični sustavi
- Termoelektrični sustavi

1.3. Solarni kolektori

Sunčev toplovodni kolektor ili solarni kolektor je dio sunčevog toplovodnog sustava, koji direktno pretvara sunčevu energiju u toplinsku energiju vode ili neke druge radne tvari. Sustavi za sunčevo grijanje mogu biti otvoreni, u kojima voda koja se zagrijava prolazi direktno kroz kolektor na krovu (termosifon) ili zatvoreni u kojima su kolektori popunjeni tekućinom, koja se ne smrzava (glikol, antifriz) i mogu se koristiti kod vanjskih temperatura ispod 0 °C. Tijekom sunčanog dana, voda može biti grijana samo u kolektorima, a ako vrijeme nije lijepo, kolektori pomažu u dogrijavanju i time

Nabroj obnovljive izvore energije !

6

Stede potrošnju električne struje. Sunčevi kolektori su vrlo korisni izvori toplinske energije kod bazenske tehnike, gdje je temperatura vode u pravilu uporabno niža, te se optimalna temperatura bazena održava nekoliko tjedana više u godini nego bez sunčevog toplovodnog sustava za grijanje vode. U Europskoj Uniji znatno se povećava količina ugrađenih sunčevog sustava za grijanje potrošne vode i prostorija. Tijekom 2000. instalirano je 1 046 140 m² novih sunčevih kolektora. I pri ovoj su tehnologiji sunčevog grijanja Njemačka i Austrija europski voditelji. Tako je u odnosu na cijelu Europu u Njemačkoj te godine instalirano više od 60% sunčevih toplovodnih sustava. Plan je Europske unije bio ugraditi oko 100 milijuna m² do 2010., no trenutni su pokazatelji oko 80 milijuna m².

Što je solarni kolektor

Koja zemlja prednjači u instalaciji solarnih elemenata

Sunčev toplovodni sustav s prisilnim kruženjem vode se sastoji uglavnom od sunčevih toplovodnih kolektora, sunčevog spremnika topline, pomoćnog grijača, toplovodnih cijevi, te pumpe i regulacijskog sklopa koji njime upravlja

Nabroj najčešće korištene elemente danas !

7

Što je prenosnik sunčeve energije u solarnom kolektoru

Temperatura dobivena u solarnom kolektoru kreće se od 60-90 ° C ovisno o jačini infracrvenih zraka

1.4. Solarni pločasti kolektor

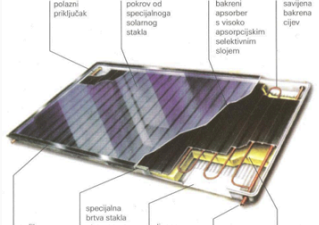
Pločasti (ravni) kolektori uglavnom se koriste u sustavima za pripremu potrošne tople vode i grijanja prostora. Obično se instaliraju na krov zgrade okrenuti prema jugu i nagnuti prema horizontali. Ravni kolektori apsorbiraju osim izravno i raspršeno

Nabroj najčešće korištene elemente danas !

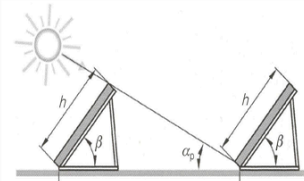
8



Co-funded by
the European Union

<p>zračenje te je za njihov rad bitno ukupno zračenje koje upada na njihovu površinu. Kut nagiba kolektora prema horizontali potrebno je izabrati tako da kolektor bude najučinkovitiji u onom dijelu godine kad je najpotrebnija energija koju kolektor daje.</p> <p>Obično se u našim zemljopisnim širinama odabire nagib kolektora od 35° do 45° i tako čini kompromis kojim se postigne da od proljeća do jeseni kolektor prima sunčevo svjetlo prosječno 7 do 8 sati dnevno. Telmo li da kolektor bude učinkovitiji zimi, a manje učinkovit ljeti, trebamo ga postaviti strmije. Čak i okomito postavljen kolektor (npr. na jutni zid zgrade) može zimi dobro djelovati. Ipak je najbolje prema zadanim uvjetima proračunati optimalan nagib kolektora. Pri izboru vrste kolektora ne smije se zaboraviti ekonomičnost pa je potrebno naći kompromis između učinkovitosti i cijene kolektora. Pritom je potrebno promatrati ne samo cijenu kolektora nego i cijenu čitavog sustava.</p> <p>Solarni kolektor jedan je od najvažnijih dijelova solarnog sustava za pripremu potrošne tople vode i/ili grijanje. Solarni kolektor najjednostavniji je uređaj za pretvaranje sunčeve energije u toplinsku. Tehnologija izrade kolektora već je potpuno usvojena, automatizirana i kolektori se proizvode u velikim serijama širom svijeta.</p> <p>Slika prikazuje presjek pločastog kolektora.</p>  <p>polarni priključak, pokrov od specijalnog solarnog stakla, bakreni apsorber s visokom apsorpcijskim selektivnim slojem, savijena bakrena cijev, specijalna brzo stakla otporna na visoke temperature, limeno dno od aluminij-cinka, površinski priključak, toplinska izolacija, profil okvira od aluminija</p>	<p>Koliko aje temperatura dolivena od sunca u kolekturu ?</p> <p>O čemu ovisi kut nagiba kod kolektora ?</p>
---	--

9

 <p>Parametri razmaka između redova kolektora</p> <p>1.5. Fotonaponske ćelije</p> <p>Ili solarni panel se sastoji od grupe sunčevih ćelija (fotonaponske ćelije), kojih je najčešće oko 36, serijski povezanih, stvarajući module nominalnog napona od 12 V. Svaki pojedini fotoelektrični članak ima maksimalni izlazni napon od 600 do 700 mV, pa se fotoelektrični članci serijski povezuju stvarajući module nominalnog napona od 12 V.</p> <p>Snaga koju proizvodi jedan fotonaponski članak je relativno mali, pa se u praksi više članaka povezuju u grupu čime se formira fotonaponska ćelija, a više fotonaponskih ćelija čini jedan fotonaponski modul ili solarni panel ili fotonaponsku ploču. Kada se poveže više sunčevih panela dobije se polje fotonaponskih ploča, koji je dio solarne fotonaponske elektrane.</p>	<p>Opiši od čega je sastavljen solarni kolektor !</p>
--	---

10

 <p>Fotonaponska ćelija izrađena od pločice monokristalnog silicija.</p> <p>Prednosti upotrebe fotonaponskih sustava</p> <p>Tehnologija fotonaponskih sustava je dokazana u komercijalnim svrhama, a prednosti su joj:</p> <ul style="list-style-type: none"> • visoka pouzdanost • niski troškovi rada i najvećemogućnosti izvor energije • minimalna potreba za održavanjem i bez potrebe za nadopunjavanjem bilo kakvog goriva • najbolji gradski obnovljivi izvor energije • jednostavna mehanika, nema pokretnih dijelova koji su potrebni za rad sustava • primjenjivost sustava praktički bilo gdje na Zemlji • ne buče i ne zagađuju okoliš • pružaju mogućnost uvođenja električne energije na mjestima gdje bi to inače bilo preskupo ili čak neizvodivo. <p>2. FOTONAPONSKE PANELE</p> <p>2.1. Tehnologija rada FN panela</p> <p>Princip rada :</p> <p>Fotonapon (FN, engl. photovoltaics, PV) je tehnologija sunčeve energije koja koristi solarne ćelije kako bi sunčevu energiju pretvorila u elektricitet. Materijali važni za izradu fotonaponskih solarnih ćelija mogu doći u obliku monokristala, polikristala ili kao amorfne tvari. Klasični poluvodič koji se koristi za izradu solarnih ćelija je silicij, ali i drugih materijala.</p>	<p>Dijelovi pločastog kolektora !</p>
---	---------------------------------------

11

<p>Sunčana je ćelija u biti PN-spoj (poluvodička dioda). Kada se solarna ćelija osvijetli, apsorbirani fotoni proizvode parove elektron-supljina zbog kojih dolazi do razlike potencijala na krajevima solarne ćelije. Ako su kontakti ćelije spojeni s vanjskim trošilom, proteći će električna struja, a solarna ćelija postaje izvorom električne energije.</p> <p>Solarne FN elektrane čine FN paneli spojeni u polja priključena preko izmjenjivača na mrežu ili potrošače. Mogu biti samostalne i priključene na mrežu. Samostalna rješenja u razvijenom svijetu danas čine samo oko 5% ukupnih instalacija a pored FN panela još imaju akumulatore, dvosmjerni izmjenjivače i često se kombiniraju s drugim izvorima. FN panel predstavlja samostalni element čija snaga se kreće od 50 do 300 W. Jedan FN panel se sastoji od više kristalinih FN ćelija ili jedne ćelije u tankom filmu.</p> <p>Polja se mogu postaviti fiksno ili na pokretne mehanizme za postizanje veće proizvodnje električne energije praćenjem kretanja Sunca. Fiksno postavljanje je u pravilu pod optimalnim kutom za maksimum godišnje proizvodnje. Pokretna rješenja mogu imati 20-30% veću proizvodnju električne energije ovisno o izvedbi (1-osni i 2-osni) i ukupnoj ozračenosti, uz veću cijenu instalacije i troškove održavanja.</p> <p>Mrežni Sistem (Grid-Connected)</p> <p>Mrežni sustav je priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije. Električna energija iz fotonaponskih sustava prvotno napaja trošila u obiteljskoj kući, a višak proizvedene električne energije može se prodati u javnoj mreži. Električna mreža vrši funkciju skladištenja energije. U slučaju da fotonaponski moduli ne proizvode dovoljno električne energije, napajanje trošila nadopunjuje se preuzimanjem energije iz mreže.</p> <p>Osnovni elementi mrežnog sustava:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fotonaponski moduli 2. Montažni elementi 3. Kablovi 4. Spojna kutija sa zaštitnom opremom 5. Izmjenjivač DC/AC (inverter) - solarni izmjenjivač pretvara istosmjernu struju modula u izmjeničnu, sinkroniziranu s naponom i frekvencijom mreže. 6. Brojilo prodane i kupljene energije - Registrira proizvedenu energiju predanu u mrežu i potrošenu energiju preuzetu iz mreže. 7. Priključak na mrežu - Sustavi su uglavnom priključeni na niskonaponsku razinu elektroenergetskog sustava. <p>2.2. Osnovne vrste FN panela</p>	<p>Koje su karakteristike fotonaponskih ćelija</p> <p>Od kojeg materijala su izrađene fotonaponske ?</p> <p>Nabroj prednost FN sustava !</p>
---	--

12



a) Monokristalne Si ploče

Ovaj tip ploče može pretvoriti 1000 W/m² sunčevog zračenja u 140 W električne energije, s površinom ploče od 1 m². Za proizvodnju monokristalnih Si ćelija potreban je apsolutno čisti poluvodički materijal. Monokristalni štapići se izrade iz rastaljenog silicija i režu na tanke pločice. Takav način izrade omogućuje relativno visoki stupanj iskorištenja.^[8]

b) Polikristalne Si ploče

Ovaj tip ploče može pretvoriti 1000 W/m² sunčevog zračenja u 130 W električne energije s površinom ploče od 1 m². Proizvodnja ovih ploča je ekonomski efikasnija u odnosu na monokristalne. Tekući silicij se ulijeva u blokove koji se zatim režu u ploče. Tijekom skrućivanja materijala stvaraju se kristalne strukture različitih veličina, na čijim granicama se pojavljuju greške, pa zbog tog razloga sunčeva fotonaponska ćelija ima manji stupanj iskorištenja.

c) Amorfne Si ploče

Ovaj tip ploče može pretvoriti 1000 W/m² sunčevog zračenja u 50 W električne energije s površinom ćelija od 1 m². Ukoliko se **tanki film silicija** stavi na staklo ili neku drugu podlogu, to se naziva amorfna ili tankoslojna ćelija. Debljina sloja iznosi manje od 1 μm, stoga su troškovi proizvodnje manji u skladu sa niskom cijenom materijala. Međutim stupanj iskorištenja amornih ćelija je puno niži u usporedbi s drugim tipovima ćelija. Prvenstveno se koristi u opremi gdje je potrebna mala snaga (satovi, džepna računala) ili kao element fasade na zgradama.^[9]

d) Galij arsenidne GaAs ploče

Galij arsenid je poluvodič napravljen iz mješavine galija Ga i arsena As. Pogodan je za upotrebu u višeslojnim i visoko učinkovitim pločama. Širina zabranjene vrpce (engl. *band gap*) je pogodna za jednoslojne sunčeve ćelije. Ima visoku apsorpciju, pa je potrebna debljina od samo nekoliko mikrometara da bi apsorbirao sunčeve zrake. Relativno je neosjetljiv na toplinu u usporedbi sa silicijevim pločama, te na zračenja. Zbog visoke cijene koristi se u svemirskim programima i u sustavima s koncentriranim zračenjem, gdje se štedi na ćelijama. Projekti koncentriranog zračenja su još u razdoblju istraživanja. Galij indijum fosfidna/galij arsenid (GaInP)/GaAs dvoslojna ćelija ima stupanj iskorištenja od 30% i koristi se u komercijalne svrhe za svemirske aplikacije. Ovaj tip ploče može pretvoriti 1000 W/m² sunčevog zračenja u 300 W električne energije sa površinom ćelija od 1 m².

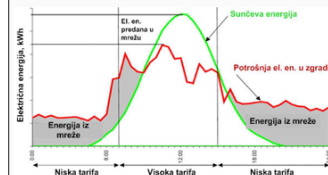
e) Kadmij telurijev CdTe ploče

Opšti princip rada FN panela!

13

Ovaj tip ploče može pretvoriti 1000 W/m² sunčevog zračenja u 160 W električne energije sa površinom ploče od 1 m² u laboratorijskim uvjetima. Kadmij telurid je spoj elementa: metala kadmija i polumetala telurija. Pogodan za upotrebu u tankim fotonaponskim modulima zbog fizikalnih svojstava i jeftinih tehnologija izrade. Uprkos navedenim prednostima zbog kadmijeve otrovnosti

2.3. Usporedba električne snage, cijene i kvalitete



Nabroj osnovne vrste FN panela i opiši jedan !



Porast kapaciteta preko 40% godišnje. (nekoliko 1GW/god) dovodi u pitanje stabilnu dostupnost Si. Ubrzani rast tehnologija tankog filma. Ekonomičnost još nedostižna, ali se predviđa, uz ovaj rast, za 5 do 10 godina. Oko 19 GW ukupno inst. do kraja 2010.

14

Vršna snaga Wp:	3,8W
Napon otvorenog strujnog kruga Voc:	0,605V
Struja Kratkog spoja Isc:	8,9A
Napon max. snage Vmp:	0,472V
Struja pri max. snazi Imp:	8,05A
Efikasnost: 14,6%	
Debljina: 450-600 microns	
Čelija 165x165mm	

➤ **BUDITE UČINKOVITI!**

Prošli ste prvu nastavnu temu sa svega nekoliko temeljnih pojmova i više važnih informacija koje treba zapamtiti.

➤ **PREDLAŽEMO:**

- ponovno pažljivo pročitajte tekst ove nastavne teme,
- uočite bitno,
- razmislite o svakom ključnom pojmu,
- opišite ga svojim riječima,
- napišite kratku bilješku svojim riječima i tek onda
- prijdite na tekst sljedeće nastavne teme.

15

<p>➤ ZADACI ZA PONAVLJANJE I UTVRĐIVANJE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Opišite koja je prednost korištenja solarne energije u kućanstvu. ➤ Navedite karakteristike sunčevog infracrvenog zračenja: ➤ Nabrojite glavne dijelove solarnog kolektora. ➤ Opišite kako i na kojem principu radi kolektor. ➤ Objasnite od čega su načinjeni FN paneli te princip rada. ➤ Objasnite razlike Amorfne SI ploče i Galij ploče. ➤ Opisi postupak dobivanja električne energije pomoću solarne energije. ➤ Razlikovati FN panele. ➤ Spoznati korisnost i učinkovitost solarne energije kao obnavljajući energetski izvor koji ne zagađuje okolinu. 	<p>Kolika su predviđanja instalirane snage dobivene od sunca pomoću FN ploča ?</p>
<p>POPIS LITERATURE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Majdandžić, Ljubomir: <i>Solarni sustavi</i>, Zagreb, Graphis d.o.o., 2010., ➤ PRIOR inženjering d.o.o., Zagreb: <i>Autodesk Inventor</i>, 2012., ➤ URL: http://www.prior.hr/programi/autodesk-inventor ➤ Beder, Steve: <i>Autodesk Manufacturing & Digital Prototyping Solution</i>, 2012., (Slike) ➤ URL: http://autodeskmfg.typepad.com/blog/, (10.05.2012.). ➤ Milan, Opalić; Milan Kljajin, Slavko Sebastjanović: <i>Tehničko crtanje</i>, Čakovec/Slavonski Brod, Zrinski d.d., 2007., 	
<p>ZADACI ZA SAMOPROVJERU ZNANJA UZ UPUTE NA KOJIM SE STRANICAMA U NASTAVNOM PISMU NALAZE ODGOVORI:</p> <p>1. Što je solarna energija ? – odgovor potražite na stranici 5;</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>3. Da li je položaj RH topografski i geografski povoljan u smislu iskoristenja solarne energije? Zaokruži da ili ne :</p>	

16

a) DA	b) NE
odgovor potražite na stranici 5;	
<p>3.Solarna energija spada u _____ energetske oblike za razliku od ugljena koji spada u neobnavljajuće energetske izvore. – odgovor potražite na stranici 6 ?</p> <p>_____</p>	
<p>4. Koji su solarni sustavi danas najčešće korišteni u praksi ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>5. Zaokruži zemlju koja prednjači u instalaciji solarnih elemenata !</p> <p>a) Francuska b) Njemačka c) Italija</p> <p>odgovor potražite na stranici 7;</p>	
<p>6. Što je prenosnik solarne energije u solarnom kolektoru?</p> <p>_____</p> <p>odgovor potražite na stranici 8;</p>	
<p>7. O čemu ovisi kut nagiba kod kolektora?</p> <p>_____</p> <p>odgovor potražite na stranici 9</p>	
<p>8. Precrtaj uljeza :</p> <p>a) Pokrivne letvice b) profil okvira c) pričvrni dio</p> <p>d) limeno dno posude e) pričvrni lim kolektora</p> <p>odgovor potražite na stranici 11;</p>	
<p>9. Nabroj bar 5 prednosti FN sustava? – odgovor potražite na</p>	

17

stranici 12;	

6.Od čega je načinjen spoj Kadmijske CdTe ploče ? – odgovor potražite na stranici 15;	

18



text it **EASY**



Co-funded by
the European Union

text it **EASY**

Proposal



Co-funded by
the European Union

NASTAVNA DOKUMENTACIJA ZA SREDNJOŠKOLSKO OBRAZOVANJE ODRASLIH	Nastavni predmet : IZBORNA NASTAVA – Tehnologija solarnih fotonaponskih sustava
	Razred: DRUGI (2.) Zanimanje: INSTALATER GRIJANJA I KLIMATIZACIJE
Učilište Studium Ustanova za obrazovanje odraslih	Prvo nastavno pismo NASTAVNO PODRUČJE : IZBORNA NASTAVA-TEHNOLOGIJA SOLARNIH FOTONAPONSKIH SUSTAVA
	Vukovar, svibanj 2023

1

UVOD
<p>Nastavno pismo dio je predmeta Tehnologija solarnih fotonaponskih sustava. Predmet je dio trogodišnjeg programa obrazovanja za instalatera/icu grijanja i klimatizacije. Nastava se provodi dopisno-konzultativno.</p> <p>Sadržaj pisma pomaže polaznicima kako bi samostalno učili uz podršku nastavnika. Ustanove koje provode ovaj oblik obrazovanja moraju izraditi nastavne materijale prema pravilima. To je određeno Pravilnikom o standardima i normativima te načinu i postupku utvrđivanja ispunjenosti uvjeta u ustanovama za obrazovanje odraslih (NN 129/08, NN 52/10).</p> <p>Cilj ovog pisma je da polaznici nauče nova znanja i usavrše vještine vezane uz tehnologiju solarnih fotonaponskih sustava.</p> <p>Sadržaj je strukturiran i prikazuje važne pojmove. Obraduju se:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sunčeva energija, • solarni kolektori, • solarni bazeni, • fotonaponske ćelije, • termionske ćelije, • termoelektrične ćelije, • solarni tornjevi. <p>Također su objašnjene primjene solarnih elemenata u kućanstvu, turizmu i drugim područjima.</p> <p>Upute za korištenje nastavnog pisma i uspješno učenje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prvo letimično pročitate nastavno pismo. Tako ćete se upoznati sa sadržajem i ciljevima učenja. • Organizirajte i planirajte učenje. Napravite dnevni plan, tjedni plan i plan za polaganje ispita. • Koristite svoj stil učenja. Na primjer: vizualni, auditivni, kinestetički (tjelesni). • Učite s pauzama kako biste lakše zapamtili sadržaj na duže vrijeme. • Ponavljajte gradivo s vremenskim razmacima. Važno je razmišljati o sadržaju. Nije dovoljno samo čitati i pamtili činjenice.

2

<ul style="list-style-type: none"> • Isprobajte suvremene metode učenja i mnemotehnike (metode za lakše pamćenje informacija) • Podcrtavajte ključne pojmove i zapisujte bilješke uz tekst. • Povezujte nove informacije sa svojim iskustvom i već stečenim znanjem.

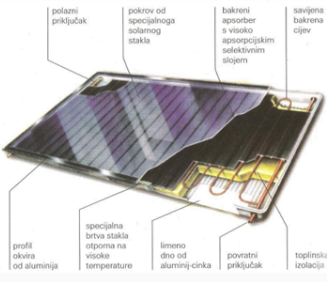
3

SADRŽAJ	Stranice
1. SUNČEVA SVJETLOST I ZRAČENJE	
1.1. Sunčeva svjetlost na području Republike Hrvatske.....	4
1.2. Solarni sustavi.....	7
1.3. Solarni kolektori.....	9
1.3. Solarni pločasti kolektor.....	9
1.4. Fotonaponske ćelije.....	12
2. FOTONAPONSKI PANELI	
2.1. Tehnologija fotonaponskih ćelija i panela	13
2.2. Osnovne vrste fotonaponskih panela.....	14
2.3. Usporedba električne snage kvalitete i cijene.....	15
3. POPIS LITERATURE.....	17
4. Zadatci za samoprovjeru s uputama na kojim se stranicama nalaze odgovori.....	17
> 1. SUNČEVA SVJETLOST I ZRAČENJE	KLJUČNI POJMOVI
<p>U ovoj nastavnoj temi naučit ćete osnovne stvari o sunčevoj energiji. Razgovarat ćemo o:</p> <p>Sunčevim zrakama – Što one rade? Koje su korisne, a koje štetne?</p> <p>Infracrvenim zracima – Daju nam toplinu, ali ih ne možemo vidjeti.</p> <p>Toplinskoj energiji sunca – Kako možemo iskoristiti sunčevu toplinu u različitim uređajima? Neki od njih su:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kolektori (griju vodu), • Bazeni (održavaju vodu toplom), • Fotonaponski sustavi (pretvaraju sunčevu energiju u električnu), 	

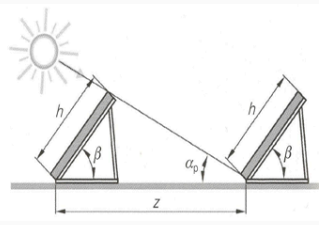
4



5678

<ul style="list-style-type: none"> • učinkovitosti kolektora • cijene kolektora • ukupne cijene sustava. <p>Što je solarni kolektor?</p> <p>Solarni kolektor je ključni dio solarnog sustava. On služi za grijanje vode. Kolektor je uređaj koji pretvara sunčevu energiju u toplinu. Tehnologija za izradu kolektora je potpuno razvijena, automatizirana i kolektori se proizvode u velikim serijama širom svijeta.</p>  <p>Slika prikazuje presjek pločastog kolektora. Sastoji se od ovih dijelova:</p> <ul style="list-style-type: none"> - polazni priključak - pokrov od specijalnog solarnog stakla - bakreni apsorber s visoko apsorpcijskim selektivnim slojem - savijena bakrena cijev - profil okvira od aluminijske - specijalna brtva otporna na visoke temperature - limeno dno od aluminijske - povrtni priključak - toplinska izolacija 	<p>O čemu ovisi kut nagiba kod kolektora?</p>
--	--

13

<p>- toplinska izolacija</p>  <p>Parametri razmaka između redova kolektora</p> <p>1.5. Fotonaponske ćelije</p> <p>Solarni panel sastoji se od nekoliko povezanih sunčevih ćelija (fotonaponskih ćelija). Obično ih ima oko 36. Povezane su tako da stvaraju modul s naponom od 12 V (Volta). Svaka fotonaponska ćelija ima izlazni napon od oko 600 do 700 mV (Milivolti), pa se više ćelija povezuje kako bi se stvorio panel s naponom od 12 V (Volta).</p> <p>Svaka pojedinačna fotonaponska ćelija proizvodi malu količinu energije. Zato se više ćelija povezuje u grupu. Te grupe ćelija formiraju jedan fotonaponski modul, odnosno solarni panel. Ako povežemo više solarnih panela, stvaramo polje fotonaponskih ploča. Ploče su dio solarne fotonaponske elektrane.</p>	<p>Dijelovi solarnog kolektora</p>
--	---

14

 <p>Fotonaponska ćelija izrađena od pločice monokristalnog silicija.</p> <p>Prednosti upotrebe fotonaponskih sustava</p> <p>Tehnologija fotonaponskih sustava dokazana je u komercijalnoj primjeni. Neke od njezinih prednosti uključuju:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visoku pouzdanost • Niske troškove rada i visoku ekonomičnost • Minimalne zahtjeve za održavanje, bez potrebe za gorivom • Najbolji obnovljivi izvor energije za gradske sredine • Jednostavnu mehaniku, bez pokretnih dijelova • Mogućnost primjene gotovo bilo gdje na Zemlji • Tihu i ekološki prihvatljivu proizvodnju energije • Mogućnost opskrbe električnom energijom na mjestima gdje bi to inače bilo preskupo ili neizvedivo. <p>2. FOTONAPONSKE PANELE</p> <p>Tehnologija rada fotonaponskih panela</p> <p>Tehnologija rada fotonaponskih panela</p> <p>Princip rada fotonaponskih panela:</p> <p>Fotonaponski paneli koriste sunčevu energiju za proizvodnju električne energije. Solarne ćelije u panelima pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju.</p>	<p>Dijelovi pločastog kolektora</p>
--	--

15

<p>Solarne ćelije mogu biti napravljene od različitih materijala, kao što su monokristali, polikristali ili amorfni materijali. Najčešće se koristi silicij, ali postoje i drugi materijali.</p> <p>Kada sunčeva svjetlost pogodi solarne ćelije, nastaju mali elektroni koji stvaraju struju. Kada su ćelije povezane s električnim uređajem, stvaraju električnu energiju koja se koristi za napajanje.</p> <p>Fotonaponske elektrane:</p> <p>Solarne fotonaponske elektrane sastoje se od panela koji su povezani u veće skupine, zvane polja. Ta polja mogu biti spojena na električnu mrežu ili izravno na korisnike energije. Elektrane mogu biti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Samostalne (off-grid) - koje ne ovise o mreži. Čine samo oko 5% ukupnih instalacija i obično koriste akumulator i izmjenjivač za bolju učinkovitost. • Povezane s mrežom - gdje energija ide izravno u mrežu ili korisnicima. <p>Snaga fotonaponskog panela:</p> <p>Jedan fotonaponski panel ima snagu od 50 do 300 W. Panel se sastoji od više solarnih ćelija ili jedne ćelije u tankom sloju.</p> <p>Vrste postavljanja panela:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fiksna postava - paneli se postavljaju pod optimalnim kutom za maksimalnu proizvodnju energije. • Pokretni sustavi - ovi sustavi prate Sunce i mogu proizvesti 20-30% više energije, ali su skuplji i zahtijevaju više održavanja. <p>Mrežni Sistem (Grid-Connected)</p> <p>Mrežni sustav je spojen na javnu električnu mrežu putem kućne instalacije. Električna energija koja se proizvodi iz fotonaponskih sustava prvo se koristi za napajanje uređaja u kući. Višak</p>	
---	--

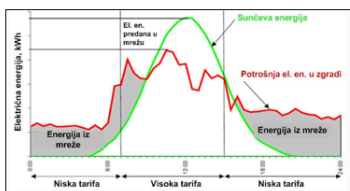
16

<p>energije može se prodati u javnu mrežu. Mreža funkcionira kao skladište energije. Ako fotonaponski moduli ne proizvedu dovoljno energije, ostatak potrebne energije dolazi iz mreže.</p> <p>Osnovni elementi mrežnog sustava:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fotonaponski moduli 2. Montažni elementi 3. Kablovi 4. Spojna kutija sa zaštitnom opremom 5. Izmjenjivač DC/AC (inverter) - Solarni izmjenjivač pretvara istosmjernu struju iz modula u izmjeničnu. Izmjenična struja uskladena je s naponom i frekvencijom mreže. 6. Brojilo prodane i kupljene energije - Mjeri proizvedenu energiju koja je predana u mrežu i energiju koja je preuzeta iz mreže. 7. Priključak na mrežu - Sustavi su povezani na niskonaponski elektroenergetski sustav. <p>2.2. Osnovne vrste fotonaponskih panela</p> <p>a) Monokristalne Si (silicijske) ploče</p> <p>Ova vrsta ploče može pretvoriti sunčevu energiju u električnu energiju. Za svaki 1 m² ploče, ona može proizvesti 140 W struje od 1000 W sunčevog zračenja. Ploča je napravljena od posebnog materijala, čistog silicija. Silicij se otopi, a zatim se izreže u tanke ploče koje omogućuju visoku učinkovitost pretvorbe sunčeve energije u električnu energiju.</p> <p>b) Polikristalne Si (silicijske) ploče</p> <p>Ova vrsta ploče može pretvoriti 1000 W sunčevog zračenja po 1 m² u 130 W električne energije. Proizvodnja ovih ploča je jeftinija od monokristalnih ploča. Tekući silicij se izlijeva u blokove, koji se zatim režu na ploče. Kada se silicij hladi, stvaraju se kristalne strukture koje nisu iste veličine, a na njihovim granicama dolazi do grešaka. Zbog toga ove ploče manje učinkovito pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju.</p>	<p>Karakteristike fotonaponskih ćelija</p> <p>Materijal za izradu fotonaponskih ćelija</p>
---	--

17

<p>c) Amorfnе Si (silicijske) ploče</p> <p>Ova vrsta ploče može pretvoriti 1000 W sunčevog zračenja po 1 m² u 50 W električne energije. Tanki sloj silicija stavlja se na staklo ili drugu podlogu, što se zove amorfnа ili tankoslojna ćelija. Sloj silicija je vrlo tanak, manji od 1 μm, pa je proizvodnja jeftinija. Međutim, ove ćelije koriste manje sunčeve energije nego druge vrste ćelija. Često se koriste u uređajima koji troše malo energije, poput satova i džepnih računala, ili kao dio fasada zgrada.</p> <p>d) Galij arsenidne GaAs (galij arsenid) ploče</p> <p>Galij arsenid je poseban materijal napravljen od galija (Ga) i arsena (As). Koristi se u visokoučinkovitim sunčevim pločama, jer ima dobru sposobnost apsorpcije sunčevih zraka. Debljina ploče je vrlo mala, samo nekoliko mikrometara, što znači da može apsorbirati sunčevu energiju učinkovito. Također, manje je osjetljiv na toplinu i zračenja u usporedbi sa silicijem. Zbog visoke cijene, galij arsenid se koristi u specijalnim područjima kao što su svemirski programi i sustavi s koncentriranim sunčevim zračenjem, koji još uvijek prolaze kroz fazu istraživanja. Ova vrsta ploče može pretvoriti 1000 W sunčevog zračenja po 1 m² u 300 W električne energije.</p> <p>e) Kadmij teluridne CdTe (kadmij telurid) ploče</p> <p>Ovaj tip ploče može pretvoriti 1000 W/m² sunčevog zračenja u 160 W električne energije na površini od 1 m², u laboratorijskim uvjetima. Kadmij telurid je materijal koji se sastoji od kadmija, metala, i telurija, polumetala. Ovaj materijal je dobar za korištenje u tankim fotonaponskim modulima jer ima pogodna fizikalna svojstva, a tehnologija izrade je relativno jeftina. Međutim, zbog otrovnosti kadmija, njegova upotreba je ograničena. To je važan faktor pri razmatranju njegove primjene.</p> <p>2.3. Usporedba električne snage, cijene i kvalitete</p>	<p>Prednosti fotonaponskog sustava</p>
---	---

18

 <p>Ovaj grafikon pokazuje tri važne stvari:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Potrošnju električne energije u zgradi (crvena linija). 2. Energiju koju proizvodi sunce (zeleni linija). 3. Energiju iz mreže (siva područja ispod crvene linije). <p>Objašnjenje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sunčeva energija: Zelena linija prikazuje koliko energije proizvode solarni paneli tijekom dana. Najviše energije se proizvodi oko podneva kada je sunce najjače. • Potrošnja električne energije: Crvena linija prikazuje koliko struje zgrada troši tijekom dana i noći. • Energija iz mreže: Kada zgrada troši više struje nego što solarni paneli proizvedu, razlika se uzima iz električne mreže. To je označeno sivim dijelovima ispod crvene linije. <p>Tarife (cijene struje):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niska tarifa: Jeftinija struja (od 00:00 do 06:00 i od 18:00 do 24:00). • Visoka tarifa: Skuplja struja (od 06:00 do 18:00). <p>Ako solarni paneli proizvedu više energije nego što zgrada troši (kada zelena linija ide iznad crvene), višak energije se predaje u električnu mrežu.</p>	<p>Princip rada fotonaponskih panela!</p>
--	--

19

 <p>Porast kapaciteta preko 40% godišnje. (nekoliko 1GW/god) dovodi u pitanje stabilnu dostupnost Silicija. Ubrzani rast tehnologija tankog filma. Ekonomičnost još nedostižna, ali se predviđa, uz ovaj rast, za 5 do 10 godina. Oko 19 GW ukupno inst. do kraja 2010.</p> <table border="1"> <tr> <td>Vršna snaga Wp:</td> <td>3,8W</td> </tr> <tr> <td>Napon otvorenog strujnog kruga Voc:</td> <td>0,605V</td> </tr> <tr> <td>Struja Kratkog spoja Isc:</td> <td>8,9A</td> </tr> <tr> <td>Napon max. snage Vmp:</td> <td>0,472V</td> </tr> <tr> <td>Struja pri max. snazi Imp:</td> <td>8,05A</td> </tr> <tr> <td>Efikasnost:</td> <td>14,6%</td> </tr> <tr> <td>Debljina:</td> <td>450-600 microns</td> </tr> <tr> <td>Ćelija</td> <td>165x165mm</td> </tr> </table> <p>Ova tablica opisuje jednu solarnu ćeliju veličine 165 x 165 mm.</p> <p>Što znači svaka vrijednost?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vršna snaga (Wp): Najveća snaga koju ćelija može dati - 3,8 W. 2. Napon otvorenog kruga (Voc): Napon kada ćelija ne 	Vršna snaga Wp:	3,8W	Napon otvorenog strujnog kruga Voc:	0,605V	Struja Kratkog spoja Isc:	8,9A	Napon max. snage Vmp:	0,472V	Struja pri max. snazi Imp:	8,05A	Efikasnost:	14,6%	Debljina:	450-600 microns	Ćelija	165x165mm	<p>Osnovne vrste fotonaponskih panela</p>
Vršna snaga Wp:	3,8W																
Napon otvorenog strujnog kruga Voc:	0,605V																
Struja Kratkog spoja Isc:	8,9A																
Napon max. snage Vmp:	0,472V																
Struja pri max. snazi Imp:	8,05A																
Efikasnost:	14,6%																
Debljina:	450-600 microns																
Ćelija	165x165mm																

20

<p>troši struju - 0,605 V.</p> <p>3. Struja kratkog spoja (Isc): Najveća struja kada je ćelija u kratkom spoju - 8,9 A.</p> <p>4. Napon na najvećoj snazi (Vmp): Napon kada ćelija daje najviše snage - 0,472 V.</p> <p>5. Struja na najvećoj snazi (Imp): Struja kada ćelija radi s najviše snage - 8,05 A.</p> <p>6. Učinkovitost (efikasnost): Koliko dobro ćelija pretvara sunčevu energiju u struju - 14,6%.</p> <p>7. Debljina ćelije: Debljina je između 450 i 600 mikrona.</p> <p>Ovaj opis pomaže razumjeti kako solarna ćelija radi i koliko energije može proizvesti.</p> <p>BUDITE UČINKOVITI!</p> <p>Prošli ste prvu nastavnu temu sa svega nekoliko temeljnih pojmova i više važnih informacija koje treba zapamtiti.</p> <p>PREDLAŽEMO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ponovno pažljivo pročitajte tekst ove nastavne teme, ➤ uočite bitno, ➤ razmislite o svakom ključnom pojmu, ➤ opišite ga svojim riječima, ➤ napišite kratku bilješku svojim riječima i tek onda ➤ prijedite na tekst sljedeće nastavne teme. <p>ZADACI ZA PONAVLJANJE I UTVRĐIVANJE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Opišite koja je prednost korištenja solarne energije u kućanstvu. ➤ Navedite karakteristike sunčevog infracrvenog zračenja: ➤ Nabrojite glavne dijelove solarnog kolektora. ➤ Opišite kako i na kojem principu radi kolektor. ➤ Objasnite od čega su načinjeni FN paneli te princip rada. ➤ Objasnite razlike Amorfne silicijske i Galij arsenidne ploče ➤ Opišite postupak dobivanja električne energije pomoću solarne energije. 	
---	--

21

<p>➤ Kako razlikovati FN panele.</p> <p>➤ Spoznati korisnost i učinkovitost solarne energije kao obnovljajući energetski izvor koji ne zagađuje okolinu.</p> <p>POPIS LITERATURE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Majdandžić, Ljubomir: <i>Solarni sustavi</i>, Zagreb, Graphis d.o.o., 2010., • PRIOR inženjering d.o.o., Zagreb: <i>Autodesk Inventor</i>, 2012., • URL: http://www.prior.hr/programi/autodesk-inventor • Beder, Steve: <i>Autodesk Manufacturing & Digital Prototyping Solution</i>, 2012., (Slike) • URL: http://autodeskmfg.typepad.com/blog/ (10.05.2012.). • Milan, Opalić; Milan Kljajin, Slavko Sebastijanović: <i>Tehničko crtanje, Čakovec/Slavonski Brod, Zrinski d.d., 2007.,</i> <p>ZADACI ZA SAMOPROVJERU ZNANJA UZ UPUTE NA KOJIM SE STRANICAMA U NASTAVNOM PISMU NALAZE ODGOVORI:</p> <p>1. Što je solarna energija?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2. Je li položaj RH topografski i geografski povoljan u smislu iskorištenosti solarne energije? Zaokruži da ili ne :</p> <p>a) DA b) NE</p>	
--	--

22

<p>3. Solarna energija spada u _____ energetske oblike za razliku od ugljena koji spada u neobnovljive energetske izvore.</p> <p>4. Koji su solarni sustavi danas najčešće korišteni u praksi ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5. Zaokruži zemlju koja prednjači u instalaciji solarnih elemenata</p> <p>a) Francuska b) Njemačka c) Italija</p> <p>6. Što je prenosnik solarne energije u solarnom kolektoru?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>7. O čemu ovisi kut nagiba kod kolektora?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>8. Precrtaj uljeza :</p> <p>a) Pokrivne letvice</p> <p>b) profil okvira</p> <p>c) pričvrtni dio</p>	<p>Predviđanja instalirane snage dobivene od sunca pomoću fotonaponskih ploča</p>
--	---

23

<p>d) limeno dno posude</p> <p>e) pričvrtni lim kolektora</p> <p>9. Nabroj 5 prednosti FN sustava?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>10. Od čega je načinjen spoj Kadmijski Teluridni CdTe ploče?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
--	--

24



Adaptation process

We shortened sentences to make them easier to read and adapted them to plain language principles.

We replaced overly complex and abstract terms with simpler, more understandable ones to make the text more accessible while ensuring that the content and data remain equally valuable.

We also changed sentences from passive to active voice.

We bolded key points to make them more noticeable and added more spacing to help people with reading difficulties follow the text more easily.

We changed the font to Verdana, which is suitable for people with ADHD.

Returns

Length and conciseness <ul style="list-style-type: none">• Is the material appropriately concise while retaining essential content?• Has excessive density or information overload been avoided?	<p>Yes, the material is concise, with short sentences and clear structure, making it easy to understand. (SABA)</p> <p>Visually speaking, yes, the excessive density has been avoided (LAPP)</p>
Language complexity and clarity <ul style="list-style-type: none">• Is the language clear, accessible, and free from unnecessary technical terms, jargon, or overly	<p>The language is simplified, avoiding technical terms and using active voice to enhance clarity.(SABA)</p>

text it **EASY**

<p>complex structures (e.g., passive voice, long sentences)?</p> <ul style="list-style-type: none"> Does the text align with relevant linguistic criteria (e.g., CEFR levels A1, A2, etc.)? 	
<p>Purpose and effectiveness</p> <ul style="list-style-type: none"> Is the goal of the material (e.g., to inform, instruct, persuade) clearly conveyed and maintained in the adaptation? 	<p>The goal is clear: to provide practical, understandable knowledge about solar energy and its real-life applications. (SABA)</p>
<p>Audience suitability</p> <ul style="list-style-type: none"> Is the material appropriate for the intended audience in terms of reading level, language, and needs? 	<p>The material is suitable for adult education students with varying literacy levels and learning styles. (SABA)</p> <p>It seems a bit text-heavy and formal but I assume that the target group are people who already have some knowledge on the topic, so it's not necessarily bad (Logopsycom)</p>
<p>Structure and readability</p> <ul style="list-style-type: none"> Is the content well-organised, with logical flow, clear headings, bullet points, and other structural elements that enhance comprehension? 	<p>The content is well-organized, using short paragraphs, headings, bullet points, and bolded key points to improve readability. (SABA)</p> <p>I really appreciate that you've used the bullet points and added bolding! It makes the text easier to access for a potential reader (LAPP)</p>
<p>Visual elements</p>	<p>Diagrams, images, and real-life examples are used to support</p>



<ul style="list-style-type: none"> • Are visuals (charts, diagrams, etc.) clear, relevant, and effectively aligned with the text? • Have visual adjustments improved clarity and usability? 	<p>understanding and make learning more engaging. (SABA)</p> <p>Yes, the visuals seem very useful and practical. (Logopsycom)</p> <p>Yes, visually speaking, the modifications made in the document make it a lot more easy to read; the bolding makes it easier to find the most important info; my only recommendation would be to modify the last graphic so the text is not directly on the orange form, as it may be a visual obstacle for some people. I think using Verdana is a perfect choice – it takes away the administrative, scientific dimension from the document and makes the text easier to read for the potential readers. (LAPP)</p>
<p>Educational and practical value</p> <ul style="list-style-type: none"> • Does the material maintain its usefulness and accuracy despite any simplifications or modifications? 	<p>The material offers practical knowledge and real-life examples of solar energy applications, making it valuable for learners. (SABA)</p>
<p>Accessibility and usability</p> <ul style="list-style-type: none"> • Is the format user-friendly, avoiding design issues (e.g., small fonts, poor layout) that could hinder accessibility? 	<p>The format is user-friendly, with simplified language, accessible font choices, and visual enhancements for easier reading. (SABA)</p>

text it **EASY**

<ul style="list-style-type: none">• Is the material easy to understand and implement for the target audience?	The format is definitely user-friendly (LAPP)
---	---

