

# Utjecaj obnovljivih izvora energije na šumarstvo i ekonomski rast

---

Stojić, Lana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:213598>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Diplomski rad broj

Lana Stojić, 3663/336

Koprivnica, rujan 2024. godine



Diplomski sveučilišni studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša

**Utjecaj obnovljivih izvora energije na šumarstvo i ekonomski rast**

Diplomski rad broj

Studentica:

Lana Stojić, 3663/336

Mentor: izv. prof. dr. sc. Vladislav Brkić

Koprivnica, rujan 2024. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša

PRISTUPNIK Lana Stojić

MATIČNI BROJ 3683/338

DATUM 10.9.2024.

KOLEGIJ Upravljanje okolišem

NASLOV RADA Utjecaj obnovljivih izvora energije na šumarstvo i ekonomski rast

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The impact of renewable energy sources on forestry and economic growth

MENTOR Vladislav Brkić

ZVANJE Izvanredni profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

- izv.prof. dr.sc. Krunoslav Hajdek-predsjednik
- izv. prof. dr. sc. Bojan Šarkanj-član
- izv. prof. dr. sc. Vladislav Brkić-mentor
- prof. dr. sc. Božo Smoljan - zamjenski član
- 

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 76/ARZO/2024

OPIS

Dokazati kako proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora ima puno manje negativan utjecaj na okoliš nego proizvodnja iz neobnovljivih izvora (fosilna goriva, biogoriva, nuklearni izvori energije). Ipak, ni obnovljivi izvori energije ne pružaju u potpunosti ekološko prihvatljivo rješenje. Problem istraživanja je kompleksan zbog iznimnog rasta potražnje za električnom energijom i istovremenog neprestanog rasta zagađenja okoliša. Ovakva dinamika predstavlja prijetnju uništenjem okoliša, a napose šuma u svijetu pa tako i u Hrvatskoj. Predmet istraživanja rada treba obuhvatiti sve važnije činitelje, koji izravno ili neizravno negativno i pozitivno utječu na šume i okoliš, a vezani su uz obnovljive izvore energije i ekonomski rast.

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

*[Handwritten signature]*

## Predgovor

Na početku, izražavam zahvalnost mentoru, izv. prof. dr. sc. Vladislavu Brkiću, na povjerenju i svesrdnoj pomoći tijekom pisanja diplomskog rada, koji vjerujem, ne bi bio toliko uspješan bez njegovih savjeta, konzultacija i uputa.

Želim zahvaliti i članovima komisije kojima izražavam poštovanje, a ponajviše svim kolegama i kolegicama koji su me ohrabivali i bodrili tijekom izrade diplomskog rada.

Na kraju, moram posebno zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima i svim svojim bližnjima na iskrenoj podršci tijekom mog cjelokupnog studiranja.

## SAŽETAK

U ovom diplomskom radu bit će opisani obnovljivi izvori energije, njihovi utjecaji na okoliš i šume, te će se istaknuti ekonomske prednosti korištenja obnovljivih energenata. U uvodnom dijelu rada bit će posvećeno pažnje načinima proizvodnje električne energije, koja se smatra najkorisnijim oblikom zbog svoje jednostavne pretvorbe u druge oblike energije. Različiti izvori energije imaju različite učinke na okoliš u kojem se proizvode, transportiraju ili koriste. U radu će biti istražen utjecaj obnovljivih izvora energije na okoliš, s posebnim naglaskom na energiju vjetra, sunca, vode i biootpada.

Cilj ovog rada je pokazati da proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora ima znatno manji negativan utjecaj na okoliš u usporedbi s proizvodnjom iz neobnovljivih izvora (poput fosilnih goriva, biogoriva i nuklearnih izvora energije). Ipak, važno je napomenuti da ni obnovljivi izvori energije ne nude potpuno ekološki prihvatljivo rješenje. Istraživački problem je složen zbog iznimnog porasta potražnje za električnom energijom, uz istovremeni kontinuirani rast zagađenja okoliša. Ova dinamika predstavlja prijetnju uništavanju okoliša, posebno šuma, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj. Predmet istraživanja obuhvaća sve ključne čimbenike koji izravno ili neizravno utječu na šume i okoliš, a povezani su s obnovljivim izvorima energije.

**Ključne riječi:** obnovljivi izvori energije, solarne elektrane, hidroelektrane, vjetroelektrane, biomasa, šumarstvo, ekonomski rast

## SUMMARY

In this thesis, I will describe what renewable energy sources are and how they affect the environment and forests and highlight the economic benefits of using renewable energy sources. In the introductory part of the paper, I will devote a few lines to the ways in which electricity is obtained as the most useful form due to the possibility of easy conversion into other forms of energy. Different sources of energy have different impacts on the environment in which these sources of energy are produced, transported or used. The paper will present and investigate the impact of renewable energy sources on the environment through the processing of wind, solar, water and bio-waste energy.

The purpose of the work is to prove that the production of electricity from renewable sources has a much less negative impact on the environment than production from non-renewable sources (fossil fuels, biofuels, nuclear energy sources). However, even renewable energy sources do not provide a completely environmentally acceptable solution. The research problem is complex due to the exceptional growth in demand for electricity and the simultaneous continuous growth of environmental pollution. This dynamic represents a threat to the destruction of the environment in the world, including in Croatia. The subject of research work are all important factors, which directly or indirectly negatively affect the environment, and are related to renewable energy sources.

**Keywords:** renewable energy sources, solar power plants, hydroelectric power plants, wind power plants, biomass, forestry, economic growth

## SADRŽAJ:

1. Uvod.....	1
2. Obnovljivi izvori energije .....	2
2.1. Najčešći obnovljivi izvori energije .....	2
2.1.1. Vjetar .....	2
2.1.2. Sunce .....	3
2.1.3. Voda .....	4
2.1.4. Biootpad .....	4
3. Šumska biomasa .....	6
3.1. Drvena biomasa kao energent .....	9
3.2. Biomasa i okoliš .....	11
3.2.1. Drvni peleti .....	12
3.2.2. Drvena sječka .....	13
3.2.3. Cjepanice .....	14
3.2.4. Briketi .....	15
4. Šume u Hrvatskoj .....	16
4.1. Šume kao energija .....	17
5. Šumarstvo i klimatske promjene .....	18
5.1. Obnova šumskih krajolika .....	18
6. ApSORBIRANJE ugljikovog dioksida u šumama .....	20
6.1. Ugljikov dioksid .....	20
6.2. Utjecaj ugljikovog dioksida na šume .....	21
7. Utjecaj obnovljivih izvora na šume i okoliš .....	22
8. Utjecaj obnovljivih izvora energije na šumarstvo i okoliš i ekonomski rast .....	29
8.1. Perspektive korištenja obnovljivih izvora energije .....	34
9. Istraživanje .....	38
9.1. Metodologija istraživanja .....	38
9.1.1. Cilj istraživanja .....	38
9.1.2. Uzorak istraživanja .....	38
9.2. Rezultati anketnog upitnika .....	39
10. Zaključak .....	49
11. Literatura .....	50
12. Popis slika .....	52
13. Popis grafikona .....	52



# 1. Uvod

Rast industrije obnovljive energije potaknut je potrebom za smanjenjem emisija stakleničkih plinova, tehnološkim napretkom i nižim troškovima proizvodnje. Današnje se ekonomije sve više suočavaju s velikim problemima održivosti, kako u razvijenim tako i u zemljama u razvoju. Kontinuirano iscrpljivanje primarnih fosilnih resursa i ogromno povećanje količina otpada veliki su izazovi s kojima se treba pozabaviti, uključujući njihove ekonomske, društvene i ekološke posljedice.

Obnovljivi izvori energije, poput vjetra, solarne i hidroelektrične energije, oceanske i geotermalne energije, biomase i biogoriva, čiste su alternative fosilnim gorivima. Smanjuju onečišćenje, proširuju energetske mogućnosti i smanjuju ovisnost o fluktuirajućim cijenama fosilnih goriva.

U ovom radu bit će istražen i predstavljen utjecaj obnovljivih izvora energije na okoliš, fokusirajući se na energiju vjetra, sunca, vode, kao i na biljni i životinjski otpad. Rad će prikazati na koji način proizvodnja energije iz obnovljivih izvora može imati negativne posljedice po okoliš u usporedbi s proizvodnjom iz neobnovljivih izvora, ali i ukazati na to da obnovljivi izvori energije ne nude potpuno ekološki prihvatljivo rješenje.

## 2. Obnovljivi izvori energije

Količina obnovljive energije je neograničena. Iako se procesom pretvorbe troše, njihova količina se samo privremeno iscrpljuje, odnosno uvijek se mogu nadoknaditi ili obnoviti. Njihov teorijski potencijal je neograničen, odnosno ako postoji odgovarajuća tehnologija, moguće je sve energetske potrebe planeta zadovoljiti obnovljivim izvorima energije.

Ljudi su odavno svjesni opasnosti korištenja fosilnih goriva, koja nedvojbeno doprinose klimatskim promjenama na našem planetu. Obnovljiva energija je energija iz izvora koji neće nestati. Prirodni su, obnovljivi i često imaju nizak ili nula ugljičnog otiska. U obnovljive izvore energije spadaju solarna energija, vjetar, energija vode i biomasa (organska tvar koja se spaljuje kao gorivo), uključujući energiju plime i oseke. Spaljivanje fosilnih goriva za proizvodnju električne energije dugo je glavni uzrok emisije stakleničkih plinova u atmosferu, pa se ti obnovljivi izvori energije smatraju ključnima u utrci za borbu protiv klimatskih promjena.[1]

Hrvatska je relativno bogata obnovljivim izvorima energije, a aktiviranjem tih izvora energije može značajno potaknuti gospodarski razvoj zemlje i pridonijeti energetskej neovisnosti. Proizvodnju obnovljive energije prije svega treba promatrati kao ekonomski doprinos, a naravno tim nacionalnim resursom treba upravljati prvenstveno iz perspektive društvene koristi.

### 2.1. Najčešći obnovljivi izvori energije

#### 2.1.1. Vjetar

Već u drevnoj mitologiji, ljudi su pokušavali uhvatiti energiju vjetra kako bi je u obliku mehaničke energije iskoristili za pogon vozila. Za razliku od fosilnih goriva, energija vjetra je obnovljiva, raširena i čista.

Energija vjetra je najveći proizvođač obnovljive električne energije. Način na koji se energija vjetra pretvara u električnu energiju je da zbog različitih promjena u uvjetima zemljine atmosfere, uglavnom zbog razlika u tlaku zraka, dolazi do strujanja zraka iz područja višeg tlaka u područje niži tlak, pa negdje postoji stalni vjetar. Budući da je veća razlika tlaka zraka, to je veća brzina vjetra, a geografski položaj ima veliki utjecaj na proizvodnju energije vjetra, pri planiranju vjetroelektrane moraju se uzeti u obzir različiti čimbenici kako bi se opravdala njena izgradnja.

Vjetroelektrane na kopnu i na moru proizvode električnu energiju okretanjem lopatica vjetroturbina. Turbina pretvara kinetičku energiju rotirajućih lopatica u električnu energiju okretanjem pogonske osovine i mjenjača spojenog na generator. Električna energija se zatim pretvara u viši napon i dovodi u nacionalnu mrežu. [1]

### 2.1.2. Sunce

Solarna energija spada među glavne obnovljive izvore energije u borbi protiv energetske krize; iskorištavanjem čistog, obilnog i neograničenog izvora energije sunca, zemlje diljem svijeta sve češće prelaze s tradicionalnih goriva na zeleniju i održiviju budućnost.

Sunčeva svjetlost jedan je od najdostupnijih izvora energije na Zemlji. Ali količina sunčeve svjetlosti koju dobivamo uvelike varira ovisno o lokaciji, godišnjem dobu i dobu dana. Solarna energija stvara električnu energiju hvatanjem sunčeve svjetlosti na solarnim pločama u kombinaciji kemijske i fizičke reakcije poznate kao "fotonaponski učinak". [1]

### 2.1.3. Voda

Voda je najzastupljenija tekućina na Zemlji bez koje ne bi bilo života, a pokriva 71% Zemljine površine. Voda se koristila za pogon mnogih strojeva za tekstilnu industriju, pilana, lučkih dizalica ili pak, dizala, a kasnije je tu energiju zamijenilo korištenje električne energije. Kasnije se taj izraz uglavnom koristio u vezi s razvojem moderne hidroelektrane, koja je omogućila iskorištavanje udaljenih izvora energije.

Hydroenergija se stvara kretanjem tekuće ili padajuće vode. Hidroelektrane se nalaze na branama i proizvode električnu energiju kroz podvodne turbine koje okreću generator. Hydroenergija također obuhvaća snagu valova i plime, koje se oslanjaju na oceanske sile za proizvodnju električne energije na ušćima velikih vodenih tijela, koristeći sličnu tehnologiju. [1]

### 2.1.4. Biootpad

Organski otpad, koji se naziva i biootpad, jedan je od najvrjednijih izvora obnovljive energije i najčešće uključuje kuhinjski otpad i vrtni ili zeleni otpad, kao i životinjski gnoj.

Električna energija se može proizvesti kada se organski materijali spaljuju kao izvor goriva. Ta su goriva poznata kao biomasa i uključuju sve, od biljaka preko drva do otpada od hrane. Ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>) emitira se tijekom proizvodnje bioenergije, ali ti se izvori goriva smatraju obnovljivim jer mogu rasti i apsorbirati onoliko ugljika koliko ispuste tijekom svog životnog vijeka.

Bioenergija se proizvodi od drva, ugljena, stajnjaka i drugih gnojiva za proizvodnju topline i energije, kao i poljoprivrednih proizvoda. Većina ovih organskih kemikalija koristi se u ruralnim područjima za kuhanje, rasvjetu i grijanje prostora, uglavnom kod siromašnog stanovništva u zemljama u razvoju. Današnji sustavi biomase uključuju usjeve ili drveće, ostatke iz poljoprivrede i šumarstva te različite organske tvari.

Spaljivanje biomase prilikom proizvodnje energije proizvodi stakleničke plinove, ali na nižim razinama od fosilnih goriva kao što su ugljen, nafta ili prirodni plin. Međutim, bioenergija se može koristiti samo u ograničenim primjenama s obzirom na potencijalne

negativne utjecaje na okoliš masovnog širenja šuma i plantaža bioenergije te posljedičnog krčenja šuma i prenamjene zemljišta. [2]

### 3. Šumska biomasa

Šumska biomasa važan je izvor energije koji će se u narednim razdobljima sve više koristiti. No, sve više se koristi ne samo za proizvodnju toplinske energije, već i za proizvodnju električne energije i hlađenje, što se smatra važnim dijelom opskrbe električnom energijom, predstavljajući na taj način valjan ekonomski i ekološki prihvatljiv model. Mnoge su zemlje osviještene o važnosti šumske biomase kao goriva usko povezana s općim znanjem i sviješću o njihovoj energetskej situaciji u svijetu. [3]

Biogospodarstvo se oslanja na proces pretvaranja poljoprivredne ili šumarske biomase te organskog otpada u raznovrsne proizvode, kao što su goriva, stočna hrana, biološki temeljene kemikalije, biopolimeri, biofarmaceutici i drugi. [4]

Drvo je izuzetno svestran materijal koji se može koristiti i ponovo upotrebljavati u različitim procesima. Kretanja na tržištima proizvoda od drveta od suštinskog su značaja za opskrbu drvnom biomasom za razne namjene. Krčenje i propadanje šuma prepoznati su kao ključni faktori globalnog zagrijavanja, globalnog ciklusa ugljika i gubitka biološke raznolikosti. Na primer, nedavna publikacija "Stanje svjetskih šuma" Organizacije Ujedinjenih nacija za hranu i poljoprivredu (FAO) (FAO i UNEP, 2020) izvijestila je da je između 1990. i 2020. godine zabilježen gubitak od 420 milijuna hektara bruto i 178 milijuna hektara neto šuma.

Kopneni ekosustavi u Europi uvelike su transformirani i, kao i sve druge komponente Zemljinog sustava, značajno su pogođeni velikim ubrzanjem nakon Drugog svjetskog rata. Danas bioekonomske politike EU-a mogu utjecati na korištenje zemljišta na različite načine, ovisno o njihovim posebnim ciljevima. Mogu se izravno usredotočiti na zaštitu divljih životinja i očuvanje biološke raznolikosti ili na poboljšanje potencijala sekvestracije ugljika procesima u tlu ili mogu neizravno utjecati na tlo promicanjem korištenja biomase tla za postizanje klimatskih, energetskih ili drugih ciljeva.

U širem smislu, institucije i politike EU-a utječu na zemljišne sustave utječući na kulturne i društvene norme i oblikujući uspostavljene društveno-ekonomske sustave (npr. nekretnine i vlasničke strukture). Posebno su poljoprivredni i prehrambeni sustavi glavni pokretači korištenja zemljišta. Štoviše, u globaliziranom svijetu, obrasci potrošnje u EU uvelike utječu na zemljišne sustave trećih zemalja. [4]

Kružnost biogospodarstva povezana je s održivom valorizacijom bioresursa. Organski otpad sve više postaje vrijedan resurs i može znatno potaknuti prijelaz na održivo i kružno biogospodarstvo.

Značajan napredak postignut je i u proizvodnji novih proizvoda s dodanom vrijednošću i energije iz različitih vrsta organskih otpadnih sirovina. Još uvijek postoji velik potencijal u uporabi otpada i nusproizvoda u specijaliziranim krugovima s visokom dodanom vrijednošću. Da bi se postiglo ovo kružno bioekonomije, i dalje su potrebni veliki naponi u području istraživanja i inovacija, kao i pojačana međusektorska suradnja, kako na lokalnoj, tako i na regionalnoj i međunarodnoj razini. Cijelo gospodarstvo mora biti uključeno i mora se koristiti širok raspon političkih instrumenata za proces tranzicije, uključujući sustavne promjene kao i bolju regulativu i upravljanje. [5]

Drvena biomasa odnosi se na čvrstu tvar drveća i grmlja. U tehničkom i znanstvenom smislu, biomasa uključuje sve materijale biološkog podrijetla, uključujući nusproizvode iz proizvodnih procesa, a isključujući materijale sadržane u zemljanim konstrukcijama ili otpadu. Drvena biomasa iz šuma ili plantaža uključuje listopadno i crnogorično drveće i korijenje, malo i brzorastuće drveće, grmlje te umjetne i prirodne mješavine. U proizvodnji drva drvena biomasa uključuje trupce za daljnju mehaničku obradu, tanko tehničko drvo za neposrednu uporabu (stupovi za dalekovode, stupovi, rudnička drva i sl.) i drvo. Drvena šumska biomasa također, uključuje podzemni i nadzemni dio debla, ostatke sječe i proizvodnje kao što su komadići žitarica, reznice, piljevina, lomljeni dijelovi debla i krošanja te male grane manje od 7 cm s korom. Također, uključuje otpad od prerade drva u industriji i građevinarstvu, kao i ostali drvni otpad od uređenja okoliša, parkova, vodotoka, dalekovoda, održavanje zelenih površina i vrtlarski radovi te svo drveće i grmlje u voćarstvu i vinogradarstvu. [6]

Drvena se biomasa koristila za izgradnju zgrada, alata i oružja i sličnih pomagala sve od postanka čovjeka. Kako se društvo razvijalo, koristila se za gradnju kuća, čamaca, brodova, mostova, alata, kućanskih predmeta poput stolarije, unutarnjeg uređenja i skulptura te raznih gospodarskih djelatnosti. [6]



*Slika 1. Drvna biomasa*

Izvor: <https://tehnika.lzmk.hr/drvna-biomasa/>, dostupno 10.08.2024.

Danas se pojam drvna biomasa češće koristi za označavanje dijela biomase koji se može koristiti za obnovljive izvore energije ili hortikulturu, dok je tradicionalno, njena ekonomska vrijednost niska ili neiskorištena. U Hrvatskoj, prema standardima novog normativnog sustava za kruta biogoriva (u tehničkom odboru HZN TO 238, Područje kruta biogoriva), drvna biomasa je glavni izvor i sirovina za proizvodnju novih vrsta drva, uključujući: drvno iverje, drvni isječki, dugo drvo, kratko drvo, cijepano drvo, kora drveća i grmlja, snopovi grančica, drvno brašno, piljevina, drvni isječki, snopovi grančica, peleti, briketi i drveni ugljen. Osim za proizvodnju toplinske i električne energije, ovi se proizvodi mogu koristiti za proizvodnju komposta, malčiranje pri uređenju parkova i drvoreda te za proizvodnju rasadnika. [6]



### 3.1. Drvna biomasa kao energent

Drvna biomasa obuhvaća svu masu šumskog drva, uključujući stabla (debla i krošnje) i ostatke nastale preradom drva. Ovaj izvor energije je među najstarijim i svrstava se u obnovljive. U sektorima prerade drva i šumarstva, značajne količine biomase ostaju nakon ekstremnih vremenskih nepogoda, koje se naknadno mogu iskoristiti za proizvodnju električne energije. Ostaci od šumske sječe - kao što su drvena sječka, grane, lišće, kora i panjevi - kao i nusproizvodi industrijske prerade drva poput drvene sječke, strugotine i piljevine, zajedno s bolesnim stablima i ostacima koji su rezultat problema povezanih s vremenom (na primjer, poplave, vjetar ili oštećenja od leda), svi doprinose obnovljivim izvorima energije.

Drvna biomasa služi kao prikaz sunčeve energije pohranjene u biljkama putem fotosinteze. Kada se biomasa sagorijeva, ova pohranjena energija se pretvara u toplinsku energiju, koja se zatim može koristiti za grijanje ili proizvodnju električne energije. Ugljikov dioksid koji se emitira izgaranjem biomase je ugljikov dioksid koji je biljka apsorbirala tijekom svog životnog ciklusa i kasnije će ga ponovno iskoristiti kao nova biljka (biomasa). Ovaj proces stvara zatvorenu petlju koja minimizira višak ugljikovog dioksida u atmosferi, prednost koja nije primijećena pri korištenju plina, loživog ulja ili ugljena.

Korištenje drvene biomase, uglavnom kao ogrjevnog drva i drva za izradu različitih alata u ruralnim područjima, ima dugu tradiciju u Hrvatskoj. U istraživanjima provedenim 1995. godine, približno jedna četvrtina energetske potrebe zemlje pokrivala se iz biomase, najviše za dobivanje toplinske energije u kućanstvima. Uvođenjem drugih energenata, do 2000-ih ta se uporaba smanjila na manje od 5%. U posljednje vrijeme, s porastom svijesti o potrebi korištenja obnovljivih izvora energije te prihvaćanjem međunarodnih obveza i europskih inicijativa, korištenje drvene biomase za dobivanje energije ponovno raste. Hrvatska, kao zemlja bogata šumom, raspolaže značajnim količinama drvene biomase iskoristive za proizvodnju energije (prema nekim izvorima više od tri milijuna prostornih metara). Raste i proizvodnja drvene sječke, peleta i briketa. Tako je u Hrvatskoj 2018. godine prerađeno 587.400 kubičnih metara drva u obliku drvene sječke i iverja te 305.900 tona peleta. [6]

Drvna biomasa spada u obnovljiv izvor energije zbog sljedećih pravila:

- Dopuštena je sječa biomase samo u mjestima koja su zbog održavanja prirodnog pozitivnog prirasta šume određena za prorjeđivanje.

- Potrebno je nakon sječe šume ostaviti određenu količinu šumskih ostataka radi normalnog funkcioniranja šumskih ekosustava.

Korištenje proizvoda od drvene biomase za domaće ogrjevno gorivo u Hrvatskoj je u porastu, pa se veliki dio proizvodnje razmatra za izvoz. S druge strane, sve je veći broj industrijskih postrojenja koja mogu dobivati energiju iz biomase, posebice u tvrtkama drvene industrije koje zaokružuju proizvodni ciklus bez otpada ili u elektranama koje razmišljaju o distribuciji energije na tržište. Jedna od prvih toplana na drvnu sječku bile su Hrvatske šume u Ogulinu, otvorene 1995. godine, dok je prva kooperacija sječke puštena u rad 2011. godine u tvrtki Strizivojna Hrast nedaleko od Đakova. Do kraja 2020. godine u Hrvatskoj je bilo 38 kogeneracijskih postrojenja ukupne instalirane snage 115 MW toplinske i 43 MW električne energije. [6]

Nameće se pitanje koje su sve prednosti korištenja energije iz drvene biomase? Dobivanje energije iz drvene biomase je jedan od najefikasnijih načina proizvodnje energije za grijanje. Održivim korištenjem drvene biomase ostvaruju se brojne opće, ekološke, ekonomske i socijalne koristi:

- **Smanjenje emisije ugljikovog dioksida u atmosferi** - Sustavi grijanja na drvnu biomasu igraju veliku ulogu u smanjenju emisije CO<sub>2</sub> i utjecaju na klimatske promjene.
- **Ekonomičnost** - cijena biomase niža je od cijene fosilnih goriva, pri čemu količina uštede pri prelasku na sustav na biomasu ovisi o fosilnom gorivu korištenom prije zamjene biomasom i, naravno, o cijeni korištene biomase. Godišnja ušteda u troškovima goriva će kupiti vrijeme za povrat sredstava uložениh u novi sustav biomase. U slučaju instalacija iste veličine koje koriste ulje ili električnu energiju za grijanje, povrat investicije sustava na biomasu je moguće za 3 do 4 godine, ovisno o namjeni zgrade (korištenoj količini topline).
- **Stabilnost cijena goriva** - Biomasa osigurava sigurnost korištenjem lokalno dostupnih goriva, čime se smanjuje ovisnost o uvozu energije (dobivene iz nafte i plina). Prilično je opasno oslanjati se na ove energente, jer nisu lako dostupni, s obzirom da većina zemalja ovisi o njihovom uvozu i spada u neobnovljive izvore energije, a posljedice su već vidljive zbog rasta cijene nafte i plina na svjetskom tržištu.

- **Održivi razvoj** - Korištenje goriva u sustavima grijanja na biomasu nastoji proširiti i lokalizirati lanac opskrbe gorivom. Korištenje biomase za grijanje ima pozitivne učinke u cijelom opskrbnom lancu, poput poboljšanja bioraznolikosti postojećih šumskih područja i stvaranja mogućnosti za ruralni razvoj, kao i razvoj drugih aktivnosti.
- **Smanjenje količine „iskoristivog“ otpada na deponijima** - Korištenje pojedinih vrsta biomase izravno utječe na smanjenje količine otpada namijenjenog odlaganju. Još uvijek postoji praksa da se dio otpada iz drvne i šumarske industrije odlaže na lokalna i regionalna odlagališta i zapravo predstavlja izvor energije. Samo zbrinjavanje zahtijeva određene troškove transporta, a zbrinjavanje i korištenje "otpada" kao goriva donosi značajnu financijsku korist. Smanjenjem otpada u skladištu dodatno se smanjuju emisije jedan od stakleničkih plinova – metan.
- **Energetska efikasnost objekata** - Ugradnjom sustava grijanja na biomasu u nove i postojeće zgrade poboljšavaju se energetske karakteristike ovih zgrada. Budući da su novi sustavi grijanja na biomasu učinkoviti i manje štetni za okoliš, takva je i klasifikacija u razred energetske učinkovitosti zgrada koje koriste te sustave. [13]

### 3.2. Biomasa i okoliš

Poljoprivreda i šumarstvo iz godine u godinu stvaraju sve značajnije količine biomase. Dio te biomase služi kao hrana za stoku, dok se dio koristi kao sirovina u raznim gospodarskim sektorima. Dodatno, znatna količina biomase proizlazi iz prakse gospodarenja šumama, a rezultat je iskorištavanje potencijala biomase za proizvodnju energije, kao što je prethodno navedeno.

Potrebno je vratiti određene prirodne materijale u tlo kako bi se ono održalo zdravim, a postoji mnogo biljnog materijala koji se može koristiti za stvaranje energije. Korištenje biljaka za energiju ima dobrih strana, ali i loših. Ne treba se oslanjati samo na biljke za svu energiju potrebnu zemlji jer bi uzgoj velikog broja brzorastućih biljaka zauzeo puno prostora. To bi moglo naštetiti okolišu i različitim vrstama živih bića, a značilo bi i manje zemlje za uzgoj hrane.

Postoji nekoliko vrsta energetske plantaže na kojima se može proizvoditi biomasa u energetske svrhe. Najproučavanije i najpopularnije su energetske plantaže brzorastućih vrsta drveća, čiji životni ciklus (vrijeme od sadnje do sječe) traje od 3 do 12 godina. Uz mnoge ekonomske i energetske aspekte koje treba razmotriti, uzgoj energetske plantaže ima određeni utjecaj na okoliš.

Energetske plantaže mogu imati utjecaj na okoliš kroz promjenu kvalitete vode i tla, ugrožavanje staništa životinja, smanjenje emisije ugljikovog dioksida te očuvanje biološke raznolikosti. Važno je smanjiti upotrebu kemijskih sredstava u uzgoju energetske usjeva u usporedbi s konvencionalnom poljoprivredom kako bi se smanjila kontaminacija površinskih i primarnih voda. Međutim, važno je imati na umu da uzgoj energetske usjeva na velikim površinama može negativno utjecati na biološku raznolikost.

Kako bi se u potpunosti procijenila biomasa kao obnovljivi izvor energije, moraju se uzeti u obzir brojni društveni i ekonomski učinci. Biomasa utječe na radna mjesta, stvara nova i postojeća radna mjesta, povećava gospodarsku aktivnost na lokalnoj i regionalnoj razini te stvara dodatni prihod za poljoprivredu, šumarstvo i drvnu industriju od prodaje biogoriva. Osim toga, umjesto gubitka novca za kupnju fosilnih goriva, novac teče kroz lokalna društvena poduzeća (ulaganje-dobit-porez). Utjecaj na učinak, kao i ekonomski i društveni aspekti, najveća su prednost korištenja biomase u usporedbi s fosilnim gorivima, ali i u usporedbi s drugim obnovljivim izvorima energije.

Naravno, većina šumske biomase nastaje nakon sječe. Sječa je također dio životnog ciklusa šume, a nužda je nezaobilazna zdravstvena mjera za oštećena stabla. Koja se goriva dobivaju iz šumske biomase? Odgovor na ovo pitanje dati će se u sljedećim poglavljima.

### 3.2.1. Drvni peleti

Drvni peleti su suhi, prešani, usitnjeni, cilindrični proizvod male veličine od suhog drva ili piljevine proizveden u postrojenjima za proizvodnju peleta, često kao dio piljevine. Proizvodnja peleta omogućuje ostvarenje dodane vrijednosti povezane s korištenjem drvnog otpada u pilanama i industrijskog drvnog otpada iz drvoprerađivačke industrije.



*Slika 2. Drvni peleti*

*Izvor: <http://www.biomass-energy.org/blog/the-physical-characteristics-of-wood-pellet.html>, dostupno 10.08.2024.*

Drveni peleti su zbog svog oblika i veličine laki za transport i omogućavaju lako punjenje, npr. ložišta kotlova za grijanje kuća. Količina energije koja se dobije izgaranjem 2 kilograma peleta navedene vlažnosti jednaka je jednoj litri dizela. [13]

### 3.2.2. Drvna sječka

Drvna sječka je gorivo dobiveno rezanjem komada drva, cijelih stabala ili grana. Dobiva se oštrim alatom, približno jednakih oblika i ograničenih razlika u dimenzijama od 5 do 50 mm.

Moderni sustavi grijanja često koriste pelete i drvenu sječku. Automatsko grijanje u pećima i kotlovima stavlja pelete i sječku u odjeljak nafte i plina. Također, ove se peći mogu automatski paliti i gasiti, dostizati i održavati zadanu temperaturu te omogućiti automatsko mjerenje koje omogućuje grijanje na drva ili brikete. Prednost drvene sječke u odnosu na pelet je što je sječka jeftinija i smatra se boljim gorivom jer je manje energetski intenzivna.



Slika 3. Drvena sječka

Izvor: <https://forestry.com/reviews/mulch-reviews/exploring-different-organic-mulch-options-for-your-garden/>, dostupno 11.08.2024.

### 3.2.3. Cjepanice

Cjepanice su kratki komadi drva određene duljine i oblika pogodni za loženje u pećima. Cjepanice su klasičan oblik goriva dobiven iz drvne biomase, a često ih dobavljaju regionalni partneri u sektoru poljoprivrede i šumarstva. Osim toga, sortimenti drva variraju ovisno o vrsti (tvrdo drvo i drvo) i veličini pojedinog komada.

Budući da su kalijeve peći trenutno u modi, velika je potražnja za cjepanicama. Za izgaranje u kalijevim pećima najčešće se koristi tvrdo drvo kao što su bukva, javor, javor, jasen i grab. Puno drvo stvara višestruki žar koji daje ravnomjernu i postojanu toplinu. Ugodan plamen koji gori gotovo bez iskri idealan je za kalijeve peći, posebno one sa staklenim vratima.



*Slika 4. Cjepanice*

Izvor: <https://procutfirewood.com/seasoned-firewood-vs-kiln-dried-firewood/>, dostupno 11.08.2024.

#### 3.2.4. Briketi

Briketi su kruto biogorivo koje se uglavnom koristi u malim ručno punjenim pećima. Proizvodnja drvnih briketa još uvijek postoji na ideji kaskadnog opskrbnog lanca, uglavnom koristeći nusproizvode drvene industrije, odnosno piljevinu koja se mora osušiti prije daljnje obrade i drvenu sječku, koja se može izravno prešati.



Slika 5. Briketi

Izvor: <https://www.cozilogs.co.uk/blog/12-benefits-of-using-compressed-wood-logs-for-heating/>, dostupno 11.08.2024.

## 4. Šume u Hrvatskoj

Šume i ostala šumska zemljišta zauzimaju gotovo trećinu (32%) ukupne površine Republike Hrvatske, uključujući i morsko područje, a prostiru se na površini od 2.759.039 ha. Promatrajući samo površinu, šume i ostala šumska zemljišta zauzimaju gotovo polovicu (49%) teritorija Hrvatske. Budući da je prosječna šumovitost Europe 35%, Hrvatska se može smatrati natprosječno šumovitom zemljom. Ukupna površina Republike Hrvatske = 87 661 km<sup>2</sup>, dok je ukupna površina kopna površina Republike Hrvatske = 56 594 km<sup>2</sup>. [7]



Slika 6. Kopnena površina u RH u postocima

Izvor: <https://adria-balkan.fsc.org/hr/sume-u-hrvatskoj>, dostupno 18.07.2024.

Šume igraju ključnu ulogu u regulaciji globalne klime skladištenjem ugljika i apsorpiranjem oko 40 posto emisija fosilnih goriva koje je stvorio čovjek. Osim toga, šume osiguravaju drvo, ljekovito bilje, hranu, staništa divljih životinja, čistu vodu te duhovne i kulturne vrijednosti. Oko 70 posto životinjskih i biljnih vrsta planeta živi u šumama, dok više od 25 posto svjetske populacije, ili oko 1,6 milijardi ljudi, ovisi o šumskim resursima za preživljavanje. Od toga ukupno 1,2 milijarde ljudi koriste drveće za proizvodnju hrane i prihod. Ekonomska vrijednost ovih usluga ekosustava procjenjuje se na 33 bilijuna dolara godišnje. [8]

Sve dok ljudi postoje na ovom planetu, postojat će potražnja za drvom, celulozom i drugim šumskim resursima, a tvrtke će nastojati zadovoljiti tu potražnju. Također, ljudi koji žive i rade u šumi i dalje trebaju prehraniti svoje obitelji i imati krov nad glavom. Visoka nejednakost u globalnom gospodarstvu stvara ekonomski očaj koji potiče ilegalnu sječu i krivolov. Jedini pravi način zaštite naših šuma je primjena održivih praksi gospodarenja šumama. [8]



#### 4.1. Šume kao energija

Drvena goriva trenutno opskrbljuju 7% svjetske potrošnje energije i mnogo su važnija u razvoju od razvijenih zemalja. Potrošnja drva za gorivo diljem svijeta može se polako smanjivati, dok se proizvodnja drvenog ugljena povećava. U zemljama u razvoju drvena goriva dolaze iz šuma, grmlja, plantaža i drveća izvan šuma. U razvijenim zemljama drvena goriva uglavnom su iz industrijske obrade okruglog drva gdje se za energiju može koristiti do 50% trupaca. U urbanim područjima, kako zemalja u razvoju tako i razvijenih zemalja, drvena goriva također proizlaze iz prerade i građevinarstva drva te drugih urbanih ostataka, uključujući obrezivanje stabala. Trenutno, osim nekih neindustrijskih nasada i malih površina energetske nasada, drveno gorivo uglavnom proizlazi iz nusproizvoda i ostataka. [9]

Šumski nasad trenutno mogu osigurati 15 – 20% cjelokupnog drva za obloge, a taj će doprinos porasti zbog kontinuirane sadnje drveća plus brzo rastuće industrijske plantaže. Međutim, podaci o uporabi šuma i drvnih goriva neujednačene su kvalitete, zbog čega su procjene slabe.

Postoji potencijal za povećanje količine drvnih goriva u razvijenim zemljama, ali njegova uporaba ovisit će o povećanju cijena fosilnih goriva te o ekološkim i socijalnim pitanjima. U nordijskim zemljama upotreba šumskih ostataka porasla je, potpomognuta porezima na ugljik te istraživanjem i razvojem. Očuvanje hranjivih tvari na mjestu pomaže ostavljanjem lišća na licu mjesta i vraćanjem pepela nakon spaljivanja. [9]

U zemljama u razvoju participativni programi ključni su za poticanje sadnje drveća, a poljoprivrednici u tim zemljama rijetko sade samo radi korištenja drva za loženje. Agrošumarske prakse često se prakticiraju jer pružaju višestruke koristi, uključujući opskrbu drvnim gorivom. Silvikulturu treba lako usvojiti, s posebnim naglaskom na selekciju vrsta, visokokvalitetni sadni fond, metode osnivanja i zaštitu od životinja. Zbog niske relativne vrijednosti drvnog goriva, energija je rijetko cilj upravljanja industrijskim plantažama. Međutim, često bi se silvikultura mogla mijenjati kako bi se povećala proizvodnja bioenergije, posebno s onim režimima piljevine. Kao dopuna postojećim silvikulturnim alatima za donošenje odluka, energetska analiza silvikulturnih opcija pomogla bi u učinkovitoj raspodjeli fosilnih goriva. [9]

## 5. Šumarstvo i klimatske promjene

Mnogi ljudi znaju da stabla koja rastu apsorbiraju ugljični dioksid, ali stabla nastavljaju skladištiti ugljik čak i kada postanu okviri kuća, stolovi ili namještaj. Drvo također ima mnogo manji ugljični otisak od uobičajenih građevinskih materijala kao što su čelik, aluminij i beton. Zbog toga drvo može igrati važnu ulogu u borbi protiv klimatskih promjena. Zapravo, Međuvladin panel za klimatske promjene priznaje da proizvodne šume kojima se održivo upravlja pohranjuju ugljik u uzgoju drveća i istodobno dobivaju godišnji prinos drvne sirovine, pružajući važnu i održivu korist za ublažavanje klimatskih promjena. [10]

Stabla koja rastu apsorbiraju ugljični dioksid iz atmosfere i pohranjuju ugljik tako učinkovito da oko polovice suhe težine stabla čini ugljik. Kako šuma raste, ona aktivno uklanja ugljični dioksid iz atmosfere i pohranjuje ga kao drvo. Neometana šuma će nastaviti skladištiti ugljik stotinama godina, iako će se stopa skladištenja smanjivati kako šuma stari. Ljepota održivog upravljanja šumama za proizvodnju drva je u tome što ugljik ostaje pohranjen u drvu šumskih proizvoda dugi niz godina, čak i kada se uzgaja nova šuma. Državne šume se održivo sječu i stoga igraju važnu ulogu u sekvestraciji i skladištenju ugljika, ne samo u stojećim stablima, već i u drvu i proizvodima od drva koje proizvode. Istraživanje je pokazalo da je količina ugljika nakupljenog u državnim šumama kojima se održivo upravlja, u kombinaciji s ugljikom pohranjenim u proizvodima od drva koje proizvode, jednaka uklanjanju 230.000 automobila s ceste svake godine.. [10]

### 5.1. Obnova šumskih krajolika

Glavno obilježje mediteranskih šuma predstavljaju dva šumska ekosustava. Prvi dio čine mješovite šume hrasta i crnog jasena, a drugi dio šume hrasta meda i bijele topole. Ovisno o području života u kojem se naslijeđa nalaze, ona mogu biti primarna i sekundarna. Primarne su one gdje prije nije bilo života. Sekundarni učinci javljaju se na području koje je prethodno bilo uništeno ljudskim ili prirodnim utjecajem (krčenje šuma ili krčenje šuma i požar), a obnova je znatno kraća nego kod primarnih sukcesija. Osim uništavanja šuma, uništavaju se i zemljišta, pa kontinuitet, odnosno obnova šuma, oduzima puno vremena i zahtijeva pažljiv rad. Treći

oblik je modifikacija biocenoze (sukcesija biocenoze) ljudskim utjecajem, kao što je uvođenje novih vrsta koje mogu ali ne moraju uzrokovati izumiranje autohtone vrste.

Ako izgori šumska zajednica koja nema mogućnost samoobnavljanja, vegetacija se mijenja. To se može dogoditi kada zajednica bora izgori u dobi u kojoj nije dovoljno stara za stvaranje sjemena ili kada izgori zajednica koju je teško obnoviti nakon požara i, ako se obnovi, vraća se na sljedeću nižu razinu degradacije. Požari najviše preferiraju one vrste koje su ponajviše otporne na vatru. Ako se ne intervenira odmah nakon što šuma izgori, zemlja nestaje i ostaje kamenito područje, kojem će bez pomoći čovjeka trebati stoljeća da se oporavi.

Poduzimaju se različite mjere sanacije ovisno o stanju vegetacije (brzina degradacije, mogućnost samoobnavljanja i oštećenja vegetacije) i tla (količina tla, osjetljivost na eroziju i eroziju tla). Tako su raspoređeni poljoprivredni zahvati koji štite i obnavljaju vegetaciju i tlo:

- sanitarna sječa preostale vegetacije
- mjere zaštite tla

Sječa zaostale vegetacije odnosi se na sječú i uklanjanje drveća i grmlja nakon požara stvarajući tako najbolje uvjete za regeneraciju, rast i razvoj novih biljaka. Nove biljke rastu iz ostatka panjeva, ostatka korijena i sjemena koje je ostalo na površini nakon čišćenja opožarene šumske površine. Nakon procesa čišćenja posječena drva moguće je izvoziti i prodavati ukoliko postoji potreba tržišta. Ostatak treba razdijeliti, rasporediti po cijeloj površini za zaštitu novih biljaka.

Mjere zaštite tla prvi su korak nakon požara, a uključuju rezanje i mljevenje preostale biomase te razbacivanje po cijeloj površini kako bi se spriječilo isušivanje i erozija vjetrom i vodom. Da bi mjere bile dovoljno učinkovite, sjetvu sjemena i sadnju presadnica potrebno je obaviti neposredno nakon požara ili prije obilnih kiša. Drugim riječima, područja podložna eroziji tla moraju se prepoznati i obnoviti od posljedica požara.

## 6. Apsorbiranje ugljikovog dioksida šumama

Šume su ključna komponenta globalnog ugljičnog ciklusa. To su dinamički sustavi koji stalno apsorbiraju i oslobađaju ugljični dioksid. Sekvestracija ugljika je proces uklanjanja ugljika iz atmosfere za uporabu u fotosintezi. To rezultira održavanjem i rastom biljaka i drveća.

## 6.1. Ugljikov dioksid

Ugljikov dioksid,  $\text{CO}_2$ , je kemijski spoj u kojem su dva atoma kisika dvostruko vezana na atom ugljika. U standardnim uvjetima to je plin bez boje i mirisa, teži od zraka. Dobro se otapa u vodi te tako stvara nestabilnu ugljikovu kiselinu ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Može postati tekuć samo ako se ohladi pri tlaku iznad 5,1 bara. Tekući ugljikov dioksid prodaje se u čeličnim bocama pod pritiskom, a kada se ispusti iz boce, zbog značajnog gubitka topline tijekom isparavanja, djelomično prelazi u kruto stanje u obliku bijele mase zvane suhi led, koja sublimira na  $-78^\circ\text{C}$ . U atmosferi ugljikov dioksid čini približno 0,03% volumena. U atmosferi ugljikov dioksid čini oko 0,03% volumena. Oceani su veliki rezervoar ugljikovog dioksida koji sadrži 50 puta više ovog plina nego atmosfera. Životinje, biljke i mikroorganizmi proizvode ugljikov dioksid tijekom staničnog disanja, dok ga biljke koriste tijekom fotosinteze, što ga čini neophodnim za sva živa bića. [11]

Ugljikov dioksid također je jedan od finalnih produkata izgaranja ugljena i svih organskih tvari, a u atmosferu dopijeva i vulkanskim i geotermalnim procesima. Značajnu količinu ugljikovog dioksida proizvode ljudske aktivnosti, uključujući izgaranje fosilnih goriva i biomase. Industrijski se dobiva alkoholnom fermentacijom, toplinskom razgradnjom kalcijevog karbonata i kao nusprodukt u proizvodnji amonijaka, vodika i natrijevog fosfata. Ugljikov dioksid se također koristi u prehrambenoj industriji (za pića), kemijskoj industriji (za proizvodnju uree, karbonata i bikarbonata), kao pogonsko gorivo, sredstva za gašenje i za stvaranje kemijski inertne zaštitne atmosfere. U tekućoj fazi se koristi kao medij u rashladnim sustavima, kao otapalo i za superkričnu ekstrakciju, dok se u čvrstoj fazi (suhi led) koristi kao rashladno sredstvo i za scenske efekte. Iako ugljikov dioksid nije otrovan, u visokim koncentracijama može iritirati sluznicu zbog svog stvaranja ugljične kiseline. Zbog svoje veće gustoće ostaje blizu tla, što može istisnuti kisik i izazvati gušenje čak i na otvorenom prostoru. Ugljični dioksid jedan je od prirodnih stakleničkih plinova koji su neophodni za regulaciju Zemljine temperature (efekt staklenika). [11]

## 6.2. Utjecaj ugljikovog dioksida na šume

Ugljikov dioksid najvažniji je staklenički plin, nakon vodene pare u Zemljinoj atmosferi. Više od 98% ugljika pohranjeno je u oceanima kao otopljeni anorganski ugljik. Koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi varirala je tijekom glacijalnih i interglacijalnih razdoblja, s niskim vrijednostima tijekom ledenog doba. Na početku industrijske revolucije utjecaj na globalni ciklus ugljika postao je sve važniji. Uzgoj ugljena, plina i nafte, kao i krčenje šuma povećali su koncentraciju atmosferskog ugljikovog dioksida u usporedbi s posljednjim ledenim dobom i razdobljem prije industrijske revolucije. [14]

Iz znanstvene perspektive, klimatske promjene uglavnom su povezane s količinom stakleničkih plinova, uglavnom ugljikovog dioksida, koji se ispuštaju u atmosferu i iz nje. Od početka industrijske revolucije, gospodarska se aktivnost povećala zbog stakleničkih plinova. Ove količine su veće od onoga što se može izvući iz prirodnog ciklusa ugljika. Povećanjem koncentracije ugljika u atmosferi dolazi do efekta staklenika.

Podaci o tome koliko se ugljikovog dioksida može pohraniti u šumama su iznenađujući: prosječno stablo može pohraniti 48 kilograma ugljikovog dioksida godišnje, stoga je vrlo važno spriječiti uništavanje šuma. Također, zaštita šuma rješava i druge svjetske probleme. Na primjer, povećanje pokrivenosti drvećem može pomoći u rješavanju problema sigurnosti hrane u mnogim regijama: dok zadržavaju ugljični dioksid, stabla mogu povećati poljoprivredne prinose i osigurati resurse prodajom voća, orašastih plodova ili drva za plaćanje poljoprivrednicima. Na taj bi način povećano ulaganje u agrošumarstvo moglo pomoći vezanju ugljičnog dioksida, što bi svakako pomoglo uštedi financijskih sredstava.

## 7. Utjecaj obnovljivih izvora na šume i okoliš

U ovome naslovu dati će se osvrt na utjecaj obnovljivih izvora (vjetar, sunce, voda i biootpad) na okoliš, odnosno šume.

Republika Hrvatska raspolaže s 2.688.687 ha šuma i šumskog zemljišta s 397.963.000 m<sup>3</sup> drvene zalihe, što se svake godine povećava za 10.526.238 m<sup>3</sup>. Njegovanjem i obnovom šuma, prema načelima održivog razvoja, hrvatsko šumarstvo, u normalnim uvjetima, godišnje može primiti na preradu 6.560.000 m<sup>3</sup> raznih proizvoda od drva. Hrvatska ima 97% prirodnih šuma, jer su nastale prirodnom obnovom na staništu, tj. sačuvao je svoje prirodne karakteristike i klice autohtonog lokalnog naselja koje se stoljećima razvijalo na ovom području. [15]

Tijekom izgradnje vjetroelektrana zemlja se fizički uklanja iz podloge na gradilištima, pohranjuje u privremena skladišta tijekom izgradnje i vraća na lokacije koje se privremeno koriste nakon izgradnje u sklopu procesa sanacije i obnove lokacije. U svrhu zaštite tla, uklanjanje zemlje s travnjaka može se provoditi samo u strogo dopuštenom obimu, sukladno izdanim dozvolama koje sadrže uvjete zaštite prirode. Prilikom zemljanih radova potrebno je odvojiti humusni sloj tla, posebno deponirati, zaštititi od onečišćenja i nakon završetka radova koristiti za uređenje okoliša prema izrađenom krajobraznom projektu. [16]

Uklanjanje humusnog dijela zemljišta mora se izvršiti prije nego bilo kakva oprema ili teška oprema prođe zemljištem, kako se ne bi uništila zrnasta struktura zemljišta. Ovakvim postupanjem sa zemljištem moguće ga je koristiti za sanaciju i rekultivaciju prostora koji se nalazi na lokaciji zahvata nakon završetka građevinskih radova prema izrađenom krajobraznom projektu. Do utjecaja tla može doći i prilikom postavljanja vjetroturbina, odnosno zbog mogućeg neprikladnog postavljanja goriva i maziva. [16]

Izgradnjom vjetroelektrana dolazi do odumiranja vegetacije i trajnog gubitka pojedinih vrsta površinskih masa na autocesti ili ravničarskom području. Neke vrste površinskog pokrova imaju važnu ekološku i strukturalnu ulogu jer mogu utjecati na strukturne i vizualne aspekte krajolika. Nove ceste imaju vrlo različite tehničke zahtjeve od postojećih cesta i staza i stoga donose promjene na postojećim cestama. Kako bi se utjecaj ublažio što je više moguće, korištene su postojeće ceste i izgrađene su nove neasfaltirane ceste.

Nasuprot svemu navedenom, izgradnja vjetroelektrana ima svoje prednosti. Vjetroelektrane su idealan oblik obnovljivih izvora energije, ne troše gorivo i ne zagađuju okoliš. Pomažu u borbi protiv globalnog zatopljenja jer ne proizvode stakleničke plinove dok rade. Postavljanjem vjetroelektrana umjesto elektrana na fosilna goriva spriječit će se emisija ugljikovog dioksida, pa će zemlje koje su bogate povoljnim vjetrovima više ulagati u izgradnju elektrana, a samim time utjecati na smanjenje uvoza fosilnih goriva.

Prednost vjetroelektrana je što se mogu smjestiti u neobrađena područja, pučinu ili na poljoprivrednom zemljištu, te što se uvijek može iskoristiti prostor između stupova generatora. Poljoprivredni, uzgojni i slični radovi mogu se obavljati ispod stupova vjetroelektrane, kao i ispod mreže visokog napona.



*Slika 7. Vjetroelektrane za proizvodnju električne energije*

Izvor: <https://inhabitat.com/precast-concrete-bases-improve-wind-turbine-efficiency/090628-f-2907c-538/>, dostupno 16.08.2024.

Kada su u pitanju solarne elektrane, mnogi smatraju da solarne ćelije mogu imati i negativan utjecaj na okoliš. Razlog leži u procesu proizvodnje fotonaponskih ćelija, koji rezultira korištenjem toksičnih metala poput žive i olova.

Izgradnja solarnih elektrana zahtijeva djelomično uklanjanje postojeće površine. Naime, cjelokupno područje lokacije planiranih solarnih elektrana obično se uređuje, odnosno košnjom se dovodi u uvjete za mogućnost postavljanja solarnih panela i izgradnje zgrade i pripadajuće ceste. To ne rezultira uvijek trajnim gubitkom staništa na cijelom području zone zahvata, već se šteta događa u manjem dijelu (prema naknadno odabranim vrstama solarnih panela). Nakon izgradnje, gradilište se treba sanirati kako bi se omogućio privremeni pristup gradilištu, praznine popuniti kvalitetnim materijalom iz iskopa, privremena odlagališta materijala

izravnati, svu opremu, materijalu i ostatke ukloniti. U svakom slučaju, poželjno je da sve vrste biljaka koje se koriste budu autohtone ili udomaćene na dotičnom području. Utjecaj će uglavnom biti trajan, zbog uklanjanja određene vegetacije (grmlja i trave) za izgradnju baze FN modula. Sami radovi imaju kratkoročni negativan utjecaj zbog emisije prašine na floru i povećane buke na okolnu faunu.

Tijekom gradnje solarnih elektrana nastaje otpad koji nepovoljno djeluje na okoliš. Tada nastaju nusproizvodi raznih vrsta otpada koji se prema Uredbi o kategorijama, vrstama i razvrstavanju otpada razvrstavaju u sljedeće skupine otpada:

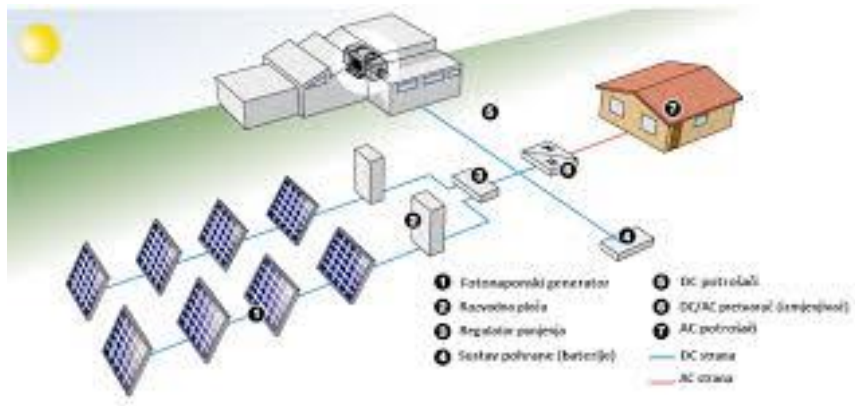
- Otpadna mazivna ulja za mehanizaciju
- Ambalaža,
- Građevinski materijal (beton, opeka),
- Drvo, staklo i plastika,
- Metali
- Ostali komunalni otpad.

Ipak, isplati se ulagati u gradnju solarnih elektrana. Postavljanjem solarne elektrane postoje koristi od borbe protiv klimatskih promjena i zaštite Zemlje. Solarna elektrana snage 5 kW tijekom svog životnog vijeka smanjuje količinu proizvedenog ugljikovog dioksida, što je jednako sadnji 180 stabala. Zahvaljujući razvoju tehnologije, proizvodnja energije iz obnovljivih izvora postala je manja i dostupna svima. Glavni uzrok klimatskih promjena su šumski požari Fosilna goriva, uključujući naftu i ugljen, najveći su zagađivači. Postavljanjem solarne elektrane građani mogu imati koristi od borbe protiv klimatskih promjena i zaštite planeta. [16]

Solarne elektrane stvaraju energiju iz sunca, što znači da svoj posao ne rade noću već u zoru pa sve do sumraka. U slučaju postavljanja solarne elektrane spojene na elektroenergetsku mrežu, ovaj problem nestaje jer se električna energija proizvedena tijekom dana skladišti kod opskrbljivača i može se potrošiti kasnije, noću, bez gubitaka.

Zbog svog zemljopisnog položaja Hrvatska svake godine ima mnogo sunca i među europskim je zemljama s najviše sunčeve energije. Unatoč tome, udio sunčeve energije u ukupnoj proizvodnji električne energije u Hrvatskoj iznosi 1%.





Slika 8. Shema djelovanja solarne elektrane

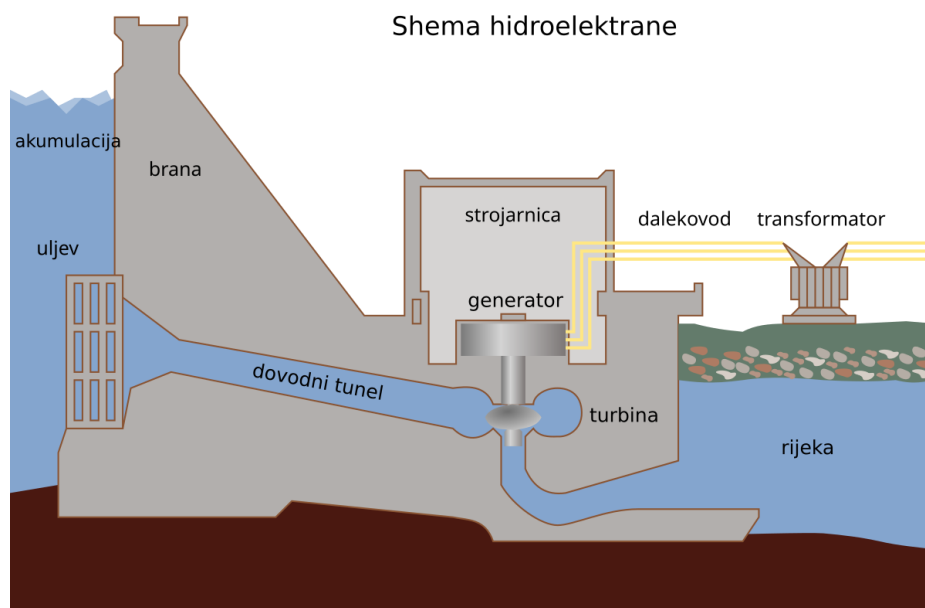
Izvor: <https://electrical-engineering-portal.com/download-center/books-and-guides/alternative-energy/photovoltaic-plants>, dostupno 16.08.2024.

Jedna od prednosti hidroelektrana je ne stvaranje otpada ni emisije stakleničkih plinova, što uvelike doprinosi očuvanju okoliša. Nisu zanemarivi ni niski troškovi gradnje, a jednom izgrađena brana traje čak godinama. Voda u rijekama i oceanima u kojima se nalaze hidroelektrane neprekidno cirkulira u okolišu, neiscrpan je izvor energije, a otpadne vode vraćaju se u okoliš nepromijenjene. Kada energija nije potrebna, zatvaranje brane sprječava proizvodnju električne energije i skladištenje u akumulacijama tijekom sušnih razdoblja i razdoblja kada je potražnja za električnom energijom povećana. Hidroenergija igra važnu ulogu u sprječavanju poplava i kontroli riječnog prometa, sve dok je hidroenergija dovoljno pohranjena količina vode za navodnjavanje i potrebe domaćinstva.

Hidroelektrane se hrane vodom, čistim izvorom goriva koji ne onečišćuje atmosferu poput elektrana koje sagorijevaju fosilna goriva poput ugljena i prirodnog plina. Čak i male ili velike elektrane, bilo da koriste tok rijeka ili umjetne akumulacije, koriste izvor električne energije. U svom prirodnom ciklusu voda isparava iz oceana i jezera, formira oblake, vraća se na površinu zemlje kao kiša i vraća se u oceane i jezera kako bi počela iznova. [17]

Elektrane su visoko učinkovite zbog svoje sposobnosti proizvodnje električne energije uz minimalan utjecaj na okoliš u smislu mnogih parametara koji uključuju klimatske promjene, oštećenje ozona, zakiseljavanje, eutrofikaciju i toksičnost za ljude. Električna energija dobivena iz neobnovljivih izvora ipak ima negativnije rezultate zbog negativnog učinka na okoliš, vađenja, prerade i korištenja goriva.

No, najveći nedostatak svih elektrana je njihov loš efekt na okoliš. Poplave zgrada i zemljišta, štete na obližnjim biljkama i životinjama te smanjenje populacije neki su od negativnih učinaka izgradnje elektrane. Osim što štite regiju od poplava uzrokovanih tokovima rijeka, velike brane također utječu na tok rijeka i prijeti im rušenje. Da bi brana bila stabilna i udovoljavala određenim standardima, financijski troškovi i ulaganja su visoki. Investitori također trebaju imati na umu da proizvodnja električne energije uvelike ovisi o stanju vode i da proizvodnja električne energije i potražnja često nisu usklađeni. [16]



Slika 9. Shema hidroelektrane

Izvor: <https://obnovljivizvorienergije.weebly.com/hidroelektrane.html>, dostupno 16.08.2024.

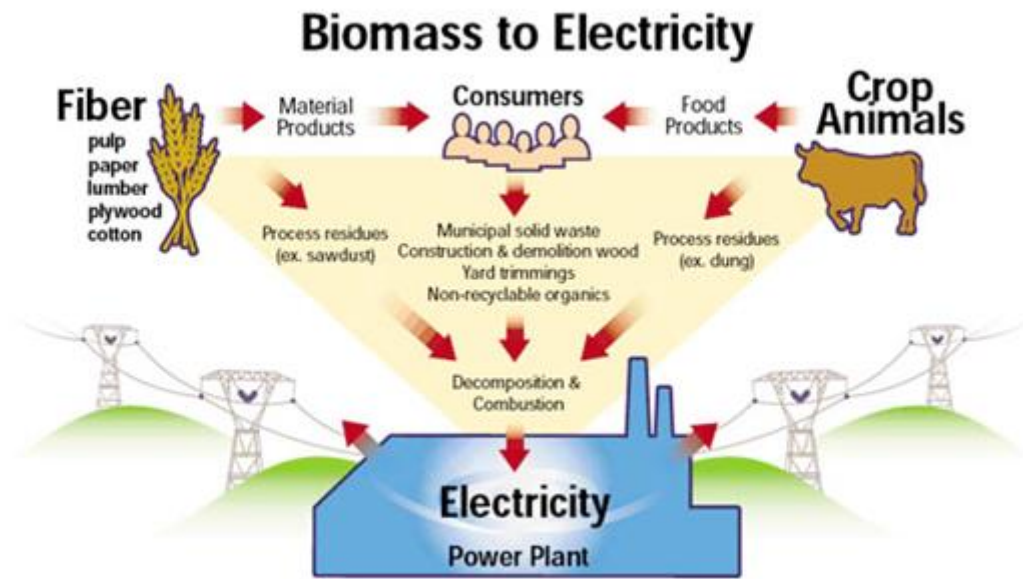
Što se tiče biomase, zanimljivo je primijetiti da su biomasa i rezidualna energija zamijenili hidroelektranu kao glavni izvor obnovljive energije u Europskoj uniji. [18] Energija se najčešće dobiva iz otpada, odnosno komunalnog otpada, u spalionicama, gdje se organski materijali pretvaraju u toplinsku energiju. Spaljivanjem otpada dolazi do proizvodnje topline koja putem vodene pare pokreće turbine spojene na generator i na taj način dobivamo željenu energiju u postrojenju. Moguća je i prerada u električnu energiju, od dobivanja zapaljivog gorivog proizvoda kao što su npr. metan, metanol ili etanol. [17] Za naglasiti je da se većina energije iz biomase pretvara u toplinsku energiju, a manje u električnu. Postoje i kogeneracijska postrojenja, gdje se istovremeno proizvode toplinska i električna energija. U ovim vrstama

elektrana, otpadna toplina proizvedena tijekom proizvodnje električne energije koristi se u elektranama i koristi se za grijanje kuća ili cijelih gradova, ovisno o veličini cijelog projekta. Inače, ova se toplina ispušta u okoliš tijekom normalne proizvodnje električne energije, jer je vrlo korisna u spomenutim elektranama.

Velika količina pepela koja nastaje spaljivanjem otpada može imati negativne učinke. Pepeo sadrži toksine i teške metale, a dio koji se ne koristi za daljnju obradu šalje se na sigurna odlagališta. Dioksini i dim nastali spaljivanjem krutog otpada sadrže furane i dioksine, spojeve koji su štetni za ljudsko zdravlje. Također, zagađivači poput ugljikovog dioksida, čestica prašine i teških metala ulaze u zrak zbog topline. [16]

Otprilike jedna trećina otpada iz kućanstva je organski otpad, kao što su trava, lišće, cvijeće, ostaci povrća i voća itd., koji se naziva organski otpad. Jedan od načina tretiranja izdvojenih ostataka je kompostiranje.

Biomasa se može relativno lako pretvoriti u korisne izvore energije kao što je metan ili transportna goriva kao što su etanol i biodizel. Postoje različite tehnologije za korištenje energije biomase: izravno za grijanje, pretvaranje topline u električnu energiju, pretvaranje u drugi oblik goriva, kao što su tekuća biogoriva ili bioplín. Većina električne energije iz biomase dobiva se iz ciklusa pare. U plinskim turbinama i elektranama energija iz dimnih plinova stvara paru u kotlu za dimne plinove, a električna energija se dobiva ekspanzijom te pare u parnoj turbini.



Slika 10. Biootpad kao obnovljivi izvor energije

Izvor: <https://www.ricehuskashasia.com/17824516/-energy-of-the-future>, dostupno 18.08.2024.

## 8. Utjecaj obnovljivih izvora energije na šumarstvo, okoliš i ekonomski rast

Šume pružaju mnoge funkcije ekosustava za okoliš i klimu, te su stoga važne za zdravlje okoliša. Na primjer, šume reguliraju klimu, pomažu u održavanju protoka vode, osiguravaju čistu vodu i utječu na pročišćavanje zraka. Rast šumskog apsorbira ugljikov dioksid iz atmosfere, a šume također pomažu u očuvanju i zaštiti bioraznolikosti, jer mnoge vrste žive u šumama i ovise o njima. Također, šume su važan gospodarski resurs jer se koriste za proizvodnju drva, ali i proizvoda koji se koriste u medicinskoj industriji.

Ukupna površina pod šumama u Europi zapravo se povećava, uglavnom zbog politike pošumljavanja i pretvaranja napuštenog poljoprivrednog zemljišta u šume. Šume pokrivaju više od 40% zemljine površine u 33 države članice i šest zemalja partnera Europske agencije za okoliš.

Unatoč tome, zdravlje šuma svjetski je problem, a ukupno područje pokriveno šumama u svijetu se smanjuje. Europljani također utječu na globalnu deforestaciju i to uvozom poljoprivrednih proizvoda i drvnih proizvoda što se uglavnom događa u tropskim i borealnim šumama.

Klimatske promjene i drugi negativni utjecaji štete šumama, ali nije jasno u kojoj mjeri. Ako je klima toplija, rast stabla se može povećati, što se može smatrati pozitivnim rezultatom u pogledu proizvodnje drva. To utječe i na zone rasta šume, koje se razlikuju u višim i sjevernim područjima. U isto vrijeme, šume mogu biti izložene mnogim rizicima, uključujući uzročnike bolesti, nametnika i najinvazivnijih vrsta. Zbog klimatskih promjena, šume mogu postati osjetljivije na ekstremne vremenske uvjete. Promjene kišnih razdoblja (vlažna i sušna razdoblja) mogu rezultirati zamjenom postojećih vrsta drveća drugim vrstama koje mogu bolje preživjeti i napredovati u novim klimatskim uvjetima.

Šume također mogu i emitirati stakleničke plinove i djelovati kao izvor stakleničkih plinova. Procesom fotosinteze tlo i biljke apsorbiraju i zadržavaju stakleničke plinove iz atmosfere, čime se smanjuje razina stakleničkih plinova u atmosferi. Emisije nastaju kada biljke umiru i propadaju, ili kada krčenje šuma smanjuje sposobnost tla da apsorbira stakleničke plinove. Utvrđene su emisije od 0,1% pohranjenog ugljika, a u Europi je to jednako godišnjoj emisiji od 100 milijuna automobila.

Prva ključna poruka Međuvladine znanstveno-političke platforme o bioraznolikosti i uslugama ekosustava (IPBES) u svom izvješću o globalnoj procjeni podnesenom Konferenciji stranaka Konvencije o bioraznolikosti u Kunmingu i Montréalu u prosincu 2022. jest da „*Priroda i njezini vitalni doprinosi ljudi, koji zajedno utjelovljuju biološku raznolikost i funkcije i usluge ekosustava, propadaju diljem svijeta*”. Njegova treća ključna poruka je da se „*Ciljevi za očuvanje i održivo korištenje prirode i postizanje održivosti ne mogu postići sadašnjim putanjama*”. Međutim, četvrta poruka je optimističnija: da se „*priroda može očuvati, obnoviti i koristiti na održiv način dok se drugi globalni društveni ciljevi istovremeno ispunjavaju*“. Ova nedavna procjena na visokoj razini važnosti održivog upravljanja prirodnim resursima potaknula je da se preispita koncept održivog gospodarenja šumama, koji je razvijen 1990-ih i možda mu je potrebna temeljna ponovna procjena. [25]

Zašto je važan ovaj koncept „održivog gospodarenja šumama“? Zato što on informira i usmjerava odluke vlasnika i upravitelja šuma te onih koji donose politike i zakone u vezi sa šumama, te tako utječe na stanje šuma i dobra i usluge koje one pružaju društvu i planeti. Ovo priopćenje prvo će pokazati kako se koncept u svom sadašnjem obliku razvio 1990-ih, a zatim

će se ispitati mogu li nedavni razvoji – osobito bioraznolikost i klimatske krize – zahtijevati temeljito preispitivanje koncepta kako bi bio prikladan za 21. stoljeće.

Koncept “održivosti” u kontekstu gospodarenja šumama razvio se tijekom vremena, usporedno sa zahtjevima koje društvo postavlja šumama. Razvio se od jednostavne materijalne ideje o ne smanjivoj opskrbi drvetom do integrirane opskrbe višestrukim dobrima i uslugama – odnosno šumska dobra treba koristiti na održivoj osnovi.

Suočeni s ovim vakuumom na globalnoj razini, 1990-ih su se ulagali veliki naponi na regionalnoj i nacionalnoj razini da se definira i operacionalizira koncept "održivog gospodarenja šumama". U Europi je to vodstvo preuzela Ministarska konferencija o zaštiti šuma.

Zbog bitne uloge koju igra energija u procesu gospodarskog razvoja, posebno u vidu dviju velikih globalnih energetske krize, već 1970-ih nametalo se pitanje može li se ili ne politika očuvanja energije uspješno širiti unutar pojedinačne zemlje. Tada je došlo do shvaćanja problema među znanstvenicima kada je prikazano da ekonomski rast pozitivno utječe na potrošnju energije. Stoga su iznesene sugestije da je oskudica resursa utjecala na gospodarski rast u SAD-u, te da su fluktuacije u cijenama sirove nafte utjecale na zaposlenost kao i na stopu nezaposlenosti. Usvajanje ovog stajališta rezultiralo je mnogim kasnijim studijama koje su istraživale učinke politika u posljednja dva desetljeća u smislu odnosa između potrošnje energije i gospodarskog rasta. Stoga, s obzirom na ograničenu ponudu resursa, mehanizam cijena i potrebu za očuvanjem okoliša, zemlje su nastojale pronaći sredinu između potrošnje energije i gospodarskog rasta. [25]

Za mnoge vlade je to nametnulo težak teret, posebno u pogledu provedbe politike očuvanja energije, te su se morale pronalaziti kompromise između potrošnje energije i gospodarskog rasta.

Obnovljivi izvori energije smatraju se bitnim elementom svake strategije za održivi energetski razvoj. One zemlje u razvoju bez pristupa modernoj energiji smatraju se glavnim tržištem za obnovljivu energiju, a očekuje se da će obnovljivi izvori energije igrati sve važniju ulogu u opskrbi obnovljivom energijom u budućnosti. Kao posebno tržište postoji interes za električnu energiju iz obnovljivih izvora kako je i ranije opisano. Takozvana „zelena energija“ treći je najveći doprinos globalnoj proizvodnji električne energije.

S obzirom na navedene podatke i kako se oni mogu odraziti na Republiku Hrvatsku, važno je spomenuti da šume i šumska zemljišta čine posebnu baštinu od posebnog značaja za Republiku

Hrvatsku i uživaju posebnu zaštitu, kao i načine zaštite njihovim upravljanjem, zaštitom, korištenjem, iskorištavanjem i gospodarenjem, a utvrđeni su Zakonom o šumama. Zakonom je utvrđeno da su šume i šumska zemljišta posebno prirodno dobro koje se posebno odnosi na općekorisne i gospodarske funkcije šuma. Ujedno, održivo gospodarenje šumama podrazumijeva korištenje šuma i šumskih zemljišta na način i u opsegu kojim se čuva njihova biološka raznolikost, produktivnost, regenerativna sposobnost, vitalnost i potencijal za zadovoljavanje sadašnjih i budućih uvjeta ekoloških zahtjeva koji djeluju ekonomično i društveno na lokalnoj, nacionalnoj i globalnoj razini i ne nanose štetu drugim ekosustavima. [19]

Globalne klimatske promjene veliki su problem današnjeg razvoja, a obnovljivi izvori energije imaju važnu ulogu u povećanju svijesti na svim razinama društva. Šumarski sektor i industrije bazirane na njemu, kao važni ekološki faktori u funkcionalnom smislu održivosti, suočeni su sa ovim izazovom koji ujedno može kreirati brojne nove mogućnosti i on predstavlja jedan od temelja njihovog razvojnog scenarija dizajniranja okruženja 21. stoljeća. Republika Hrvatska posjeduje izrazito velik prirodni potencijal obnovljivih izvora energije pri čemu treba istaknuti biomasu iz šumarskog sektora. Međutim, obnovljivi izvori energije nemaju značajnu ulogu u energetskej politici zemlje i pokrivaju samo mali dio energetskej potreba. Osim što se raspoloživi vlastiti resursi ne iskorištavaju, nekorisćenje biomase uzrokuje i izravno opterećenje okoliša s trajnim štetnim posljedicama. Razvoj tehnologija za korištenje biomase kao izvora energije ili industrijske sirovine može u budućnosti donijeti važne značajne koristi u smislu održivog razvoja.

Razvoj tehnologije i globalizacija povećali su potrošnju energije u svijetu, a posebno u drugoj polovici 20. stoljeća, zbog oskudnosti prirodnih izvora energije i rasta cijena energije. Cijena nafte je najvažniji čimbenik na globalnom energetskej tržištu zbog svojih tehničkih i transportnih karakteristika i odražava ukupnu potrošnju. Već tri desetljeća raste cijena nafte, prirodnog plina i drugih oblika energije. U posljednjih osam godina inflacija je porasla 400 posto - po sadašnjim cijenama. [20]

Ovakav porast cijena sirove nafte i drugih oblika energije utječe na razvoj novih tehnologija koje učinkovitije iskorištavaju konvencionalne oblike energije, ali istovremeno i na razvoj korištenja ovih oblika energije čija uporaba do sada nije bila ekonomski isplativa – zbog cijene. Istodobno, s utjecajem cijena nafte na globalnu opskrbu energijom u posljednjih petnaestak godina, pitanje oblika energije postalo je sve važnije zbog onečišćenja prirodnog okoliša i

klimatskih promjena. Zemlja u obliku globalnog zatopljenja; potrošnja oblika energije koji manje zagađuju prirodu i manje doprinose efektu staklenika postaje sve važnija. [20]

Budućnost razvoja i napretka ogleda se u zelenom gospodarstvu, jer ono osigurava pravedniju raspodjelu resursa i sredstava, smanjuje siromaštvo i nejednakosti u društvu. Osim toga, zeleno gospodarstvo svakako je bolje pripremljeno za učinke klimatskih promjena i za bolje gospodarenje prirodnim resursima.

Ekonomski nerazvijene zemlje koje, unatoč nerazvijenosti imaju bogat prirodni okoliš, smatraju se ekonomski uspješnim zemljama. Drugim riječima, zemlje koje su bogate prirodnim resursima, ali ne znaju kako iskoristiti svoje prednosti, su zemlje koje nisu ekonomski uspješne. Drugim riječima, prirodni resursi ne određuju gospodarski uspjeh zemlje. Na isti način, ako se neke zemlje suoče s nestašicom prirodnih resursa, tržište treba uvoz tih resursa iz zemalja bogatih prirodnim resursima. [21]

Obnovljivi (šume, riba itd.) i neobnovljivi (nafta, ugljen itd.) prirodni resursi ključni su za gospodarski rast. Da bi neki prirodni resurs bio obnovljiv, iznimno je važno njegovo racionalno korištenje, što nije slučaj s neobnovljivim prirodnim resursima. Zaliha neobnovljivih resursa je ograničena, a najveći problem s tim resursima je kako su raspoređeni. Samo razumno korištenje prirodnih resursa dovodi do ekonomskog rasta. Ako nedostaje prirodnog kapitala, to posljedično dovodi do stagnacije gospodarskog rasta. Dok gospodarski rast zahtijeva korištenje sve većih količina prirodnih resursa, također postoji ograničenje raspoloživih rezervi tih resursa. Ta ograničenja nazivamo ograničenjima gospodarskog rasta uvjetovanog dostupnošću resursa. [22]

Osim toga, održivi gospodarski rast zahtijeva pronalaženje aktivnosti koje potiču gospodarstvo bez štete za okoliš. Da bi se smanjilo siromaštvo, prvo se mora povećati gospodarski rast, ali to znači veću štetu okolišu. Ekonomski utjecaj na okoliš ovisi o naseljenosti, potrošnji po stanovniku i tehnologiji koja se koristi za proizvodnju dobara i usluga. Kako bi se izbjegli negativni učinci na okoliš, potrebno je razvijati tehnologiju. Tehnologija je glavni čimbenik koji razdvaja rast proizvodnje i potrošnje od negativnih utjecaja na okoliš. Granice rasta određene su dostupnošću prirodnih resursa i proizvodnih tehnologija. Također se smatra da će dosadašnji tehnološki razvoj i nastavak rada zamijeniti porast materijalne produktivnosti.

Održivi razvoj zahtijeva prijelaz s ekonomije rasta na uravnoteženu ekonomiju u kojoj se energija drži i pravedno dijeli između tržišta. U uravnoteženom gospodarstvu postoji proizvodnja i potrošnja te promjene u zalihama. Energija mora dugo preživjeti u okolišu da bi



bila održiva. Ekonomska politika ima za cilj održivi razvoj, rješavanje problema na temelju tradicionalnih metoda održivosti, dostatnosti, pravednost i učinkovitost u održivoj proizvodnji i potrošnji znače napredak i ograničeno korištenje resursa. Zapravo, neto blagostanje se povećava smanjenjem onečišćenja i degradacije okoliša uz istodobno povećanje kvalitete života.

Održiva proizvodnja i potrošnja temelje se na poboljšanju bogatstva i energetske učinkovitosti, održivoj infrastrukturi i pristupu osnovnim uslugama, zelenim radnim mjestima i boljoj kvaliteti života za sve. To će pomoći u ostvarivanju javnih razvojnih planova, smanjenju ekonomskih, okolišnih i društvenih troškova, jačanju gospodarske konkurentnosti i smanjenju siromaštva. Održiva potražnja za proizvodnjom i potrošnjom, sustavan pristup i suradnja svih ljudi, društvenih aktera, tj. svih aktera u poslovanju, potrošača, donositelja odluka, znanstvenika, istraživača, medijskih institucija i agencije za pomoć. [23]

Čista proizvodnja temelji se na provedbi ekoloških strategija za rad, proizvod ili uslugu kako bi se povećala ukupna učinkovitost i smanjili rizici za ljude i okoliš kako bi se spriječilo onečišćenje. Ova strategija je vođena glavnim načelima zaštite okoliša, a to su: načelo prevencije, načelo prevencije i načelo cijelog puta, smanjenje onečišćenja na mjestu nastanka, što dovodi do smanjenja konačnih troškova. Ova strategija osigurava dvostruki dobitak, korist za okoliš i ekonomsku korist, tj. zaštitu okoliša, zdravlje i sigurnost za zaposlenike i kupce te povećanje učinkovitosti, usklađenosti proizvoda i konkurencije. Što se tiče proizvodnje, bolje korištenje vode, energija i sirovina, zamjena ili smanjenje upotrebe toksičnih i opasnih materijala te redukcija količine otpada. Čista proizvodnja je dobro napravljeno upravljanje, poboljšanje performansi, prilagodba performansi ili opreme, zamjena materijala, modifikacija sustava, tj. obnova cjelokupnog proizvodnog sustava, te ponovna uporaba, recikliranje, uporaba ili proizvodni sustav. [23]

## 8.1. Perspektive korištenja obnovljivih izvora energije

U posljednjih 15 godina navedeni izvori obnovljive energije uvelike su povećali svoju konkurentnost u odnosu na naftu, plin, ugljen i nuklearnu energiju. Nastavkom ovakvog trenda, obnovljivi izvori energije zauzimat će sve veći udio na energetskeom tržištu.

Europska unija (EU) aktivno promiče energetskeu tranziciju i, zahvaljujući svojim zelenim politikama, postavlja se kao svjetski lider u održivom razvoju. EU želi učiniti Europu prvim niskougljičnim neutralnim kontinentom u sinergiji sa svojim građanima i prepoznati potencijal svojih članica, posebno dajući prednost energetskeu učinkovitosti i obnovljivim izvorima energije (Europska komisija, 2010.). Prema trendu Međunarodne agencije za obnovljivu energiju (IRENA) korištenje obnovljivih izvora energije raste u cijelom svijetu i jasno je vidljivo povećanje ulaganja u obnovljive izvore energije.

Kako bi olakšao prijelaz na čistu energiju, koja zahtijeva zajednička ulaganja privatnog i javnog sektora, EU prati najnovija istraživanja i redovito ažurira svoja pravila. Budući da su nedavne analize pokazale da postizanje definiranih pokazatelja sadašnjim tempom neće omogućiti postizanje glavnog planiranog cilja, a to je da Europa postane prvi klimatski neutralni kontinent do 2050. godine, Europska unija je intenzivirala svoje djelovanje, podigla razina ambicija među sektorima i za svojim članovima postavlja još više zadataka, ali pritom nikada nije osigurao više sredstava za realizaciju planova, znajući da su ulaganja u nove tehnologije za OIE, iz perspektive građana, još uvijek nedostatna i na granici prihvatljivosti za ulaganja od strane investitora, bez dodatnih poticaja kroz financiranje. U isto vrijeme, članice EU-a, kroz provedbu pokazatelja uspješnosti i integriranih klimatskih i energetskeih planova, moraju konačno pokazati u praksi svoj doprinos postizanju europske neutralnosti do 2050. Bez žrtvovanja postojećih standarda kvalitete energije i okoliša, EU to postupno stvara sustavnim promjenama svijesti i ponašanja građana i gospodarstva, kako bi se stekli uvjeti za povećanje energetske učinkovitosti. [26]

OIE spadaju u kategoriju zelene energije, što znači da manje zagađuju okoliš od konvencionalnih izvora električne energije. Proizvodnja električne energije iz OIE ne utječe direktno na zagađenje okoliša, ali nakon isteka roka trajanja, neki sastavni dijelovi tih sustava su problematični za zbrinjavanje jer postaju otpad. Ako se implementiraju veliki solarni sustavi na tlo postoji problem krčenja toga dijela tla, dok je kod energije vjetra problem vjetroparka koji narušava faunu.

Što se tiče utjecaja solarnih elektrana na okoliš, utjecaj koji solarne elektrane imaju na okoliš razvidan je u utjecaju na krajobraz tijekom izgradnje. Tada često dolazi do krčenja mjesta na

kojemu će se buduća elektrana nalaziti. Tada nastaju antropogene plohe koje dovode do trajnih promjena u karakteru krajobraza. Također, tijekom korištenja solarnih elektrana jasno je kako područja na kojem se nalazi elektrana krajobrazno odstupa od ostalih dijelova okolnog područja i važno je da ne utječe na vizualnu preglednost. Tijekom izgradnje postoji i utjecaj na biljni i životinjski svijet određenog područja. Micanjem površinskog pokrova nestaju brojne biljne vrste, a životinjske vrste nestaju ili se dislociraju na druga područja. [25]

Srećom, nakon izgradnje utjecaj solarne elektrane na zrak je nepostojeći jer takve elektrane nemaju nikakve štetne emisije koje ispuštaju u zrak što je iznimno pozitivno. Kada se dođe do pravilnog gospodarenja otpadom važno je da se otpad tijekom izgradnje zbrinjava na ispravan način. Nusprodukti izgradnje mogu se svrstati u grupe otpadnih maziva ulja za motore, različita ambalaža te beton, opeka, crijep, keramika, drvo, metali i ostali komunalni otpad. Za vrijeme radova ne proizvodi se opasan otpad ali se treba voditi računa o organizaciji i zbrinjavanju neopasnog otpada na pravilni način. [25] Za vrijeme eksploatacije nastaje nikakav otpad što je pozitivno, a tijekom održavanja moguća će otpadna hidraulična goriva, maziva ulja, papir, plastika, staklo i ostali komunalni otpad. Ako se redovito i pravilno zbrinjava sav otpad ne postoji mogućnost lošeg utjecaja na okoliš.

Što se tiče vjetroelektrana i njihovog utjecaja na okoliš, neka mjesta s povoljnim vjetrovima nisu pogodna za postavljanje vjetroturbina zbog narušavanja ljepote krajolika, utjecaja buke koju stvara rotacija lopatica na staništa različitih vrsta ptica i ukupan štetan utjecaj na okoliš, iako je manji nego kod konvencionalnih elektrana.

Promjene prilikom izgradnje vidljive su u uklanjaju tla koje se smije poduzeti samo u dopuštenim gabaritima sukladno izdanim dozvolama. Prilikom odvajanja humusnog sloja tla potrebno ga je zaštititi od onečišćenja i po završetku radova upotrijebiti za krajobrazno uređenje prema projektu. Spremnike s gorivom za potrebe gradilišta potrebno je postaviti u prihvatljive posude, a tlo treba zaštititi od onečišćenja tla uljanim tekućinama. Materijal od iskopa se mora koristiti za gradnju ili kasnije sanacije, a na pristupnim putevima trebaju se napraviti poprečni kanali za odvodnju vode kako bi se spriječila erozija tla. Sav iskopni materijal i otpad ne smije se bacati u vrtače i ponore, a građevinske radove potrebno je izvoditi uz ograničenje kretanja mehanizacije kako se ne bi narušila morfologija staništa i kako bi se očuvala vegetacija, naročito autohtona.

Kako bi se sačuvale ptice od nesreća potrebno je vršne dijelove lopatica obojiti crnom ili crvenom bojom kako bi bile uočljivije, a ako se pronađe gnijezdo strogo zaštićenih vrsta mora

se spriječiti svako uznemiravanje ili uništavanje. S time se podrazumijeva da se vjetroelektrane ne grade u parkovima prirode ili rezervatima. Tijekom izgradnje moguće je povećanje buke na određenom području zbog građevinskih strojeva no privremenog je karaktera pa se ne smatra toliko velikim nedostatkom. [25] Nastajanje otpada kao i pri svakoj gradnji moguće je i pojačano. Tijekom gradnje vjetroelektrane nastaju i opasni i neopasni otpad od ostataka materijala te komunalni otpad. Odlaganjem otpada na lokaciji zahvata dolazi do loših utjecaja na tlo i vodu pa je važno postupati prema Zakonu o otpadu. Vjerojatno najveće količine otpada ipak nastaju tijekom održavanja vjetroelektrane jer nastaju velike količine opasnog otpada kao što su otpadna ulja, istrošeni kondenzatori, akumulatori i nauljeni materijali. Otpad je potrebno odvojeno sakupljati kako bi se spriječilo rasipanje, istjecanje i isparavanje. Pozitivno je to što za vrijeme rada vjetroelektrana ne dolazi do emisija ispušnih plinova i krutih čestica kao ni drugi oblici zagađivanja okoliša. Izgradnjom vjetroelektrana umjesto termoelektrana smanjuje se emisija CO<sub>2</sub>. Specifičnost je to da se prostor između stupova može dalje koristiti i obrađivati. [25]

Hidroelektrane se s druge strane, smatraju važnim izvorom energije sa stajališta zaštite okoliša jer ne emitiraju CO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub>, niti bilo koje druge štetne plinove, a nema ni otpada od proizvodnje. Dakle, prednost hidroelektrana jest ta što nema emisije stakleničkih plinova, ne stvaraju se otpadni produkti, a niski su troškovi izgradnje postrojenja. No, iako se iskorištavanjem energije ne stvaraju nikakva zagađenja infrastrukturni objekti su ti koji utječu na okoliš. Veliki problem stvara se presijecanjem prirodnih tokova vode što dovodi do presijecanja ruta kretanja nekih vodenih životinja. Također moguća su poplava naselja, raseljavanje stanovništva, uništavanje flore i faune. Negativno u izgradnji jest i promjena temperature u okolini hidroelektrane te stvaranje uvjeta koji su pogodni za razvoj invazivnih vrsta čime odumiru autohtone vrste ili ih potpuno preuzmu korovi. Slatkovodnim ribama povećava se smrtnost, mijenjaju im se uvjeti i kvaliteta staništa, a onemogućene su im i uzvodnih i nizvodnih migracija što dovodi do prekida životnog ciklusa. [25]

Na posljetku, biomasa se može neograničeno koristiti za proizvodnju električne i toplinske energije te tekućih goriva. Biomasa se izgaranjem pretvara izravno u energiju, proizvodeći pregrijanu paru za grijanje kućanstava i industrije, a fermentacija biomase u alkohol najkorištenija je metoda kemijske pretvorbe biomase.

Važnost i prednosti korištenja biomase kao goriva prepoznala je Europska unija i zbog toga potiču poboljšanje politika vezanih uz biomasu kako bi se povećala primjena biomase u svrhu smanjenja stakleničkih plinova i njihova stabiliziranja.



## 9. Istraživanje

### 9.1. Metodologija istraživanja

Ovaj rad prezentira rezultate istraživanja koje je provedeno početkom srpnja 2024. putem upitnika izrađenog pomoću primarnog alata za prikupljanje podataka Google Forms. Ovo istraživanje je anonimno i ima za cilj istražiti pisanje magistarskih članaka na Sveučilištu Sjever. Ispitanici su upoznati sa svrhom istraživanja te je od njih traženo da točno odgovore na sva pitanja kako bi se podaci mogli jednostavno i točno obraditi.

#### 9.1.1. Cilj istraživanja

U ovome odjeljku važna je procjena svijesti ispitanika o utjecaju obnovljivih izvora energije na šumarstvo i ekonomski rast, kao što glasi i sam naslov ovog rada. Nažalost, iako većina ljudi zna i brine o okolišu i trudi se koristiti obnovljivim izvorima energije, još uvijek postoji i dovoljan broj onih koji nisu dovoljno educirani i tu treba napredak. Zato je cilj ovog upitnika, odnosno ankete bio ne samo prikupiti podatke, već i educirati i informirati ispitanike o važnosti obnovljivih izvora te podići svijest samim korisnicima tih obnovljivih izvora energije. Putem ovog upitnika, koliko je to moguće cilj je bio ispitanike uputiti i ukazati im na važnost ekološki odgovornog ponašanja.

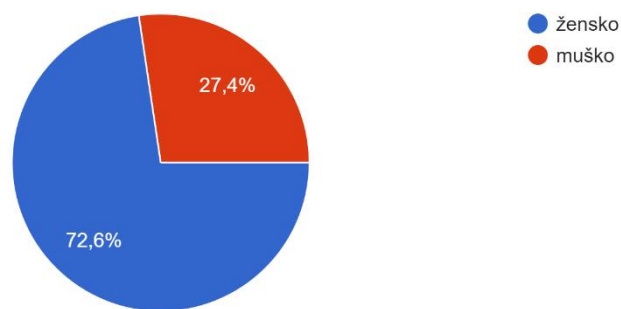
#### 9.1.2. Uzorak istraživanja

Ova anketa sadrži 16 pitanja, a u njezinu ispunjavanju sudjelovalo je 107 ispitanika. Budući da je cilj svakog upitnika prikupiti što veći broj ispitanika, ova anketa je distribuirana i putem društvenih mreža kao što su Facebook, Instagram, WhatsApp, jer mnogi ljudi koriste ova sredstva komunikacije i Gmail. Ovaj način distribucije pokazuje korištenje modela koji se razmatra za specifične skupine korisnika. Na ovaj način prikazana je raznolikost ispitanika, što je omogućilo bolju analizu rezultata.

## 9.2. Rezultati anketnog upitnika

Prvi grafikon odnosi se na spol ispitanika ovog anketnog upitnika. Iz samog grafikona vidljivo je da je anketni upitnik ispunilo 72,6% ženskih osoba, te 27,4% muških ispitanika.

1. Spol ispitanika  
106 odgovora



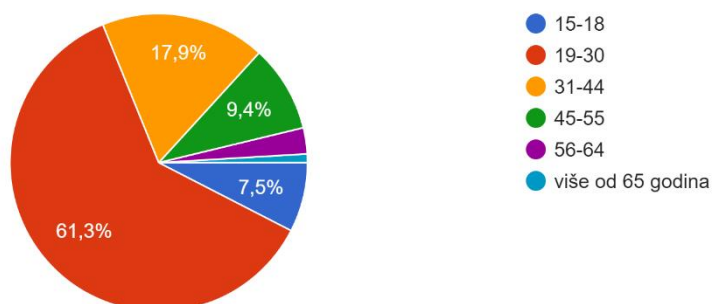
*Grafikon 1. Spol ispitanika*

*Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja*

Drugo anketno pitanje odnosilo se na dob ispitanika. Dobne skupine raspoređene su od 15-18, 19-30, 31-44, 45-55, 56-64 te od 65 na dalje. Najviše ispitanika koji su ispunili ovaj anketni upitnik su ispitanici iz dobne skupine od 19 do 30 godina, u postotku od 61,3%. Zatim, skupina u dobi od 31 do 44 u iznosu od 17,9%, skupina od 45 do 55 u iznosu od 9,4%, skupina od 15 do 18 u iznosu od 7,5%, te skupina od 65 i više u iznosu od 0,9%.

## 2. Dob ispitanika

106 odgovora



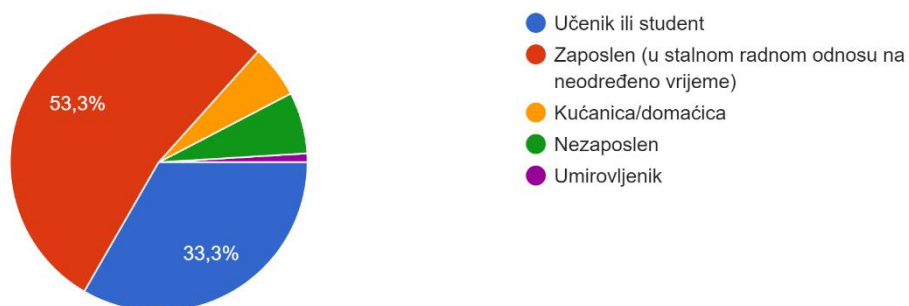
*Grafikon 2. Dob ispitanika*

*Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja*

Treće pitanje odnosi se na zanimanje ispitanika. Dakle, pod opcijom zaposlen u stalnom radnom odnosu na neodređeno vrijeme odgovorilo je 53,3% ispitanika, zatim učenik ili student odgovorilo je 33,3% ispitanika, nadalje kućanica ili domaćica odgovorilo je 5,7%, zatim nezaposlen 6,7% te umirovljenik 1%.

## 3. Zanimanje ispitanika

105 odgovora



*Grafikon 3. Zanimanje zaposlenika*

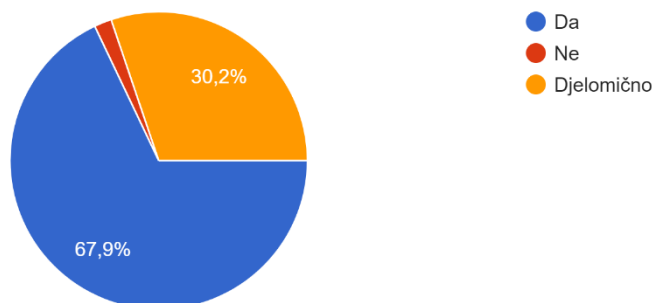
*Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja*

Grafikon broj 4. daje rezultate odgovora ispitanika na pitanje „Znate li što sve spada u obnovljive izvore energije?“ 67,9 % ispitanika odgovorilo je da, 30, 2 % odgovorilo je djelomično te samo 1,9 % odgovorilo je ne.



4. Znete li što sve spada u obnovljive izvore energije ?

106 odgovora



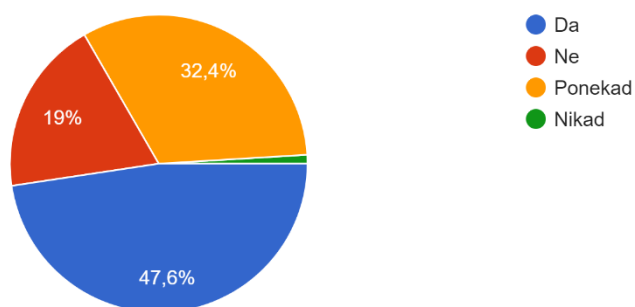
Grafikon 4. Znete li što sve spada u obnovljive izvore energije?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 5. daje rezultate odgovora ispitanika na pitanje „Koristite li u svojem kućanstvu neke od oblika obnovljivih izvora energije“. 47,6% odgovorilo je sa da, 32,4% odgovorilo je s ponekad, 19% odgovorilo je sa ne, te samo 1% odgovorilo je sa odgovorom nikad.

5. Koristite li u svojem kućanstvu neke od oblika obnovljivih izvora energije?

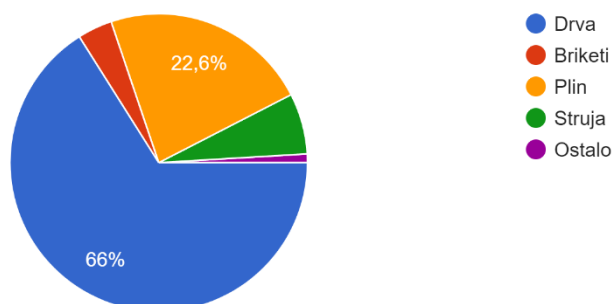
105 odgovora



Grafikon 6. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Koji oblik energije koristite kao ogrjevno sredstvo tokom zimskih perioda?“, Od ponuđenih odgovora, 66% koristi drva kao ogrjevna sredstva, 22,6% koristi plin, 6,6% koristi struju, 3,8% koristi brikete te 0,9% koristi ostala ogrjevna sredstva.

6. Koji oblik energije koristite kao ogrjevno sredstvo tokom zimskih perioda?

106 odgovora



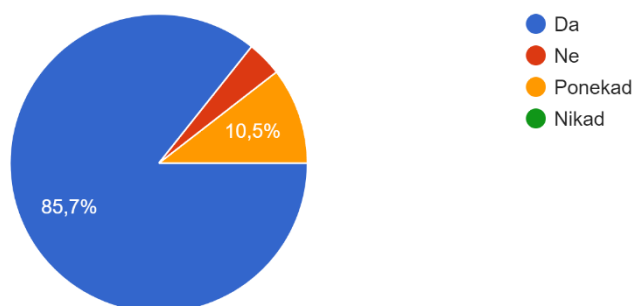
Grafikon 6. Koji oblik energije koristite kao ogrjevno sredstvo tokom zimskih perioda?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 7. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Razvrstavate li otpad?“, 85,7% ispitanika odgovorilo je potvrdno, 10,5% odgovorilo je da otpad razvrstava ponekad, s odgovorom ne odgovorilo je 3,8% ispitanika te 0% s odgovorom nikad.

7. Razvrstavate li otpad?

105 odgovora



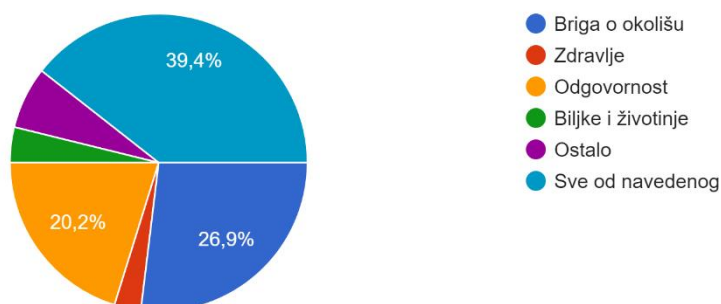
Grafikon 7. Razvrstavate li otpad?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 8. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Ako da, što Vas potiče na to?“ To se pitanje nastavlja na prethodno pitanje vezano za razvrstavanje otpada. Za odgovor „sve od navedenog“ odlučilo se 39,4% ispitanika, za odgovor „briga o okolišu“ odlučilo se 26,9% ispitanika, za odgovor „odgovornost“ odlučilo se 20,2% ispitanika, za odgovor „ostalo,“ odlučilo se 6,7% ispitanika, za odgovor „biljke i životinje,“ odlučilo se 3,8% ispitanika te za odgovor „zdravlje,“ odlučilo se 2,9% ispitanika.

### 8. Ako da, što Vas potiče na to?

104 odgovora



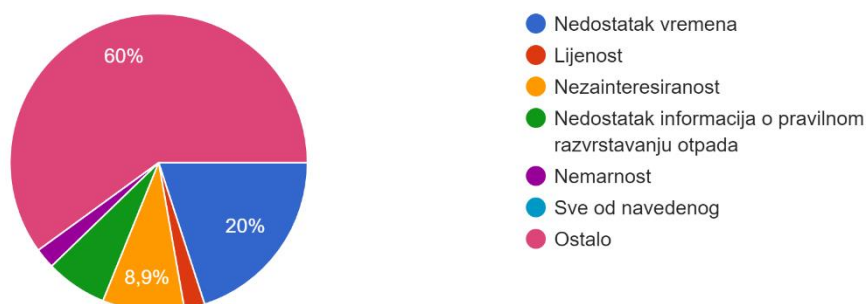
Grafikon 8. Ako da, što Vas potiče na to?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 9. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Ako ne, što Vas sprječava u tome?“, 60% ispitanika izabralo je odgovor „ostalo“, 20% ispitanika izabralo je odgovor „nedostatak vremena“, 8,9% izabralo je odgovor „nezainteresiranost“, 6,7% izabralo je odgovor „nedostatak informacija o pravilnom razvrstavanju otpada“, te za odgovor „lijenost“ 2,2% kao i za odgovor „nemarnost“ 2,2% ispitanika.

### 9. Ako ne, što Vas sprječava u tome?

45 odgovora



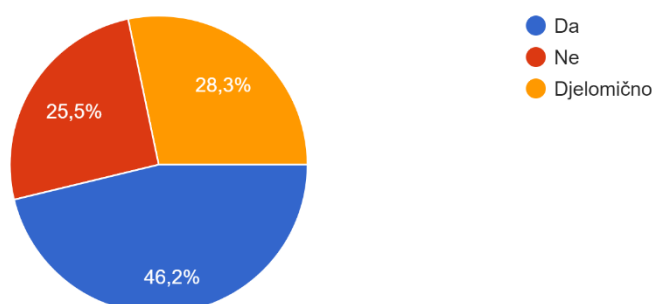
Grafikon 9. Ako ne, što Vas sprječava u tome?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 10. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Jeste li upoznati s pojmom i značenjem drvene biomase?“ Na ovo pitanje 46,2 % ispitanika odgovorilo je s odgovorom „da“, 28,3% ispitanika odgovorilo je sa odgovorom „djelomično“, te 5% sa odgovorom „ne“.

10. Jeste li upoznati sa pojmom i značenjem drvne biomase?

106 odgovora



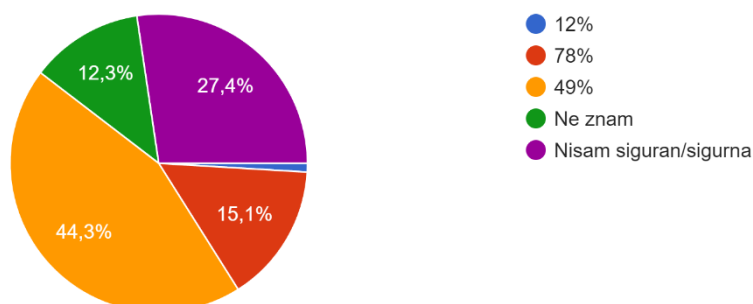
Grafikon 10. Jeste li upoznati sa pojmom i značenjem drvne biomase?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 11. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Koliko kopnene površine zauzimaju šume i šumska zemljišta u RH izražena u postocima?„ Za odgovor od 49% odlučilo se 44,3% ispitanika što je ujedno i jedini točan odgovor i pozitivno je da baš taj odgovor ima najveći postotak, zatim za odgovor „nisam siguran/sigurna“ odlučilo se 27,4%, za odgovor 78% odlučilo se 15,1% ispitanika, za odgovor „ne znam,“ odlučilo se 12,3% ispitanika te za odgovor 12% odlučilo se 0,9% ispitanika.

11. Koliko kopnene površine zauzimaju šume i šumska zemljišta u RH izražena u postocima?

106 odgovora



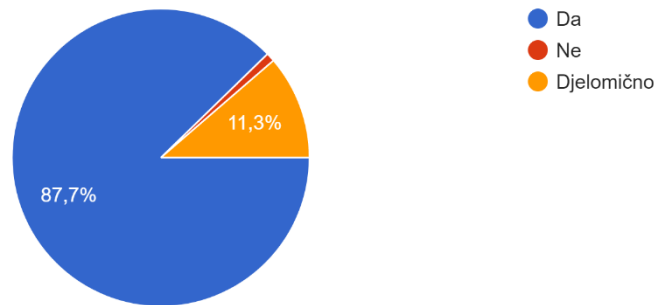
Grafikon 11. Koliko kopnene površine zauzimaju šume i šumske zemljišta u RH izražena u postocima?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 12. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Jeste li upoznati s pojmom i značenjem biootpad?“ 87,7 % ispitanika odgovorilo je sa odgovorom „da“, 11,3% odgovorilo je sa odgovorom „djelomično“, te 0,9% odgovorilo je s odgovorom „ne“.

12. Jeste li upoznati sa pojmom i značenjem biootpad ?

106 odgovora



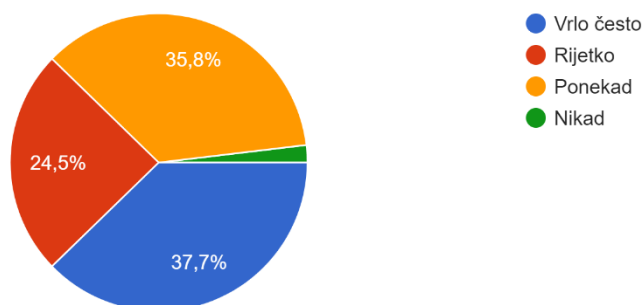
*Grafikon 12. Jeste li upoznati sa pojmom i značenjem biootpad ?*

*Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja*

Grafikon 13. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Koliko često uočavate promocijske poruke vezane uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje?“, Od 106 ispitanika za odgovor „vrlo često“ odlučilo se 37,7%, za odgovor „ponekad“ odlučilo se 35,8% ispitanika, za odgovor „rijetko“ odlučilo se 24,5% ispitanika, te za odgovor „nikad“ odlučilo se 1,9% ispitanika.

13. Koliko često uočavate promocijske poruke vezane uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje?

106 odgovora



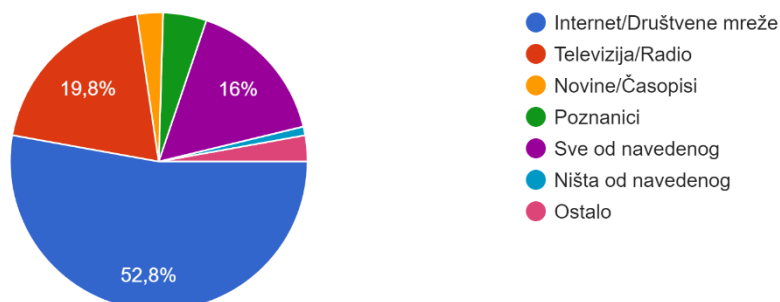
Grafikon 13. Koliko često uočavate promocijske poruke vezane uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje ?

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja

Grafikon 14. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „ Ako ste uočili promocijske poruke vezano uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje, gdje ste ih najčešće uočili?“ Za odgovor „ Internet/društvene mreže“ odlučilo se 52,8% ispitanika, za odgovor „televizija/radio“ odlučilo se 19,8% ispitanika, za odgovor „sve od navedenog“ odlučilo se 16% ispitanika, za odgovor „poznanci“ odlučilo se 4,7% ispitanika, za odgovor „novine/časopis“ odlučilo se 2,8% ispitanika, za odgovor „ostalo“ odlučilo se 2,8% ispitanika te za odgovor „ništa od navedenog“ odlučilo se 0,9% ispitanika.

14. Ako ste uočili promocijske poruke vezano uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje, gdje ste ih najčešće uočili?

106 odgovora



*Grafikon 14. Ako ste uočili promocijske poruke vezano uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje, gdje ste ih najčešće uočili ?*

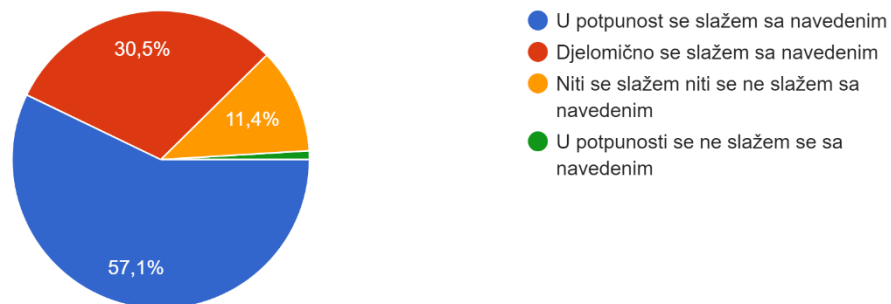
*Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja*

Grafikon 15. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Održivim korištenjem drvene biomase ostvaruju se brojne opće, ekološke, ekonomske i socijalne koristi kao što su: smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u atmosferi, novčana ušteda, stabilna cijena goriva, podrška održivom razvoju, smanjenje količine „iskoristivog“ otpada na deponijima, te poboljšana ocjena energetske efikasnosti objekata.

Temeljem navedenog teksta, od Vas se očekuje Vaše mišljenje iskazano putem jednog od mogućih ponuđenih odgovora. 51,1% ispitanika odlučilo se za odgovor „u potpunosti se slažem sa navedenim“, 30,5% odlučilo se za odgovor „djelomično se slažem s navedenim“, 11,4% odlučilo se za odgovor „niti se slažem, niti se ne slažem sa navedenim“, te 1% odlučilo se za odgovor „u potpunosti se ne slažem s navedenim“.

15. Održivim korištenjem drvene biomase ostvaruju se brojne opće, ekološke, ekonomske i socijalne koristi kao što su: smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u atm...ano putem jednog od mogućih ponuđenih odgovora.

105 odgovora



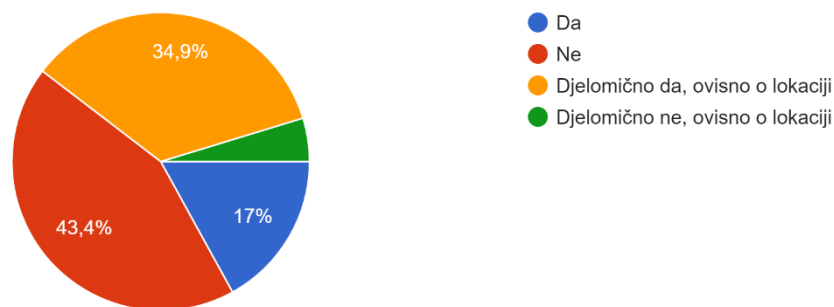
*Grafikon 15. Održivim korištenjem drvene biomase ostvaruju se brojne opće, ekološke, ekonomske i socijalne koristi kao što su: smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u atmosferi, novčana ušteda, stabilna cijena goriva, podrška održivom razvoju, smanjenje količine „iskoristivog“ otpada na deponijima, te poboljšana ocjena energetske efikasnosti objekata?*

*Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja*

Grafikon 16. daje rezultate odgovora ispitanik na pitanje „Jedno stablo može pohraniti prosječno oko 48 kilograma ugljikovog dioksida u jednoj godini" Temeljem ove izjave, smatrate li da se u Hrvatskoj vodi pravilna i dovoljna sječa i sadnja šuma?

U ovom pitanju, 43,4% ispitanika odlučilo se za odgovor „ne“, 34,9% ispitanika odlučilo se za odgovor „djelomično“ da, ovisno o lokaciji“, 17% odlučilo se za odgovor „da“ te 4,7% odlučilo se za odgovor „djelomično ne, ovisno o lokaciji“.

16. "Jedno stablo može pohraniti prosječno oko 48 kilograma ugljikovog dioksida u jednoj godini" Temeljem ove izjave, smatrate li da se u Hrvatskoj vodi pravilna i dovoljna sječa i sadnja šuma?  
106 odgovora



Grafikon 16. „ Jedno stablo može pohraniti prosječno oko 48 kilograma ugljikovog dioksida u jednoj godini“

Izvor: Izrada autorice na temelju provedenog istraživanja



## 10. Zaključak

Izvori energije su brojni i u osnovi se mogu podijeliti u dvije skupine, a to su skupina obnovljivih izvora energije i skupina neobnovljivih izvora energije. Ono što treba naglasiti je da su neobnovljivi izvori energije i dalje prioritet u pogledu načina njihovog skladištenja, da su tehnologije za njihovo korištenje vrlo razvijene te da su ujedno ti energenti trenutno jeftiniji nego rade od obnovljivih izvora energije. Jedan od ekstremno ograničavajućih elemenata je činjenica da kada je riječ o obnovljivim izvorima energije, a oni uglavnom ovise o vremenskim uvjetima. To posebno dolazi do izražaja ljeti, kada suše uzrokuju poteškoće u radu hidroelektrana. Zbog klimatskih promjena otežana je proizvodnja energije sunca i vjetra, koji se u praksi sve više koriste kao čisti izvori energije.

S globalnim porastom temperatura i sve većim gubitkom šuma, postoji strah da će najmoćniji i najučinkovitiji sustav za skladištenje atmosferskog ugljikovog dioksida zakazati i da svjetske šume više neće moći funkcionirati kao najbolje rješenje prirode za borbu protiv klimatskih promjena. Šume igraju ključnu ulogu u naporima za ublažavanje klimatskih promjena uzrokovanih ljudskim utjecajem i korištenjem fosilnih goriva. Nažalost, u posljednje vrijeme dogodili su se katastrofalni požari te uništavanje šuma, čime se dovodi u pitanje normalno funkcioniranje zelenog pokrova Zemlje.

Na kraju, obnovljivi izvori energije moraju biti ekonomski konkurentni. Ekonomska konkurentnost obnovljivih izvora energije još je daleko, osim ako odjednom ne počnu pritecati značajna sredstva u taj sektor.

## 11. LITERATURA

1. <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-are-different-types-renewable-energy>, dostupno 14.07.2024.
2. <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>, dostupno 14.07.2024.
3. <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/forest-biomass>, dostupno 16.07.2024.
4. <https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/activities/forestbioeconomy/>, dostupno 16.07.2024.
5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452223620300821>, dostupno 21.07.2024.
6. <https://tehnika.lzmk.hr/drvna-biomasa/>, dostupno 21.07.2024.
7. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352680500316391>, dostupno 23.07.2024.
8. <https://www.forestprotection.com/bs/bilgiler/surdurulebilir-ormancilik-nedir/>, dostupno 24.07.2024.
9. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07352680500316391>, dostupno 26.07.2024.
10. <https://www.forestrycorporation.com.au/sustainability/carbon-and-forests>, dostupno 28.07.2024.
11. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/ugljikov-dioksid>, dostupno 28.07.2024.
12. Domac, J., Postupci procjene energetskih, gospodarskih i socijalnih učinaka uporabe biomase u energetsom sustavu, Disertacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva Zagreb, 2004.
13. <https://www.sumins.hr/wp-content/uploads/2017/08/Prirucnik.Biomasa-hrv.pdf>
14. Cvitaš T., Priroda, 2000.
15. Matić, S., Sadašnje stanje i povijesni razvoj uzgajanja šuma u šumarskoj praksi i znanosti Hrvatske. Šumarski list 5–6 (CX), 307- 312, Zagreb, 1986., dostupno 02.08.2024.
16. Utjecaj vjetroelektrana na okoliš, objava: 14.2.2014. [www.zelenipartner.eu](http://www.zelenipartner.eu)
17. Ryan V. Advantages and disadvantages of hydropower, <http://www.technologystudent.com/energy1/hydr2.htm>, dostupno 08.08.2024.
18. Domac J., BIOEN – Program korištenja energije biomase i otpada“, AZP – Grafis Samobor, Zagreb, 2001. ISBN 953-6474-30-1
19. [https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/Zavod/Publikacije/EIZG StrPodloga Gospodars tvo.pdf](https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/Zavod/Publikacije/EIZG_StrPodloga_Gospodars tvo.pdf), dostupno 12.08.2024.

20. Ivanović, M. - Renewable Energy Sources in the Regions Embracing Corridor Vc / 3rd Internat.Symposium Corridor Vc as Euro-Regional Connection on the Traffic Rout Baltic Sea – Central Europe - Adriatic Sea / Ekonomski fakultet, Osijek, 2006. ISBN 978-953-253-025-4
21. <https://repository.fhm.uniri.hr/islandora/object/fhm%3A2746/datastream/FILE0/view>, dostupno 16.08.2024.
22. <http://web.efzg.hr/repec/Chapters/chapter18-16.pdf>, dostupno 21.08.2024.
23. [https://www.odraz.hr/wp-content/uploads/2020/10/odrzivi\\_razvoj.pdf](https://www.odraz.hr/wp-content/uploads/2020/10/odrzivi_razvoj.pdf), dostupno 23.08.2024.
24. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934123001673>, dostupno 28.08.2024.
25. [https://www.researchgate.net/publication/308700030\\_Carbon\\_Storage\\_and\\_Bioenergy\\_using\\_forest\\_for\\_carbon\\_mitigation](https://www.researchgate.net/publication/308700030_Carbon_Storage_and_Bioenergy_using_forest_for_carbon_mitigation), dostupno 28.08.2024.

## 12. Popis slika

Slika 1. Drvna biomasa .....	8
Slika 2. Drvni peleti .....	13
Slika 3. Drvna sječka .....	14
Slika 4. Cjepanice .....	15
Slika 5. Briketi .....	15
Slika 6. Kopnena površina RH u postocima .....	16
Slika 7. Vjetroelektrane za proizvodnju električne energije .....	23
Slika 8. Shema djelovanja solarne elektrane .....	25
Slika 9. Shema hidroelektrane .....	26
Slika 10. Biootpad kao obnovljivi izvor energije .....	28

## 13. Popis grafikona

Grafikon 1. Spol ispitanika .....	39
Grafikon 2. Dob ispitanika .....	39
Grafikon 3. Zanimanje ispitanika .....	40
Grafikon 4. Zna li što sve spada u obnovljive izvore energije? .....	40
Grafikon 5. Koristite li u svojem kućanstvu neke od oblika obnovljivih izvora energije?.....	41
Grafikon 6. Koji oblik energije koristite kao ogrjevno sredstvo tokom zimskih perioda? .....	41
Grafikon 7. Razvrstavate li otpad? .....	42
Grafikon 8. Ako da, što Vas potiče na to? .....	42
Grafikon 9. Ako ne, što Vas sprječava u tome? .....	43
Grafikon 10. Jeste li upoznati sa pojmom i značenjem drvene biomase? .....	43
Grafikon 11. Koliko kopnene površine zauzimaju šume i šumska zemljišta u RH izražena u postocima? .....	44
Grafikon 12. Jeste li upoznati sa pojmom i značenjem biootpad? .....	44
Grafikon 13. Koliko često uočavate promocijske poruke vezane uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje? .....	45
Grafikon 14. Ako ste uočili promocijske poruke vezano uz zaštitu okoliša, šumarstvo, obnovljive izvore energije te recikliranje, gdje ste ih najčešće uočili? .....	46

Grafikon 15. Održivim korištenjem drvne biomase ostvaruju se brojne opće, ekološke, ekonomske i socijalne koristi kao što su:

smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u atmosferi, novčana ušteda, stabilna cijena goriva, podrška održivom razvoju, smanjenje količine „iskoristivog“ otpada na deponijima, te poboljšana ocjena energetske efikasnosti objekata. .... 47

Grafikon 16. "Jedno stablo može pohraniti prosječno oko 48 kilograma ugljikovog dioksida u jednoj godini" ..... 47



### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, LANA STOJIC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom UTJECAJ ODNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA SUSTAV (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

## Diplomski rad ARZO Lana Stojić.docx

---

### ORIGINALITY REPORT

---

<b>19%</b> SIMILARITY INDEX	<b>17%</b> INTERNET SOURCES	<b>1%</b> PUBLICATIONS	<b>7%</b> STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------