



Analiza zbrinjavanja drvne mase pajasena (*Ailanthus altissima*) u sklopu projekta „LIFE CONTRA *Ailanthus*“

Završna inačica



Naručitelj	Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Radnička cesta 80, 10 000 Zagreb
Kontakt osoba	Zlatko Šnur, Služba za provedbu postupaka nabave i ugovaranje zlatko.snur@mzozt.hr
Oznaka ugovora	Naručitelj: N-2024-00834 EIHP: NAR-2024-220005-13/1

Analiza zbrinjavanja drvene mase pajasena (Ailanthus altissima) u sklopu projekta „LIFE CONTRA Ailanthus“

Završna inačica

Voditelj studije	Dr.sc. Igor Stankić, dipl.ing.šum.
Autori	Dr.sc. Igor Stankić, dipl.ing.šum. Mr.sc. Vedran Krstulović, dipl.ing.stroj. Dr.sc. Mihaela Grubišić Šeba, dipl.oec. Mara Szuts Krešić, mag.ing.prosp.arch.
Ravnatelj	Dražen Jakšić, dipl.ing.el.
Oznaka studije	STU-2025-220005-18/1

Autorska prava i vlasništvo podataka

Naručitelj stječe isključivo pravo iskorištavanja Studije, što posebice podrazumijeva stjecanje autorskih imovinskih prava. EIHP zadržava pravo korištenja Studije osim prava daljnje distribucije ili prava priopćavanja javnosti, za što je potrebno odobrenje Naručitelja.

Svi podaci koje Naručitelj dostavi za potrebe izrade Studije njegovo su vlasništvo. EIHP zadržava pravo korištenja dobivenih dokumenata i podataka u svrhu izrade Studije u skladu s odredbama Ugovora, ali ih nije ovlašten koristiti u druge svrhe, objavu ili prosljeđivanje, bez prethodne pisane suglasnosti Naručitelja.

Razina dostupnosti

4 - Javno dostupno

Isključenje od odgovornosti

EIHP nije odgovoran za korištenje i primjenu rezultata iznijetih u ovoj Studiji. Odgovornost za navedeno je u potpunosti na Naručitelju.

Povijest izrade

Broj	Datum	Opis	Odobrio
1	28.03.2025	1. inačica	Matija Vajdić
2	16.04.2025	Završna inačica	Dražen Jakšić

Sadržaj

Popis kratica.....	III
Popis tablica.....	IV
Popis slika.....	V
1 Sažetak - O projektnom zadatku.....	7
2 Uvod.....	9
3 Lokacija.....	13
3.1 Opis područja analize.....	13
3.2 Prostorni planovi.....	16
3.2.1 Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije.....	16
3.2.2 Prostorni plan uređenja Općine Ston.....	25
3.3 Okoliš.....	30
3.4 Infrastruktura i uređenost lokacije.....	34
3.5 Prijedlog lokacija postrojenja.....	35
4 Procjena raspoloživih sirovina.....	37
4.1 Metode procjena biomase.....	37
4.1.1 Terenska mjerenja.....	37
4.1.2 Satelitske snimke.....	37
4.1.3 LiDAR tehnologija.....	38
4.1.4 Kombinirani pristupi.....	38
4.2 Procjena raspoloživih količina sirovina.....	39
4.2.1 Pajasen.....	39
4.2.2 Ostale sirovine.....	42
4.3 Kapaciteti za sječu i pridobivanje sirovine.....	43
4.4 Prerada prikupljene biomase.....	44
5 Proizvodnja peleta od drvne mase pajasena i drugih ostataka.....	46
5.1 Pajasen kao sirovina za pelete.....	46
5.2 Koštice maslina kao dodatna sirovina za pelete.....	47
5.3 Karakteristike proizvodnje peleta kombiniranjem sirovina.....	48
5.4 Opis procesa i postrojenja za peletiranje.....	50

6	Poslovni plan proizvodnje peleta.....	55
6.1	Analiza tržišta i potencijalnih kupaca	55
6.2	Investicijski troškovi (oprema, infrastruktura, logistika).....	56
6.3	Operativni troškovi (sirovine, energija, radna snaga).....	57
6.4	Financijska analiza (povrat investicije, profitabilnost)	57
6.5	Strategija marketinga i prodaje	58
7	SWOT analiza.....	59
8	Zaključak i preporuke.....	61
	Popis literature.....	63

Popis kratica

Jl (dio) Pelješca	Jugoistočni (dio) Pelješca
DNŽ	Dubrovačko-neretvanska županija
PP DNŽ	Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije
PPUO XY	Prostorni plan Općine XY
ESA	Europska svemirska agencija
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
SCP	Semi-automatic classification plugin (dodatak za QGIS)
LIDAR	Light Detection and Ranging

Popis tablica

Tablica 3-1 Građevine u sustavu gospodarenja otpadom na području Dubrovačko-neretvanske županije.....	17
Tablica 5-1 Usporedba značajki peleta obzirom na omjer smjese sirovina u agropeletima.....	49
Tablica 6-1 Proizvodi dostupni na tržištu.....	55
Tablica 6-2 Predviđeni investicijski troškovi, u EUR.....	56
Tablica 6-3 Godišnji operativni troškovi, u EUR.....	57
Tablica 6-4 Izračun financijske isplativosti u EUR.....	58

Popis slika

Slika 2-1 Pajasen (<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle). Izvor: https://lifeailanthus.hr/o-pajasenu/	9
Slika 2-2 Pajasen (<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle). Izvor: https://lifeailanthus.hr/o-pajasenu/	11
Slika 3-1 Projektno područje JI Pelješac (svijetlo smeđe obojenje) i naselja Ston i Mali Ston (tamno smeđe obojenje; aktivnost C3.2); lokaliteti uklanjanja (crveno obojenje; aktivnost C2); 6220* Eumediteranski travnjaci Thero-Brachypodietea (zeleno obojenje), izvor: „Radni protokol uklanjanja pajasena u sklopu projekta Life contra <i>Ailanthus</i> “, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb 2022.	13
Slika 3-2 Karta projektnih područja " LIFE CONTRA <i>Ailanthus</i> – Uspostava kontrole invazivne strane vrste <i>Ailanthus altissima</i> (pajasen) u Hrvatskoj“, na kojoj je vidljivo i područje JI Pelješca – Natura 2000 područje ekološke mreže HR2001364 JI dio Pelješca, izvor: https://lifeailanthus.hr/	14
Slika 3-3 Naselje Žuljana na Pelješcu, blizu istočnog ruba područja obuhvata studije. Izvor: https://lifeailanthus.hr/	14
Slika 3-4 Uvala Vučine na Pelješcu, ujedno i prirodni rezervat, smještena nekoliko stotina metara od Žuljane. Izvor: https://lifeailanthus.hr/	15
Slika 3-5 Administrativne granice Općine Ston (područje analize) označene crvenom	15
Slika 3-6 Područje analize na Kartografskom prikazu 1. Korištenje i namjena prostora PP DNŽ	22
Slika 3-7 Područje analize na Kartografskom prikazu 2.4 i 2.5. Infrastrukturni sustavi, vodnogospodarski sustavi, obrada, skladištenje i odlaganje otpada PP DNŽ	23
Slika 3-8 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.1.1. Uvjeti korištenja, uređenja i zaštite prostora – Područja posebnih uvjeta korištenja – Prirodna baština PP DNŽ	23
Slika 3-9 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.1.2. Uvjeti korištenja, uređenja i zaštite prostora – Područja posebnih uvjeta korištenja – Kulturna baština PP DNŽ	24
Slika 3-10 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.2.2. Uvjeti korištenja, uređenja i zaštite prostora – Područja posebnih ograničenja u korištenju - ostalo PP DNŽ.....	24
Slika 3-11 Područje analize na Kartografskom prikazu 1. Korištenje i namjena površina PPUO Ston	26
Slika 3-12 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.1.b Područje posebnih uvjeta korištenja - prirodna baština PPUO Ston.....	27
Slika 3-13 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.1.a Područja posebnih uvjeta korištenja - Kulturna baština PPUO Ston	27
Slika 3-14 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.2.a. Područje posebnih ograničenja u korištenju – Krajobraz PPUO Ston.....	28
Slika 3-15 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.2.b. Područje posebnih ograničenja u	

korištenju – Tlo, vode i more	29
Slika 3-16 Staništa unutar područja analize (JI dio Pelješca)	30
Slika 3-17 Odsjeci državnih šuma unutar područja analize (JI dio Pelješca).....	31
Slika 3-18 Odsjeci privatnih šuma unutar područja analize (JI dio Pelješca).....	31
Slika 3-19 Zaštićena područja unutar područja analize (JI dio Pelješca).....	32
Slika 3-20 Područja Ekološke mreže Natura 2000 unutar područja analize (JI dio Pelješca)	33
Slika 3-21 Prometnice unutar područja analize (JI dio Pelješca).....	34
Slika 3-22 Kartografski prikaz 2.1. Promet PPUO Ston	35
Slika 3-23 Potencijalna područja za smještaj postrojenja na topografskoj podlozi	36
Slika 4-1 Multispektralna snimka istraživanog područja	40
Slika 4-2 Procjena količina drvene zalihe i etata pajasena za projektno područje JI dijela otoka Pelješca	42
Slika 5-1 Mlinovi čekičari	50
Slika 5-2 Pužni transporter.....	51
Slika 5-3 Sušila	51
Slika 5-4 Preše za peletiranje	52
Slika 5-5 Proces u preši za proizvodnju peleta.....	52
Slika 5-6 Protustrujni hladnjak.....	53
Slika 5-7 Pakirnica.....	53
Slika 5-8 Shema stacionarnog postrojenja za proizvodnju peleta.....	53
Slika 5-9 Shema manjeg/ jednostavnijeg postrojenja za proizvodnju peleta	54
Slika 5-10 Mobilne jedinice za peletiranje manjih kapaciteta	54
Slika 5-11 Mobilna jedinica za peletiranje s traktorskim pogonom	54

1 Sažetak - O projektom zadatku

Predmet nabave je izrada Analize zbrinjavanja drvene mase pajasena (*Ailanthus altissima*) u sklopu projekta „LIFE CONTRA Ailanthus“.

1. UVOD

Projekt „LIFE CONTRA Ailanthus - Uspostava kontrole invazivne strane vrste *Ailanthus altissima* (pajasen) u Hrvatskoj“ financira se iz LIFE programa. Projektom je planirano uklanjanje jedne od najinvazivnijih biljnih vrsta u Europi, pajasena, u mediteranskoj regiji Hrvatske: u dva područja ekološke mreže (HR2000918 Šire područje NP Krka i HR2001364 JI Dio Pelješca) te u gradovima s povijesnom jezgrom (Ston, Mali Ston i Dubrovnik). Glavni očekivani rezultati su poboljšanje statusa očuvanja Natura 2000 stanišnih tipova, očuvanje kulturne baštine, sprječavanje daljnjeg širenja invazivne strane vrste i razvoj nacionalnog protokola. Dodatni ciljevi su poboljšati kapacitete za upravljanje invazivnim vrstama i podići svijest javnosti o negativnom utjecaju invazivnih vrsta na nacionalnoj razini.

Planirane su aktivnosti uklanjanja pajasena, sprječavanja njegovog daljnjeg širenja, redovito praćenje te uspostava nacionalnog protokola i proširenje trenutnog zakonodavnog okvira. Unutar projektnih područja za aktivnosti su odabrana staništa koja su najozbiljnije ugrožena pajasenom, a koja su važna za zaštitu prirode na nacionalnoj razini i na razini Europske Unije. Također, unutar projekta razvit će se i testirati alternativni, ekološki siguran protokol iskorjenjivanja pajasena.

1.1. OČEKIVANI REZULTATI PROJEKTA LIFE CONTRA AILANTHUS

- Poboljšanje statusa očuvanja za ciljane i prioritetne stanišne tipove u četiri područja ekološke mreže: HR2000918 Šire područje NP Krka, HR1000026 Krka i okolni plato, HR1000036 Srednjedalmatinski otoci i Pelješac i HR2001364 JI dio Pelješca
- Smanjenje daljnjeg unosa i širenja pajasena unutar projektnih područja
- Očuvanje kulturne baštine
- Povećanje kapaciteta za kontrolu invazivnih stranih vrsta
- Uspostavljanje nacionalnog protokola i zakonodavstva
- Uspostavljanje sustava za rano otkrivanje i brzi odgovor za kontrolu invazivnih stranih vrsta
- Povećana svijest i znanje građana Hrvatske o invazivnom stablu pajasen i o invazivnim stranim vrstama.

Više o projektu može se pronaći na službenoj stranici projekta <https://lifeailanthus.hr/>

2. OPIS ZADATKA

Potrebno je izraditi analizu zbrinjavanja drvene mase koja ostaje nakon uklanjanja stabla pajasena na JI dijelu poluotoka Pelješca, koja treba sadržavati i poslovni plan.

U sklopu projekta razmatran je prijedlog usitnjavanje drvene mase pajasena koja ostaje nakon

uklanjanja na projektnom području JI dijelu poluotoka Pelješca te korištenje te drvene mase za proizvodnju peleta, a kako bi se izbjeglo spaljivanje i time smanjile emisije CO₂.

Potrebno je analizirati izvodljivost tog prijedloga i izraditi poslovni plan.

Prema najnovijem Standardu o vrsti *Ailanthus altissima* objavljenom u EPPO Biltenu (službenoj publikaciji Europske i Mediteranske organizacije za zaštitu bilja), sigurno uklanjanje drvene mase koja ostaje nakon uklanjanja pajasena, odobrava spaljivanje. Međutim, ovo je manje idealno rješenje za dugoročno razdoblje zbog troškova transporta iz udaljenijih projektnih područja (JI dijela poluotoka Pelješca) i emisija CO₂ povezanih s tim transportom.

Usitnjavanje drvene mase pajasena i korištenje za proizvodnju peleta moglo bi biti alternativno rješenje. U tom slučaju, pajasen bi se vjerojatno morao miješati s materijalima veće kalorijske vrijednosti zbog svoje relativno niske kalorijske vrijednosti. Jedna od opcija mogla bi biti zeleni poljoprivredni otpad iz maslinika i vinograda, ostaci maslina i grožđa nakon procesa prešanja.

Potencijalni dionici za ovu inicijativu su savjetodavne službe u poljoprivredi i poljoprivredne organizacije. Upravljanje zelenim otpadom općenito je problematično u cijeloj Dubrovačko-neretvanskoj županiji, koja nema kompostanu ili neka druga rješenja. Najbliža tvrtka za proizvodnju peleta projektom obuhvaćenom području nalazi se u gradu Udbini, što je preko 350 km udaljeno od područja projekta u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (što bi opet predstavljalo značajan trošak transporta). Stoga je, kao potencijalno najperspektivnije rješenje, razmatrana uspostava procesa proizvodnje peleta lokalno.

To rješenje bi minimalno zahtijevalo kupnju stroja za peletiranje, pronalazak prostora za sušenje (jer svježije rezano drvo, nakon usitnjavanja, ima preveliki udio vlage za proizvodnju peleta), testiranje kalorijske vrijednosti konačnih peleta i pronalazak osobe ili tvrtke zainteresirane za upravljanje ovim procesom, poput poljoprivredne savjetodavne službe na Pelješcu ili lokalne poljoprivredne organizacije (LAG).

Ovaj prijedlog potrebno je analizirati, utvrditi izvodljivost i razraditi poslovni plan.

U sklopu izvršenja ove usluge, potrebno je sagledati i analizirati navedenu opciju i za nju izraditi i poslovni plan, ali je izvršitelj slobodan razmotriti i neka druga rješenja te ih u dogovoru s naručiteljem razraditi.

Rezultat ove aktivnosti je izlazna strategija koju će naručitelj primijeniti kao dio aktivnosti nakon završetka projekta, doprinoseći održanju rezultata projekta te će to pomoći repliciranju i prijenosu ishoda projekta u druge regije.

3. NAČIN I UVJETI IZVRŠENJA UGOVORA/NARUDŽBENICE

Sva komunikacija između naručitelja i izvršitelja odvijat će se na hrvatskom jeziku.

Naručitelj će izvršitelju dostaviti sve potrebne podatke koje posjeduje.

Nakon završetka usluge, odabrani ponuditelj dužan je naručitelju dostaviti isporučevinu tj. Analizu s poslovnim planom.

Naručitelj će nakon odobrenja dostavljene isporučevine izdati potvrdu o urednom izvršenju usluge.

2 Uvod

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, hrv. „nebesko drvo“ ili „nebesko stablo“ ili pajasen je listopadno stablo porijeklom iz istočne Kine i sjevernog Vijetnama. Počevši od 18. stoljeća pajasen se sadi širom svijeta. Zbog atraktivnog izgleda, brzog rasta, otpornosti na biljojede i prilagodljivosti okolišnim uvjetima, korišten je u hortikulturi, obnavljanju staništa, za kontrolu erozije tla te u medicinskoj i kemijskoj industriji.

Ailanthus. altissima ima graciozno zakrivljene grane, obično samo 6-10 m visoke, ali ponekad narastu i do 30 m visine. Kora je glatka sa blijedim prugama. Listovi do 90 cm dugi, perasto složeni, dlakavi ili gotovo goli, donji pera imaju tup zub blizu baze zajedno s velikom žljezdom, listići do 25, jajasto-šiljasti, obično s 1-3 para žljezdanih zubaca blizu baze, inače cijeli. Cvjetovi su jednospolni, mali i žuti, u velikim metlicama; muški cvjetovi neugodnog mirisa. Sjemenke su sadržane unutar jednostaničnih, jednosjemenih, duguljastih, tankih, spiralno uvijenih samara, 3 x 0,8 cm i svijetlocrvenkastosmeđe boje. Sjemenke nemaju endosperm. U kg ima oko 7000 sjemenki.

Prema stranici CABI Digital Library, rod *Ailanthus* obuhvaća oko 10 vrsta, koje se prirodno pojavljuju u Aziji i sjevernoj Oceaniji. *A. altissima* ime je 1916. godine dao Swingle.



Slika 2-1 Pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Izvor: <https://lifeailanthus.hr/o-pajasenu/>

Biljka je podrijetlom iz Kine, nisko je do srednje veliko listopadno drvo cijenjeno uglavnom zbog drva, hladovine i sadnje za urbane sadržaje. Otporan je na sušu, loša tla i onečišćenje pa se može uzgajati u nepovoljnim urbanim područjima, iako se u SAD-u smatra potencijalnim korovom (Shah, 1997.). To je agresivna pionirska vrsta, karakterizirana brzim rastom mladih i plodnom proizvodnjom sjemena te ima vrlo visoku sposobnost izdanaka nakon što se uspostavi. Za proizvodnju dobrih stabala s jednom stabljikom potrebna su mu dobro prozračena i vlažna tla.

Ailanthus altissima nalazi se u umjerenoj do suptropskoj klimi, ali ne uspijeva u područjima s jakim monsunskim kišama jer sadnice nestaju. U zonama neposredno ispod planinskih predjela nalazi se u područjima s godišnjom količinom oborina od 500-700 mm. U umjerenom pojasu Himalaja raste između 1500 i 1800 m nadmorske visine. Najbolje raste na rahlim i poroznim tlima, ali može rasti na različitim tlima od pjeskovitih ili glinastih ilovača do vapnenačkih suhih i plitkih tala. Može podnijeti čak i neplodna stjenovita brda, ako je oborina >750 mm godišnje (Zheng, 1978, 1988).

Po pitanju invazivnosti, iznimna plodnost, lako klijanje, prilagodljivost neplodnim mjestima i brza stopa rasta čine *A. altissima* štetnim korovom u mnogim zemljama u koje je unesena (Feret, 1985.; Shah, 1997.). U SAD-u je proglašena invazivnom na Havajima (Botanički odjel Sveučilišta Hawaii, 1998.) i nekoliko južnih država, a prati se u još 13 država (Miller i sur., 2003.). Međutim, Invaders Database System (Rice, 2002.) izvješćuje da nije štetan u pet sjeverozapadnih država i da nije uvršten na američki savezni popis štetnih korova. U Australiji je *A. altissima* navedena kao štetni korov s različitim razinama kontrole među državama (Anon., 1998.). U Victoriji je proglašen regionalno kontroliranim korovom prema Zakonu o zaštiti sliva i zemljišta iz 1994. (CaLP Act), korovom kategorije W2/W3 prema Zakonu o štetnim korovima iz 1993. (NWA) u Novom Južnom Walesu, u Zapadnoj Australiji je zabranjen dok se ne ocijeni, a proglašen je korovom u drugim državama i teritorijima (Anon., 1998.). U Južnoafričkoj Republici to je korov kategorije 3 prema Zakonu o očuvanju poljoprivrednih resursa iz 1983., pa su vlasnici zemljišta odgovorni za smanjenje njegovog širenja i zabranjen je u blizini vodotoka.



Slika 2-2 Pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Izvor: <https://lifeailanthus.hr/o-pajasenu/>

Unatoč invazivnosti, *Ailanthus altissima* uglavnom je cijenjena zbog sjene, zaštitnog pojasa i kontrole erozije, osobito u gradovima gdje je tlo loše, a atmosfera zadirana. Također je korišten u melioraciji odlagališta otpada (Lee et al., 1997). Drvo je svijetlo i mekano sa žućkasto-bijelom bjelikom i žućkasto-smeđom sredinom. Lako se suši i obrađuje, a drvo je donekle otporno na truljenje. U Indiji se drvo smatra pokvarljivim i podložnim bojenju. Pogodan je za građevinarstvo, ambalažu, namještaj, papirnu pulpu, industriju vlakana i za drvo šibica. U Indiji se smatra drvom šibica loše kvalitete. Koristi se za proizvodnju ogrjevnog drva i drvenog ugljena u nekoliko zemalja. Lišće se može koristiti kao stočna hrana za svilene bube. Korijen se može koristiti za liječenje epilepsije i astme. Sjemenke su izvor masnog ulja i bjelančevina; ulje je gorko, ali se može koristiti nakon rafiniranja (Zheng, 1978 ; IWS, 1982 ; Chen i sur., 1992). Korijenje i lišće sadrže alelopatske i herbicidne spojeve (Heisey, 1990. , 1997.; Lin i sur., 1995.).

Proizvodnja agropelleta iz invazivnih biljnih vrsta može imati određene prednosti, poput iskorištavanja nepoželjnih biljaka i smanjenja troškova sirovina, ali nosi i značajne rizike. Pojavljuju se potencijalni problemi iskorištavanja. Širenje invazivnih vrsta, u ovom slučaju pajasena zbog kontaminacije okoliša sjemenom. Neadekvatna toplinska obrada može dovesti

do njihovog širenja kroz pelete ili tijekom procesa proizvodnje. Nepotpuno uništavanje korijena i izdanaka može dovesti do povećanja brojnosti vrste. U ekološke rizike spada narušavanje prirodnih staništa. Masovno iskorištavanje invazivnih vrsta može inicijalno poremetiti lokalne ekosustave, čak i ako su te vrste štetne, odnosno ako se uklanjanje provodi bez , može doći do naglih promjena u okolišu. Invazivne vrste često imaju različite sadržaje vlage, celuloze i lignina, što može utjecati na kvalitetu peleta (npr. kaloričnu vrijednost, pepeo). U slučaju proizvodnje peleta koji imaju velik udio pepela dolazi do smanjenja kvalitete i energetske učinkovitosti . Veći su troškovi prerade zbog specifičnih svojstava, prerada invazivnih vrsta može zahtijevati dodatne postupke (sušenje, mljevenje). Invazivne vrste su teško dostupne u dovoljnim količinama tijekom godine što utječe na nestabilnu količinu opskrbe sirovinama. Nestabilna opskrba sirovinama: Invazivne vrste mogu biti teško dostupne u dovoljnim količinama tijekom godine, pa je zato potrebno nadomjestiti sirovinsku bazu s drugim kulturama odnosno bio-otpadom.

3 Lokacija

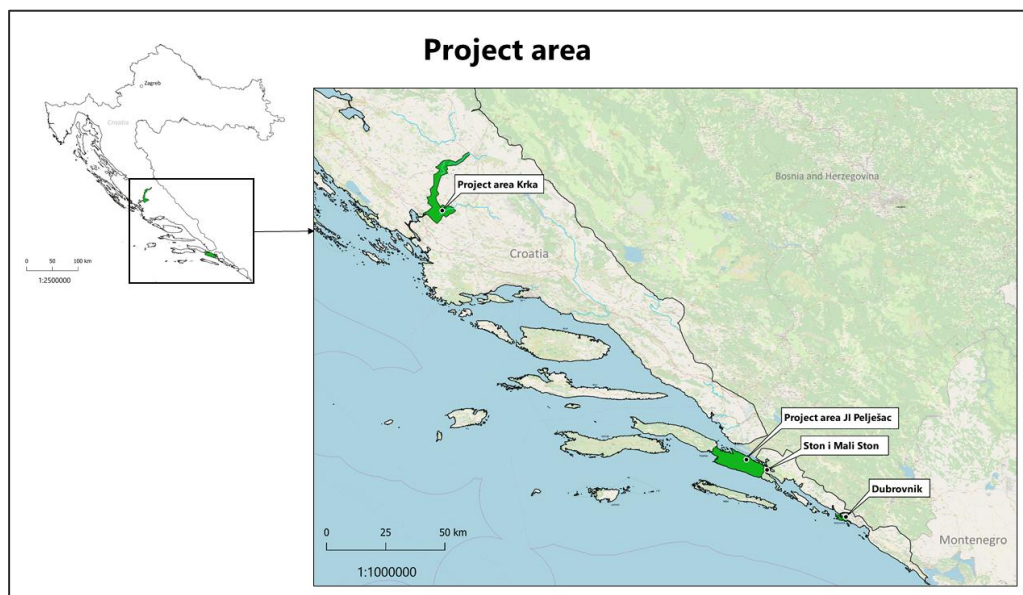
3.1 Opis područja analize

Prema „Radni protokol uklanjanja pajasena u sklopu projekta Life contra Ailanthus“, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb 2022., projektno područje je JI dio Pelješca, što uključuje naselja Ston i Mali Ston;



Slika 3-1 Projektno područje JI Pelješac (svijetlo smeđe obojenje) i naselja Ston i Mali Ston (tamno smeđe obojenje; aktivnost C3.2); lokaliteti uklanjanja (crveno obojenje; aktivnost C2); 6220* Eumediteranski travnjaci Thero-Brachypodietea (zeleno obojenje), izvor: „Radni protokol uklanjanja pajasena u sklopu projekta Life contra Ailanthus“, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb 2022.

Prema stranici European Environment Agency, projektno područje HR2001364 JI dio Pelješca se nalazi u Jadranskoj Hrvatskoj, u mediteranskoj biogeografskoj regiji, sa površinom od 141 km². U ovom području su zaštićene 3 vrste prema Direktivi, te 6 tipova staništa prema Direktivi o staništima; dinarski voluhar (*Dinaromys bogdanovi*), pjegava crvenkrpica (*Elaphe situla*) i obična čančara (*Testudo hermanni Gmelin*), te staništa 1240 – Površine stjenovitih obala pod halofitima, 5210 – Mediteranske makije u kojima dominiraju borovice *Juniperus spp.*, 6220, 9320 – Šume divlje masline i rogača (*Olea* i *Ceratonion*), 9340 – Vazdazelene šume česmine (*Quercus ilex*) i 9540 – Mediteranske šume endemičnih borova.



Slika 3-2 Karta projektnih područja " LIFE CONTRA *Ailanthus* – Uspostava kontrole invazivne strane vrste *Ailanthus altissima* (pajasen) u Hrvatskoj", na kojoj je vidljivo i područje JI Pelješca – Natura 2000 područje ekološke mreže HR2001364 JI dio Pelješca, izvor: <https://lifeailanthus.hr/>

Prema stranici projekta „LIFE CONTRA *Ailanthus* – Uspostava kontrole invazivne strane vrste *Ailanthus altissima* (pajasen) u Hrvatskoj“, samim projektom je planirano uklanjanje jedne od najinvazivnijih biljnih vrsta u Europi, stabla pajasen, u mediteranskoj regiji Hrvatske: u četiri područja ekološke mreže (HR2000918 Šire područje NP Krka, HR1000026 Krka i okolni plato, HR1000036 Srednjedalmatinski otoci i Pelješac i HR2001364 JI dio Pelješca) i u mjestima s povijesnom jezgrom (Dubrovnik, Ston i Mali Ston).



Slika 3-3 Naselje Žuljana na Pelješcu, blizu istočnog ruba područja obuhvata studije. Izvor: <https://lifeailanthus.hr/>

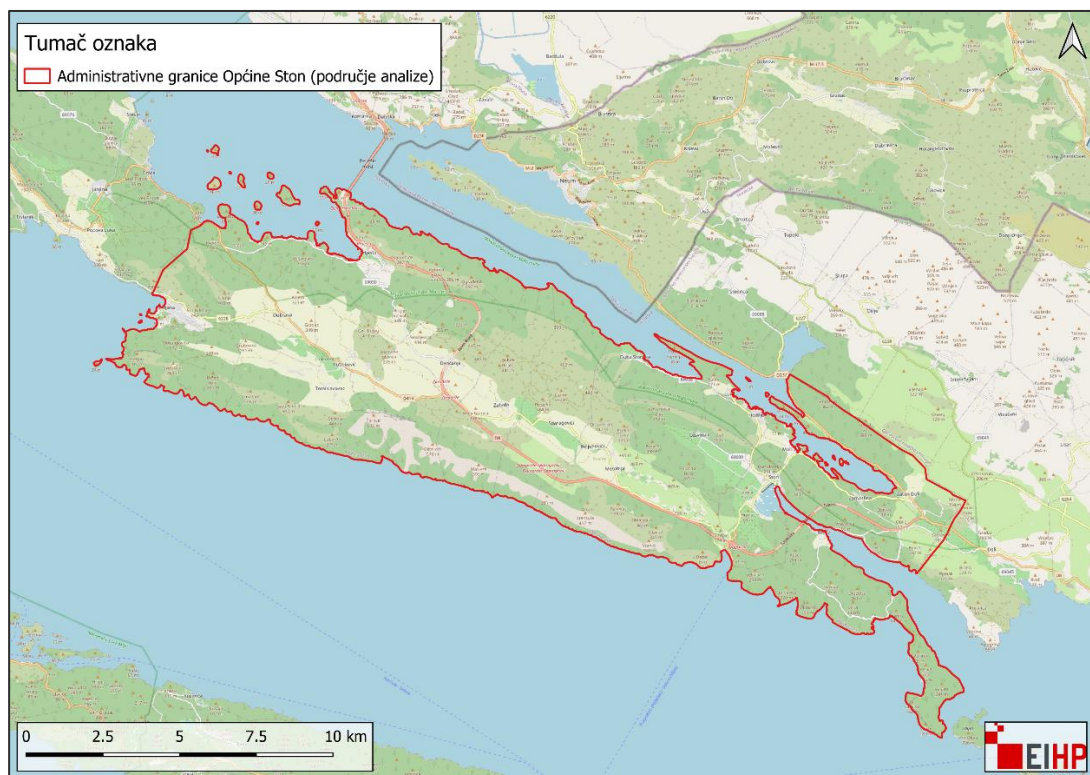
Prema istom izvoru, cijeli poluotok Pelješac ima ozbiljan problem s pajasenom, gdje osim

antropogenih područja i poljoprivrednih površina ugrožava i prioritetni Natura 2000 stanišni tip 6220* Eumediteranski travnjaci *Thero-Brachypodietea*.



Slika 3-4 Uvala Vučine na Pelješcu, ujedno i prirodni rezervat, smještena nekoliko stotina metara od Žuljane. Izvor: <https://lifeailanthus.hr/>

Za potrebne daljnjih analiza u ovoj studiji, uzete su administrativne granice Općine Ston koje uključuju JI dio Pelješca te manji dio kopnenog spoja poluotoka prema naseljima Zaton Doli i Zamaslina.



Slika 3-5 Administrativne granice Općine Ston (područje analize) označene crvenom

Prema „Izvešću o stanju okoliša Dubrovačko-neretvanske županije za razdoblje 2019.-2022.“, Vitaprojekt, 2023., prema Köppenovoj klasifikaciji klime na području DNŽ prisutna su dva klimatska tipa: sredozemna klima s vrućim ljetima (Csa) i umjereno topla kišna klima s vrućim ljetima (Cfa), a zbog modifikatorskog utjecaja reljefa pojedini dijelovi DNŽ odlikuju se specifičnim klimatskim obilježjima. Sredozemnu klimu s vrućim ljetima (Csa) karakterizira prosječna temperatura zraka najtoplijeg mjeseca viša od 22°C, a najhladnijeg viša od 4°C. Godišnji hod oborina je maritimni, što znači da većina oborina padne u hladnijoj polovici godine i to u obliku kiše. Umjereno toplu vlažnu klimu s vrućim ljetima (Cfa) karakterizira srednja mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca viša od -3°C i niža od 18°C. Najtopliji mjesec u godini ima srednju temperaturu nižu od 22°C, a više od četiri mjeseca u godini imaju srednju mjesečnu temperaturu višu od 10°C. Što se tiče oborina, tijekom godine nema izrazito suhih mjeseci, a u godišnjem hodu oborine javljaju se dva maksimuma. Csa tip prisutan je na uskom obalnom području, otocima i uz tok rijeke Neretve, dok je Cfa prisutan u unutrašnjosti DNŽ. Podaci o srednjim mjesečnim vrijednostima oborina i temperature za DNŽ u razdoblju 1961.-2021. prikazani su u tablici u nastavku (Tablica 2). Godišnji hod oborina i temperature su u inverznom odnosu. U toplom dijelu godine je maksimum temperature i minimum oborina, dok je u hladnom dijelu godine obrnuto. Oborinski maksimum, u skladu s Köppenovom raspodjelom klimatskih tipova, javlja se u kasnu jesen (studeni) kada prosječno iznosi 145,4 mm, dok se oborinski minimum postiže u srpnju kada iznosi 32,5 mm. Prosječna godišnja količina oborine iznosi 1.156,1 mm. Siječanj je najhladniji mjesec u godini u kojem srednja dnevna temperatura iznosi 9,1°C. U kolovozu, kao najtoplijem mjesecu u godini, srednja dnevna temperatura u prosjeku iznosi 25,3°C.

3.2 Prostorni planovi

Projektno područje se nalazi na lokaciji za koju vrijede sljedeći važeći prostorni planovi:

- **Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije** (Službeni glasnik Dubrovačko-neretvanske županije broj 6/03, 3/05-usklađenje, 3/06*, 7/10, 4/12.-ispravak, 9/13, 2/15-usklađenje, 7/16, 2/19, 6/19-pročišćeni tekst, 03/20 i 12/20-pročišćeni tekst (*- Presuda Visokog upravnog suda RH Br:Usoz-96/2012-8 od 28.11.2014., Narodne novine broj 10/15 od 28.1.2015.) - u daljnjem tekstu: **PP DNŽ** i
- **Prostorni plan uređenja Općine Ston** (Službeni glasnik Dubrovačko-neretvanske županije broj 9/10, 5/13-ispravak, 5/15, 5/19-ispravak, 12/17, Službeni glasnik Općine Ston broj 1/19-pročišćeni tekst, 2/19 - dopuna, 3/19-pročišćeni tekst i 4/23) - u daljnjem tekstu: **PPUO Ston**.

3.2.1 Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije

Prema članku 10. Prostori/površine za razvoj i uređenje određuju se na slijedeći način:

...

II Razvoj i uređenje prostora/površina izvan naselja

...

c) Površine infrastrukturnih sustava

- Energetski sustav
- Prometni sustav
- Vodnogospodarski sustav
- Obrada, skladištenje i odlaganje otpada

Prema članku 230. Utvrđuje se sukladno Planu gospodarenja otpadom Republike Hrvatske cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (sprječavanje nastanka otpada, odvojeno skupljanje otpada, recikliranje otpada, kompostiranje organskog otpada, mehaničko-biološka obrada otpada te odlaganje ostatka nakon obrade) i određuju potencijalne lokacije za objekte u sustavu gospodarenja otpadom.

Prema članku 230a. Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom sa županijskim centrom za gospodarenje otpadom Lučino razdolje u Općini Dubrovačko primorje, pretovarnim stanicama, reciklažnim centrima, reciklažnim dvorištima, sortirnicama, kompostanama, zelenim otocima, pogonima za obradu građevinskog otpada i dr. planira se realizirati do 2022. godine sukladno Planu gospodarenja otpadom RH. Unutar ŽCGO-a planira se reciklažno dvorište, reciklažno dvorište za građevinski otpad, postrojenje za mehaničko-biološku obradu miješanog komunalnog otpada, bioplinsko postrojenje za iskorištavanje i obradu plina, te odlagališne plohe za odlaganje neopasnog i inertnog otpada.

...

Prema članku 230d. Sanirana (usklađena) odlagališta otpada: Dubravica (Metković), Lovornik (Ploče), Vinošte (Trpanj), Sozanj (otok Lastovo), Kokojevica (Lumbarda) i Sitnica (Blato, Vela Luka) će se zadržati u funkciji gospodarenja otpadom sukladno zakonskoj regulativi, odnosno do otvaranja Županijskog centra za gospodarenje otpadom Lučino razdolje u Općini Dubrovačko primorje. Za odlagališta Grabovica (Dubrovnik) i Ugrinovica (Smokvica) planira se sanacija i zatvaranje. Pojedine lokacije određene ovim Planom moguće je koristiti za smještaj pretovarnih stanica, građevina za obradu građevinskog otpada, reciklažnih centara odnosno dvorišta, sortirnica, kompostana, odlagališta (skladišta) izdvojeno skupljenih vrsta otpada do otpreme. Na području odlagališta otpada Dubravica (Metković) i Lovornik (Ploče)) smještene su lokacije posebnih odlagališnih ploha za zbrinjavanje građevnog otpada koji sadrži azbest. Potrebno je na nivou Županije izraditi procjenu količine otpada koji sadrži azbest koji će nastati u narednom razdoblju na temelju koje bi se pristupilo izgradnji odlagališnih ploha.

Prema članku 235a. Građevina u sustavu gospodarenja otpadom na području Dubrovačko-neretvanske županije su:

Tablica 3-1 Građevine u sustavu gospodarenja otpadom na području Dubrovačko-neretvanske županije

Općina/Grad	Naselje	Lokalitet	Vrsta	Površina (ha)	Post/plan	POG
Dubrovnik	Osojnik	Grabovica	OK, OI	4,0	pt	ne
		Grabovica	GO		pt	ne
		Tehničko-tehnološki blok	PS, GO, RD. SO,	9,6	pl	ne

Općina/Grad	Naselje	Lokalitet	Vrsta	Površina (ha)	Post/plan	POG
		Osojnik	BKO, OM			
	Dubrovnik	Pod dubom	RD	0,1	pt	da
		Mokošica	RD	0,03	pt	da
	Orošac	Poslovna zona Kućigruda	RD	1,0	pl	da
	Zaton	Rasadnik Zaton	BKO		pl	da
Korčula	Žrnovo	Poslovna zona Česvinica	RD	20,0	pl	ne
	Žrnovo	Zlopolje	GO, KO		pl	ne
	Pupnat	Poslovna zona Dubovo	GO, KO, PS	5,0	pl	ne
	Koručula	Poslovna zona Lokva	RD, SO		pl	da
Ploče	Baćina	Lovornik	OK, OI, GO, PS, KO, AZ	2,3	pt/pl	ne
	Komin	Komunalna zona Kozjak	KO		pl	ne
	Ploče	Proizvodno-poslovna zona Vranjak 3	GO, PS, RD, SO, KO		pl	da
Metković	Dubravica	Dubravica	OK, OI, GO, PS, RD, SO, KO, AZ	3,1	pt/pl	ne
	Metković	Vrbovci	KO	KO	pl	ne
Opuzen	Opuzen	Poslovna zona Jasenska	RD, KO		pl	ne
Blato	Blato	Poslovna zona Krtinja	RD			
	Blato	Sitnica	OK, OI, GO, PS, KO, SO		pt/pl	ne
Dubrovačko primorje	Trnovica, Točionik	Lučino radolje	ŽCGO, ON, OI, GO, PS, KO, SO	30,9	pl	ne
	Visočani	Visočani	GO		pl	ne
	Banići	Poslovna zona Banići	RD, GO		pl	
	Podimoč	Mironja	GO		pl	ne
		Proizvodna zona Rudine	RD		pl	ne
Janjina	Sreser	Vardište	RD, SO,		pl	ne

Općina/Grad	Naselje	Lokalitet	Vrsta	Površina (ha)	Post/plan	POG
			GO, PS			
Konavle	Močići	Napušteni kamenolom sjeverozapadno od zračne luke - Kokotova glava	GO		pl	ne
		Poslovna zona Zračna luka Dubrovnik - sjever	GO		pl	
	Popovići	Industrijska zona Popovići	RD, SO, GO, KO		pl	ne
Kula Norinska	Nova Sela	Poslovna zona Nova Sela	RD		pl	ne
	Krvavac	Krvavac	RD		pl	ne
Lastovo	Lastovo	Sozanj	OK, OI, GO, PS, RD		pt/pl	da
Lumbarda	Lumbarda	Kokojevica	OK, OI, RD	8,4	pt/pl	da
		Proizvodno-poslovna zona Humac-Pudarica	RD		pl	da
Mljet	Babino polje	Babino polje - Žukovac	GO, PS, RD	1,13	pl	da
Orebić	Stankovići	Industrijsko-poslovna zona Podvlaštica	RD, GO		pl	ne
Slivno	Podgradina	Kamenolom Glavice	GO		pl	ne
	Raba	Industrijska zona Raba	RD		pl	ne
	Lovorje Pižinovac	Proizvodna zona Lovorje-Pižinovac	RD		pt	ne
Smokvica	Smokvica	Ugrinovica	RD		pl	ne
Ston	Česvinica	Proizvodno servisno skladišna zona Česvinica	RD		pl	ne
Vela Luka	Vela Luka	Poduzetnička zona Vela Luka	RD			
		Sitnica	OK, OI,		pt/pl	ne

Općina/Grad	Naselje	Lokalitet	Vrsta	Površina (ha)	Post/plan	POG
			GO, PS, KO, SO			
Župa dubrovačka	Čibača	Kamenolom Dubac	GO		pl	da
		Proizvodna zona Dubac- Dočine	GO		pl	nr
	Čibača	Komunalna zona Čibača	RD		pl	ne
UKUPNO		44				

PPUO/G-om je moguće odrediti i druge lokacije za reciklažna dvorišta, kompostane i sortirnice prema uvjetima na terenu.

Prilikom planiranja lokacija novih građevina i postrojenja koje se odnose na gospodarenje otpadom potrebno je uvažiti kriterije za određivanje načelnih lokacija i građevina i potrebnih kapaciteta novih građevina i postrojenja iz Plana gospodarenja otpadom RH za razdoblje 2017. - 2022., a planiranu provedbu uskladiti s odredbama Zakona o održivom gospodarenju otpadom i njegovim provedbenim propisima, kako bi se smanjili mogući negativni utjecaji na sastavnice okoliša.

Prema članku 235b. U prostornim planovima užih područja (PPUG/O, UPU) će se utvrditi lokacije sabirališta otpada (reciklažna dvorišta, zeleni otoci), sortirnica i kompostana. Lokacije reciklažnih dvorišta i sortirnica se mogu odrediti i unutar poslovnih zona.

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom potrebno je uvesti primarnu uporabu (reciklažu), tj. izdvojeno sakupljanje sekundarnih sirovina u kontejnerima postavljenim na javnim površinama, uz staklo izdvaja se i papir i karton te plastični otpad (PET), metalni otpad (metalne limenke od pića), tekstil i problematični otpad. Svrha izdvojenog sakupljanja je izdvajanje korisnih i štetnih komponenti miješanog komunalnog otpada, čime se omogućuje iskorištavanje vrijednih svojstava određenih komponenti otpada i očuvanje prirodnih resursa. Izdvajanjem navedenih komponenti, tj. stakla, papira, kartona, metala, PET-plastike, tekstila, kao i štetnih i opasnih tvari – prije miješanja s ostatkom komunalnog otpada – značajno se poboljšavaju karakteristike reciklirajućeg otpada za materijalno iskorištavanje, kao i biorazgradivog otpada iz kuhinja, čišćenja vrtova i sl. zbog smanjenja smetajućih primjesa u stabiliziranom kompostu. Prikupljanje krupnog (glomaznog) otpada obavljat će se na način da se postave spremnici na javnoj površini i osigura usluga prijevoza na zahtjev korisnika usluge. Isto tako jedinica lokalne samouprave dužna je osigurati funkcioniranje reciklažnih dvorišta, ovisno o broju stanovnika na svojem području.

Prema članku 236., planirana lokacija županijskog centra za gospodarenje otpadom je određena na lokaciji Lučino razdolje u Općini Dubrovačko primorje, na širem području naselja Trnovica i Točionik. Zbog nužnosti zaštite od onečišćenja izvorišta, kao i Malostonskog zaljeva i Malog mora (uvala Bistrina) (more I. kategorije, lokacija proizvodnje hrane – školjkarstva) potrebno je primijeniti propisane mjere zaštite okoliša i program praćenja stanja okoliša

utvrđenih u postupku procjene utjecaja zahvata na okoliš.

Prema članku 237., U Županijskom centru za gospodarenje otpadom na lokaciji Lučino razdolje u Općini Dubrovačko primorje predviđa se:

- reciklažno dvorište opremljeno s odgovarajućim spremnicima za odvojeno skupljanje otpada namijenjeno za potrebe gravitirajućeg stanovništva
- privremeno skladištenje izdvojenih posebnih vrsta otpada korištenjem zatvorenih spremnika i mobilnih ekoloških spremnika s tankvanom u sklopu reciklažnog dvorišta
- prihvata i obrada građevnog otpada, te privremeno skladištenje obrađenog otpada, mehaničko-biološka obrada otpada,
- privremeno skladištenje izdvojenih i baliranih komponenti iz procesa mehaničke obrade – metala, RDF-a i reciklabilnih frakcija,
- bioplinsko postrojenje za iskorištavanje i obradu plina - korištenje bioplina u proizvodnji električne energije,
- prikupljanje i obrada otpadnih voda (procjednih, tehnoloških i sanitarnih) koje nastaju u sklopu centra
- odlaganje ostatnog otpada nakon obrade – odlagališna ploha za odlaganje neopasnog otpada i odlagališna ploha za odlaganje inertnog otpada.

Nadalje, prema članku 237a. za izgradnju županijskog centra za gospodarenje otpadom i izgradnju pretovarnih stanica moguće je temeljem Plana ishoditi potrebite dozvole sukladno Zakonu.

Prema članku 238., planiranje i gradnja pojedinačnih ili više građevina namijenjenih za skladištenje, obradu i odlaganje otpada se ne može dopustiti u prostoru ograničenja ZOP-a, osim ako to zahtijevaju prirodni uvjeti i konfiguracija terena.

Prema članku 239., radi sprječavanja mogućih negativnih utjecaja odlagališta na okoliš (podzemne i površinske vode) potrebno je provoditi mjere zaštite okoliša i program praćenja stanja okoliša sukladno Rješenju o objedinjenim uvjetima za centar za gospodarenje otpadom Lučino razdolje. Sve otpadne vode koje nastanu u centru za gospodarenje otpadom moraju se sakupljati i obraditi te je potrebno postići granične vrijednosti emisija onečišćujućih tvari sukladno Rješenju o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša za županijski centar.

Oborinske vode s krovnih površina će se prikupljati u sabirnim bazenima i koristiti za sanitarne potrebe, potrebe tehnološkog procesa, protupožarnu zaštitu, te eventualno zalijevanje zelenih površina ili direktno ispuštati u okoliš.

Oborinske vode s prometno-manipulativnih površina će se pročišćavati na separatorima ulja i masti, skupljati u vodonepropusnim sabirnim bazenima te koristiti za potrebe hidrantske mreže i za tehnološke potrebe, a eventualni višak iz bazena ispuštati u okoliš putem upojnih bunara. Oborinske vode prikupljene u obodnom kanalu tijela odlagališta ispuštati će se preko taložnika u teren putem upojnih bunara ili upojnog jarka.

Oborinske vode s betoniranog dijela zone za obradu građevnog otpada i zone transportnog centra će se nakon pročišćavanja na taložniku i separatoru ulja i masti odvoditi u spremnik protupožarne vode i koristiti za protupožarne svrhe.

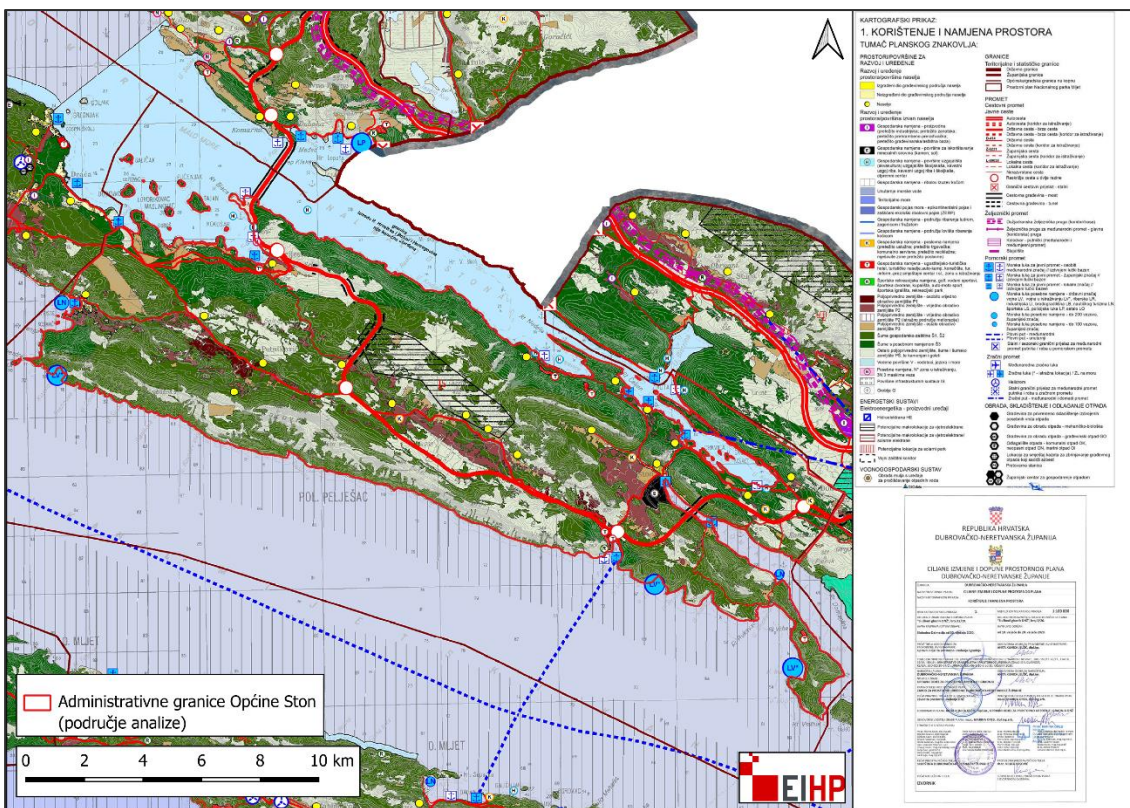
Oborinske vode s pripremljenih kazeta odlagališta neopasnog otpada na kojima još nije

započelo odlaganje otpada će se ispuštati u okoliš putem infiltracijskog jarka odnosno upojnog bunara. Tehnološke otpadne vode iz procesa mehaničko-biološke obrade će se recirkulirati te po potrebi odvoditi na interni uređaj za obradu otpadnih voda.

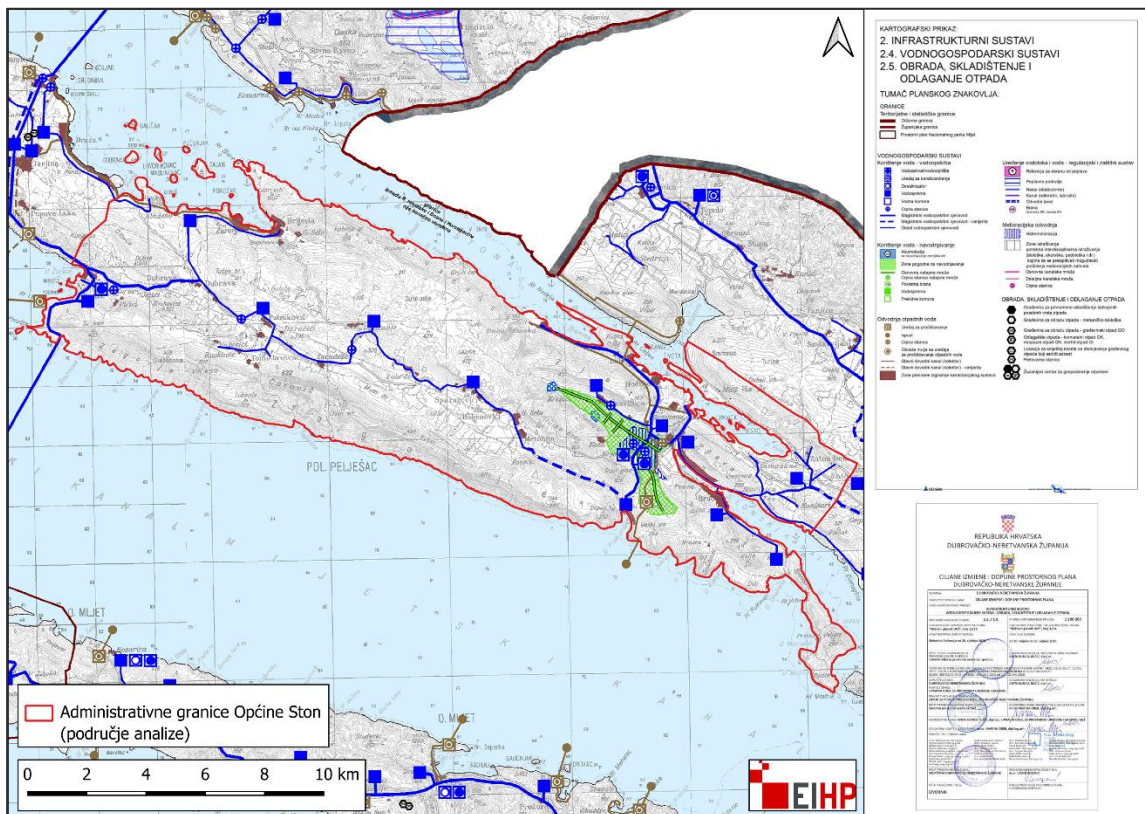
Procjedne vode s tijela odlagališta koje se sakupljaju drenažnim sustavom postavljenim povrh uređenog donjeg brtvenog sloja odlagališta odvoditi će se kontrolirano do revizijskih okana van tijela odlagališta te dalje u vodonepropusni sabirni bazen za prikupljanje otpadnih voda u sklopu prostora za obradu otpadnih voda odakle će se crpiti u interni uređaj za obradu otpadnih voda. Sanitarne otpadne vode će se skupljati u vodonepropusnim sabirnim bazenima i obrađivati zajedno s procjednim i otpadnim tehnološkim vodama na internom uređaju za obradu otpadnih voda. Planira se mikrobiološka obrada otpadne vode s dodatnom obradom sistemom reverzne osmoze.

Konačno, prema članku 240., skupljanje opasnog otpada, do otpreme i zbrinjavanja na državnoj razini, potrebno je organizirati na mjestu nastanka otpada i to:

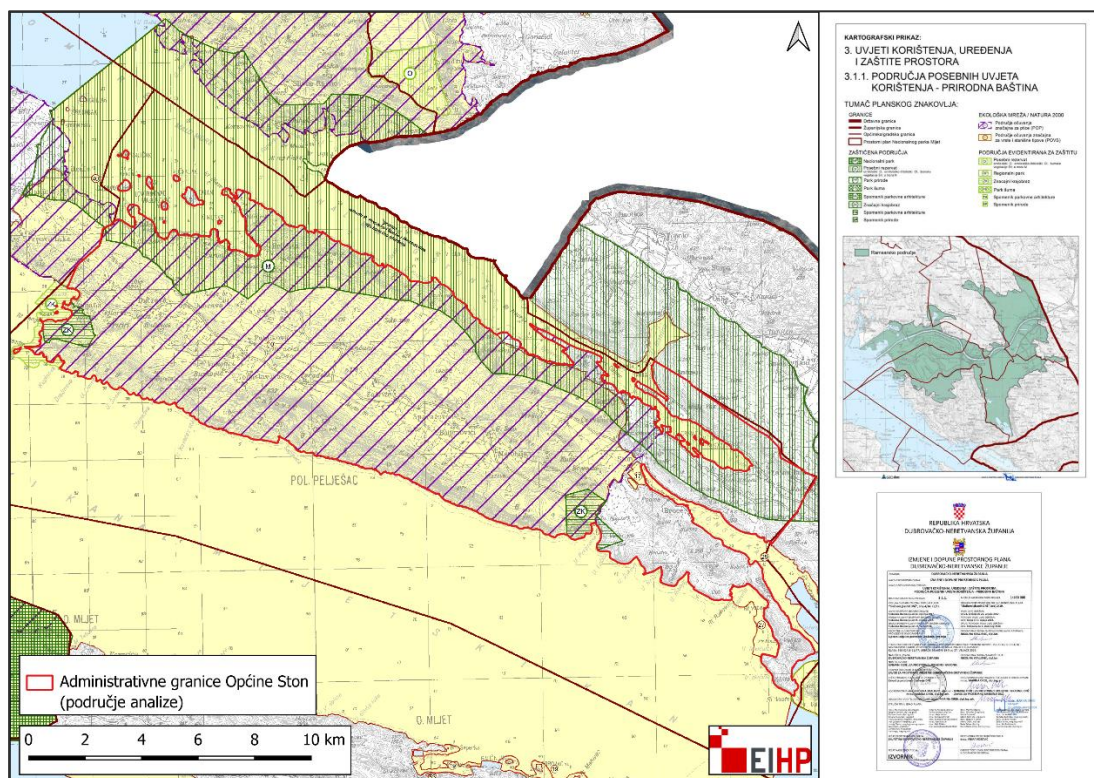
- u skladištu ovlaštenog sakupljača
- u reciklažnim dvorištima.



Slika 3-6 Područje analize na Kartografskom prikazu 1. Korištenje i namjena prostora PP DNŽ



Slika 3-7 Područje analize na Kartografskom prikazu 2.4 i 2.5. Infrastrukturni sustavi, vodnogospodarski sustavi, obrada, skladištenje i odlaganje otpada PP DNŽ



Slika 3-8 Područje analize na Kartografskom prikazu 3.1.1. Uvjeti korištenja, uređenja i zaštite prostora - Područja posebnih uvjeta korištenja - Prirodna baština PP DNŽ

Zaključak

Prema PP DNŽ, ne postoje ciljane smjernice, uvjeti i ograničenja za postrojenje za proizvodnju peleta odnosno objekt za upravljanje zelenim otpadom. Kako je navedeno u prethodnim poglavljima, DNŽ nema kompostanu. U vidu područja koje bi ova vrsta postrojenja pripadala, riječ je o gospodarenju otpadom; "obrada, skladištenje i odlaganje otpada" pripadaju, prema čl. 10 PP DNŽ, u površine infrastrukturnih sustava koje pak spadaju pod prostore/površine za gradnju izvan naselja.

Članak 230. PP DNŽ spominje "kompostiranje organskog otpada, mehaničko-biološku obradu otpada te odlaganje ostataka nakon obrade" što se u teoriji može odnositi na postrojenje predviđeno prema ovoj studiji, no unatoč tome peletirnice nisu spomenute u bilo kakvom kontekstu unutar PP DNŽ.

Članak 235a. navodi kako je moguće odrediti lokacije za objekt za gospodarenje otpadom prema uvjetima na terenu putem PPUO/-G stoga bi uvjeti, smjernice i ograničenja prostornog plana niže razine (u ovom slučaju PPUG Ston) bio relevantniji za ovu vrstu postrojenja. Članak 235b. navodi da se lokacije reciklažnih dvorišta i sortirnica mogu odrediti unutar poslovnih zona, stoga bi ovisilo o budućim izmjenama i dopunama PPUG Ston o mogućnosti gradnje peletirnice unutar istih zona.

Prema članku 237. PP DNŽ, u U Županijskom centru za gospodarenje otpadom na lokaciji Lučino razdolje u Općini Dubrovačko primorje nije predviđena peletirnica ili slično postrojenje za upravljanje zelenim otpadom.

Prema kartografskim prikazima PP DNŽ, područje s najmanje prostornih ograničenja je centralni dio Općine Ston, posebice na spojnom dijelu Česvinice i Meteorije, s obzirom da je sjeverozapadni dio centralnog područja na kartografskim prikazima ucrtan kao „potencijalna makrolokacija za vjetroelektrane“.

3.2.2 Prostorni plan uređenja Općine Ston

Prema PPUO Ston, poglavlje „8. Postupanje s otpadom“, članak 104., Prema Planu gospodarenja otpadom, Republike Hrvatske za potrebe odlaganja otpada čitave županije planira se formiranje županijskog centra za gospodarenje otpadom na lokaciji Lučino razdolje u Općini Dubrovačko primorje. Dosadašnja odlagališta otpada se saniraju. U funkciji zbrinjavanja otpada do otvaranja županijskog centra zadržat će se šest postojećih odlagališta. Otpad iz Općine Ston odvozi se do otvaranja županijskog centra na jednu od ovih šest lokacija.

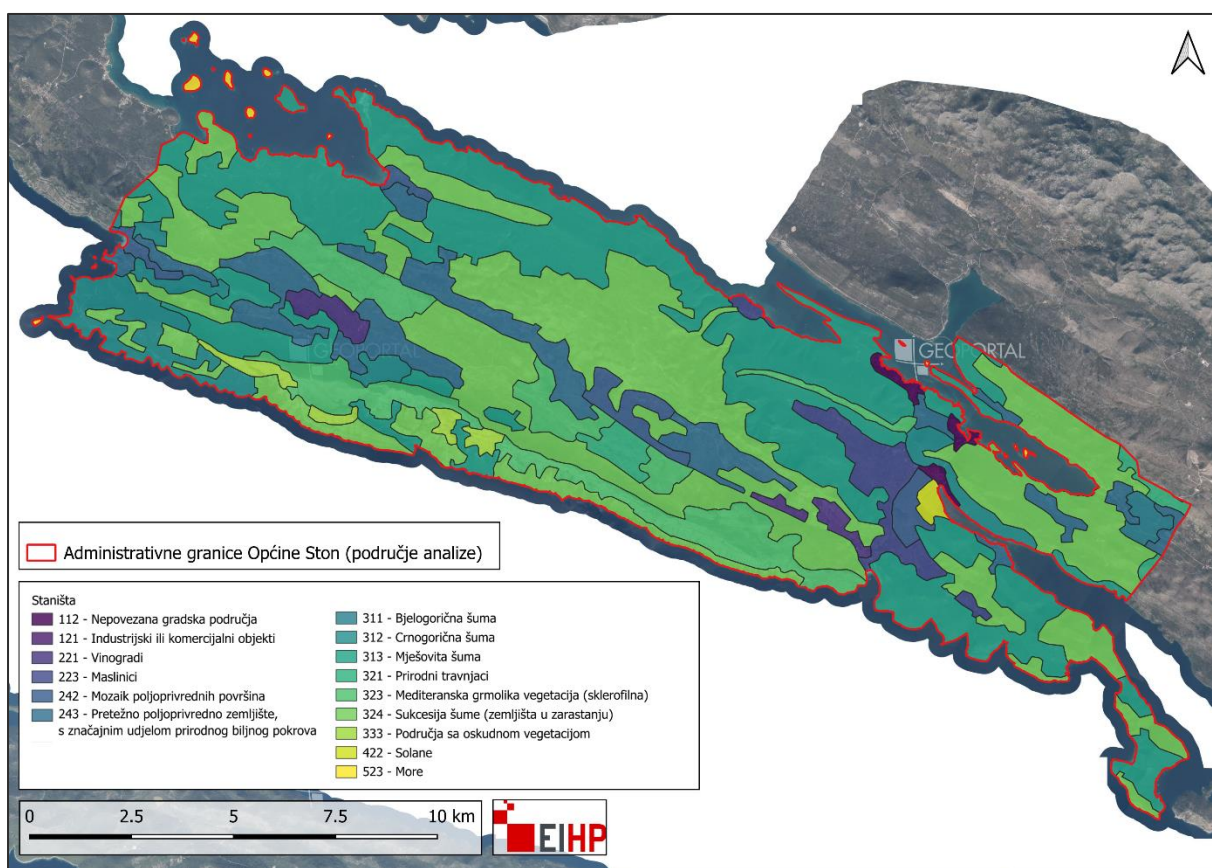
Prema članku 104a, stavku (1), na području općine Ston potrebno je planirati lokacije za 5 zelenih otoka, jedno mini reciklažno dvorište i jedan rashladni kontejner, kao i lokaciju za reciklažno dvorište i mobilno reciklažno dvorište. Prema stavku (5) istog članka, Gradnja pojedinačnih ili više građevina namijenjenih za skladištenje, obradu i odlaganje otpada nije dozvoljena u prostoru ograničenja zaštićenog obalnog područja (POG), osim ako to zahtijevaju prirodni uvjeti i konfiguracija terena.

Prema članku 108, stavku (2), U II. zoni sanitarne zaštite zabranjuje se: ... 8. skladištenje i

svakako moraju doći i zone sa pristupnim cestama ili mogućnosti gradnje istih.

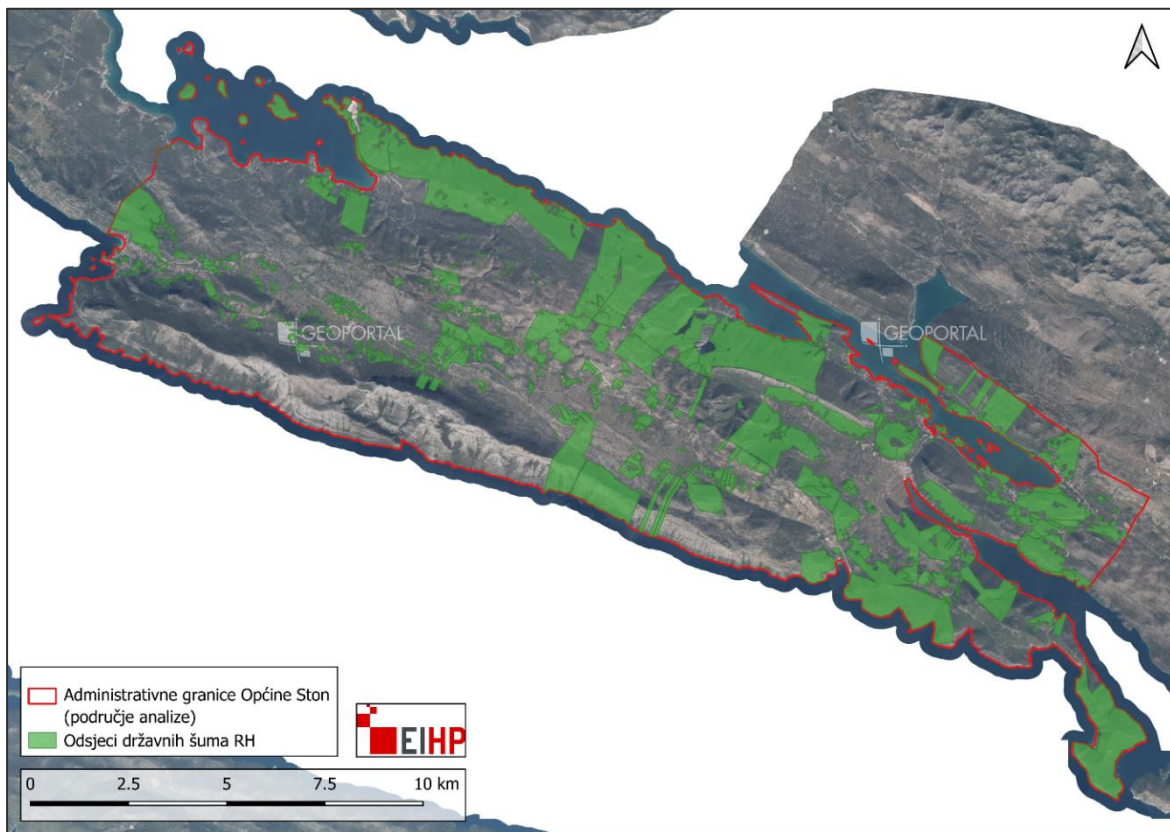
3.3 Okoliš

Prema „Plan upravljanja zaštićenim područjima i područjima Ekološke mreže (6147): Pelješac“, Javna ustanova ta upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Dubrovačko-neretvanske županije, 2023., čitavo područje poluotoka Pelješca pripada mediteranskoj vegetacijskoj regiji, pri čemu se pojavljuju 3 vegetacijske zone: stenomediteranska vegetacijska zona šuma divlje masline-vegetacijska sveza *Olea-Ceratonion*, eumediteranska vegetacijska zona šume česvine (crnike)- vegetacijska sveza *Quercion ilicis* p.p. i hemimediteranska vegetacijska zona mješovitih šuma česvine i crnoga graba-vegetacijska sveza *Quercion ilicis* p.p. (Jasprica i Kovačić, 2000).

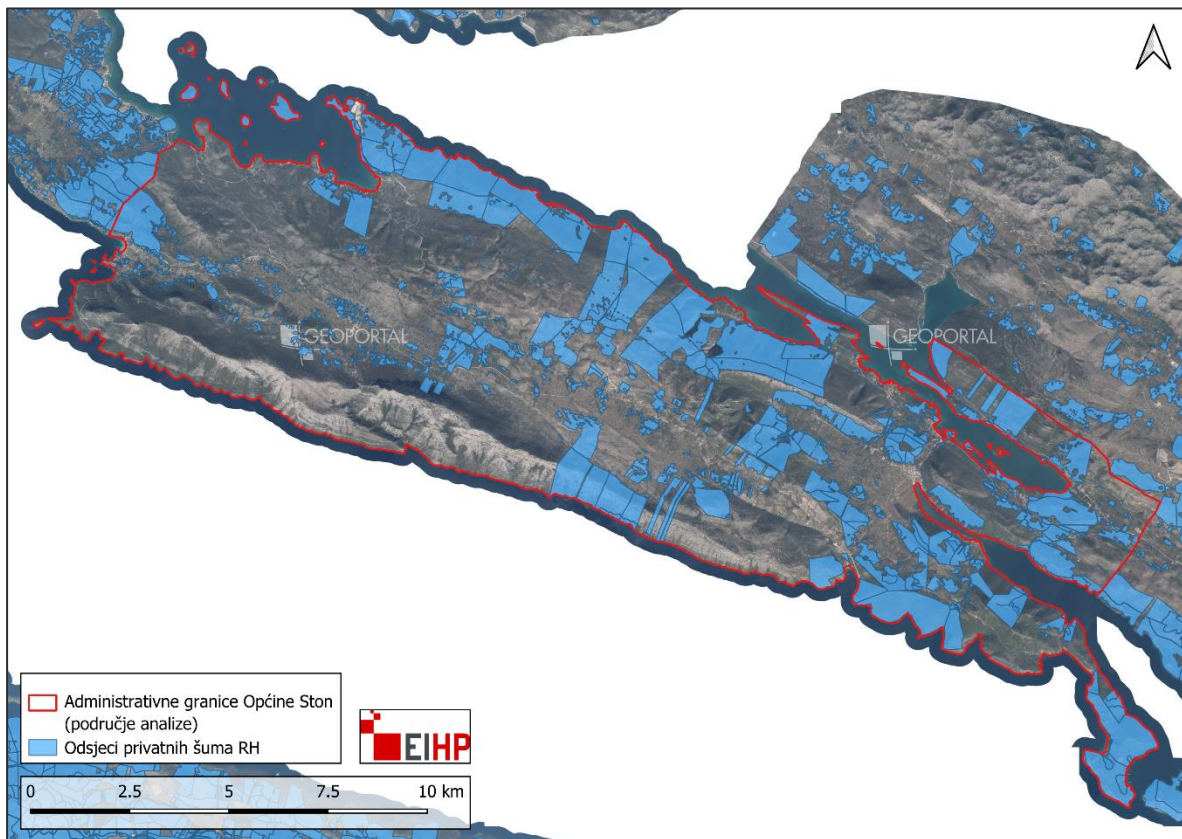


Slika 3-16 Staništa unutar područja analize (JI dio Pelješca)

Prema istom izvoru, jugoistočni dio Pelješca prekriven je velikom površinom pod šumama. Područje se ističe prisustvom velike površine pod vazdazelenim šumama česvine (*Quercus ilex*) (9340). Šume su rijetko razvijene kao visoke šume, uglavnom su manje ili više degradirane do gustih makija. Unutar kategorije zastupljena je mješovita šuma crnike i medunca "duba" (*As. Quercetum ilicis-virgilianae*) koja se razvija na Pelješcu i ostalim južnim dijelovima hrvatskog primorja te šuma dalmatinskog crnoga bora i crnike (*As. Querco ilicis-Pinetum dalmaticae*) koja se nalazi na Pelješcu na više od 750 m (Zeleni servis d.o.o., 2016).

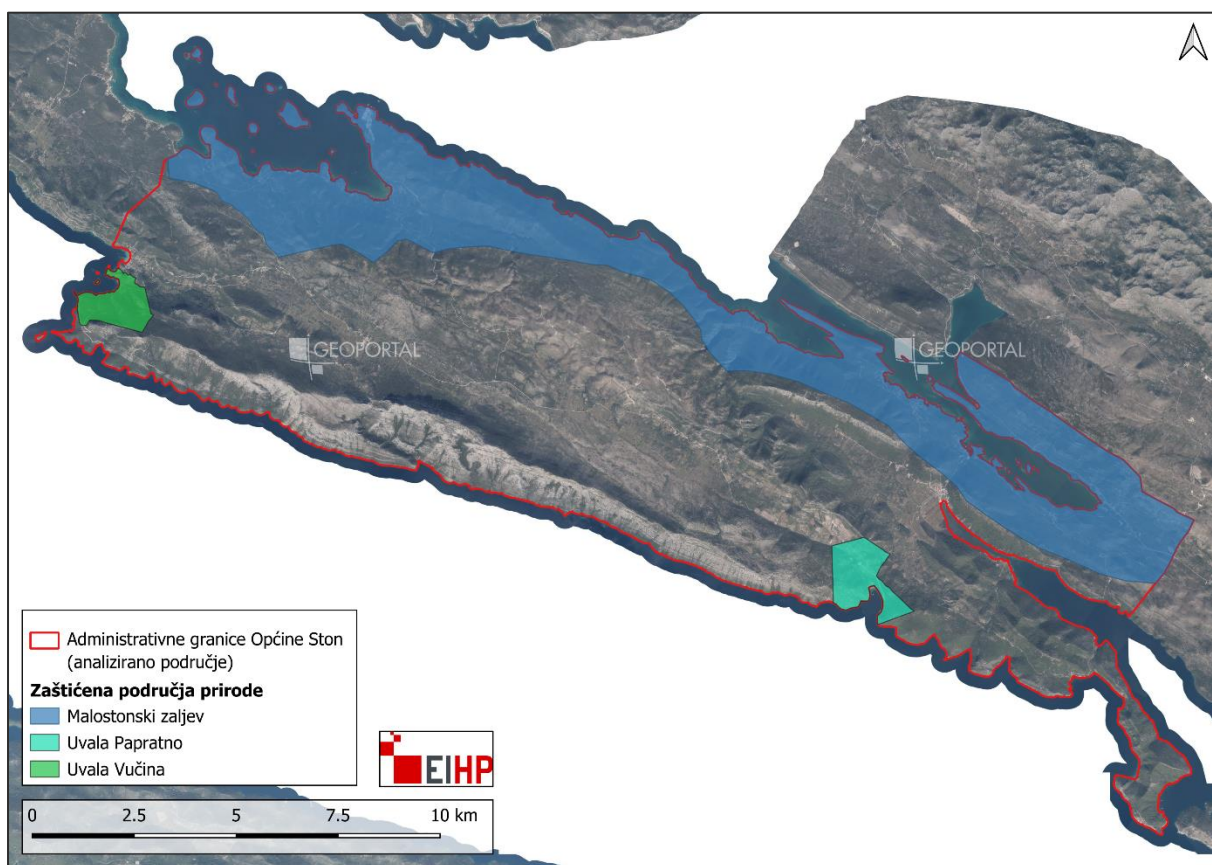


Slika 3-17 Odsjeci državnih šuma unutar područja analize (JI dio Pelješca)



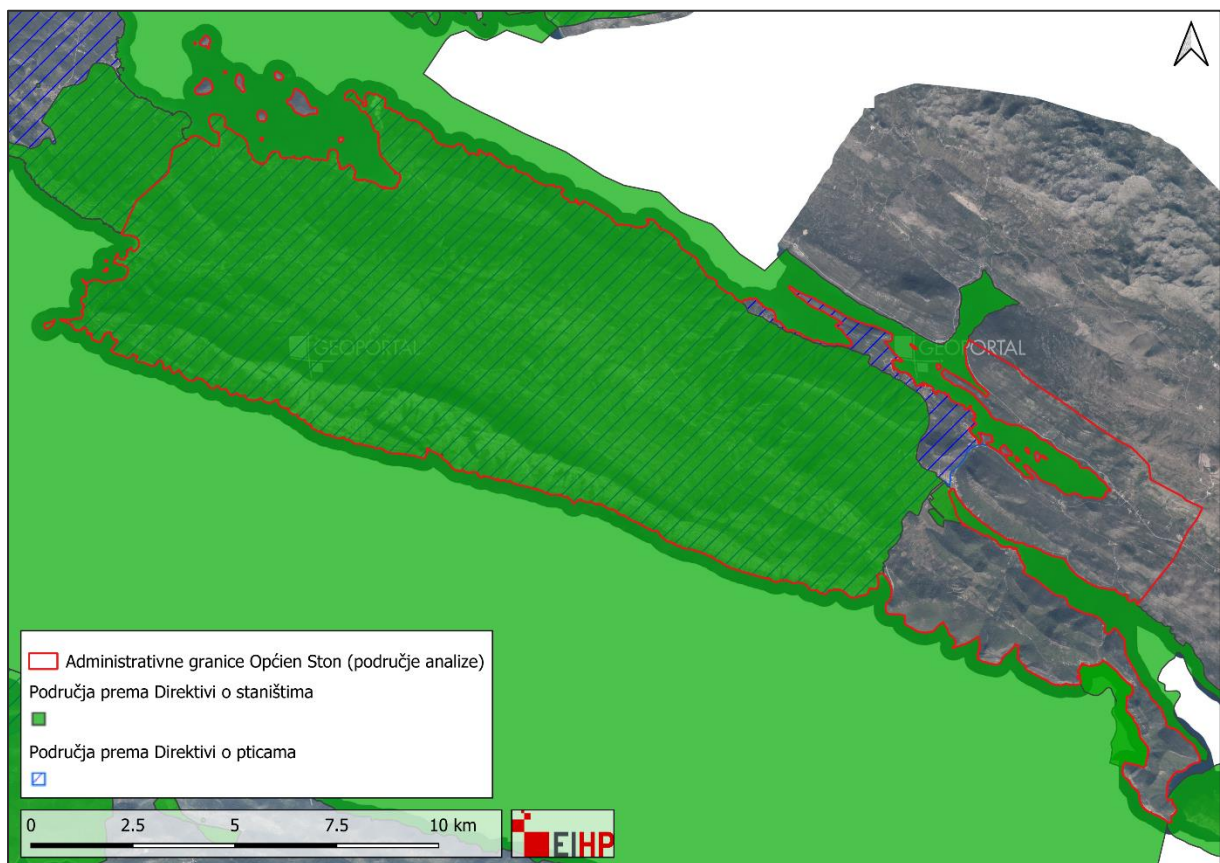
Slika 3-18 Odsjeci privatnih šuma unutar područja analize (JI dio Pelješca)

Prema „Izvešću o stanju okoliša Dubrovačko-neretvanske županije za razdoblje 2019.-2022.“, Vitaprojekt, 2023., područje DNŽ je stvarno ili potencijalno područje rasprostranjenja 20-ak ugroženih i/ili zaštićenih vrsta sisavaca od kojih je značajan dio šišmiša. Među kopnom faunom prednjače ptice sa zabilježenih skoro 400 vrsta, koliko ih otprilike nastanjuje i donji dio rijeke Neretve, gdje zbog blage klime obitava velik broj stanařica. Područje je značajno kao odmorište tijekom migracija ptica iz srednje i sjeveroistočne Europe u Afriku, smješteno na putu srednjoeuropske (Crno more / Mediteran) rute. Također područje je od velike važnosti za zimovanje, oko 1/3 zabilježenih vrsta su ptice zimovalice. Na prostoru DNŽ obitavaju 2 strogo zaštićene vrste vodozemaca i 13 strogo zaštićenih vrsta gmazova. Prostor DNŽ nastanjuje niz endemičnih riba jadranskih rijeka. U akvatoriju DNŽ zastupljene su skoro sve široko rasprostranjene riblje porodice Jadranskog mora te niz ugroženih vrsta.



Slika 3-19 Zaštićena područja unutar područja analize (JI dio Pelješca)

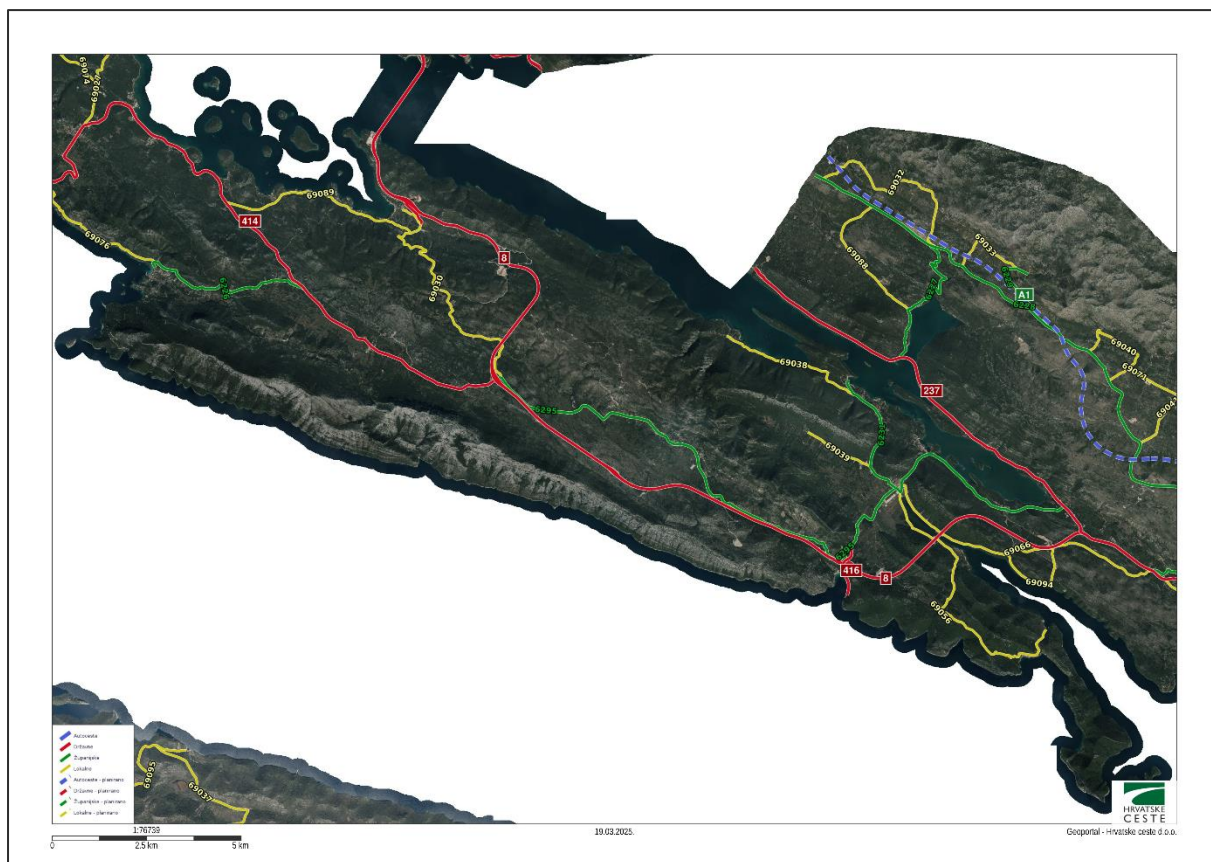
Unutar područja analize nalazi se područje Ekološke mreže Natura 2000 prema Direktivi o staništima - HR2001364 JI dio Pelješca, koje se proteže na području od 14.058,49 ha. Područje vegetacijom i klimom pripada mediteranskoj regiji, a najveću površinu prekriva biljna zajednica *As. Querco ilicis - Pinetum halepensis*, *As. Fraxino orni - Quercetum ilicis* and degradacijski stadiji *As. Erico-Cistetum crteici*, koji dominiraju na jugoistočnom dijelu poluotoka. Halofitne biljne zajednice razvijane su na kamenim, šljunčanim i pješčanim sprudovima, a većina zemljišta se koristi kao oranice za komercijalni uzgoj vinove loze, maslina i voća. Na poluotoku su prisutne veće populacije divlje svinje (*Sus scrofa*), šakala (*Canis aurues*) i mungosa (*Herpestes javanicus* ssp. *Auropunctatus*).



Slika 3-20 Područja Ekološke mreže Natura 2000 unutar područja analize (JI dio Pelješca)

Područje Ekološke mreže prema Direktivi o pticama je HR1000036 Srednjedalmatinski otoci i Pelješac. Područje se prostire na površini od 82 582,16 ha, a morskog dijela čini 6,49 % područja. Područje obuhvaća otok Hvar, istočnu polovicu otoka Korčule i poluotok Pelješac te otočiće između otoka Korčule i poluotoka Pelješca. Na području su prisutni svi tipovi mediteranskih staništa (otvorena i šumska staništa). Na samom Pelješcu su dobro razvijena kamenita staništa s liticama, a na ovom području se nalazi najvažnija populacija vrste *Caprimulgus europaeus* (leganj mračnjak) u Hrvatskoj.

3.4 Infrastruktura i uređenost lokacije



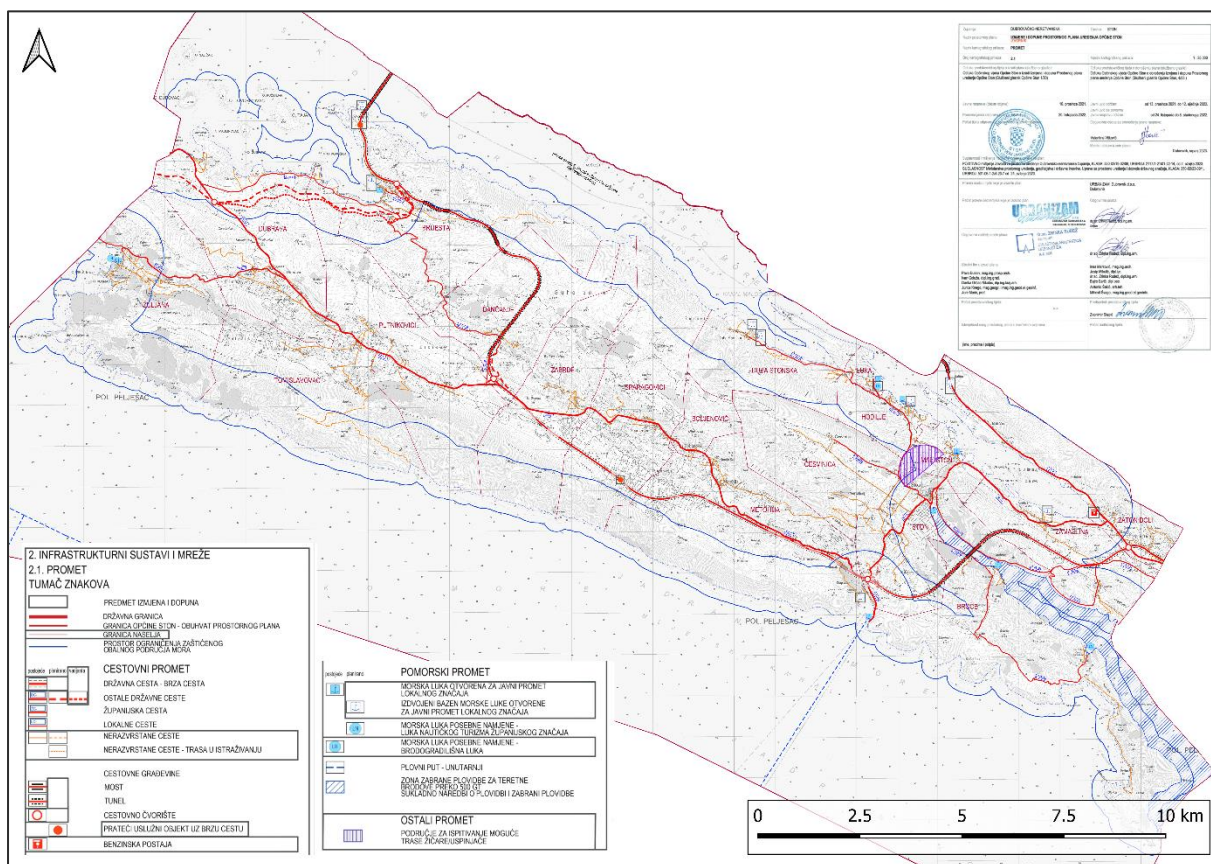
Slika 3-21 Prometnice unutar područja analize (JI dio Pelješca)

Prema podacima sa Geoportala Hrvatskih cesta, kroz analizirano područje u smjeru sjeverozapad-jugoistok prolazi državna cesta DC 8 Pasjak (granica RH/Slovenija) - Matulji - Rijeka - Zadar - Split - Pelješac - Dubrovnik - GP Karasovići (granica RH/Crna Gora), koja je na sjeverozapadnom dijelu spojena na još jednu državnu cestu: DC 414 Orebić (trajektna luka) - Janjina - Dančanje (čvor Zaradeže, DC8).

U smjeru od sjeverozapadnog ruba analiziranog područja do jugoistoka prisutne su i sljedeće prometnice:

- Lokalna cesta LC 69076 Trstenik (LC69028) - Žuljana (ŽC6226) - označena žutom bojom
- Županijska cesta 6226 Žuljana - Dubrava (DC414) - označena zelenom bojom
- Lokalne ceste 69089 Dubrava (DC414) - Brijesta (LC69030) i 69030 Brijesta - Putniković (ŽC6295) koje se spajaju na prethodno spomenutu državnu cestu DC 8 - označene žutom bojom
- Županijska cesta 6295 Dančanje (čvor Zaradeže, DC8/DC414) - Ston - Zaton Doli (DC237) - označena zelenom bojom
- Lokalne ceste 69038 Duba Stonska - Hodilje (ŽC6231) i 69039 Česvinica - Mali Ston (ŽC6231) - označene žutom bojom, koje se spajaju na županijsku cestu 231 Luka - Ston (ŽC6295) i

- Lokalne ceste 69066 Ston (ŽC6295) - Doli (DC8) i 69056 Ston (ŽC6295) - Broce (uvala Kobaš) koje se u Stonu spajaju na ŽC 6295 i DC 8 koja se proteže sa Pelješca dalje prema naselju Slano jugoistočno na kopnu



Slika 3-22 Kartografski prikaz 2.1. Promet PPUO Ston

Na Kartografskom prikazu 2.1. Promet PPUO Ston, vidljive su iste prethodno navedene prometnice, sa dominantnom DC 414 koja prolazi JI dijelom Pelješca u smjeru sjeverozapad-jugoistok.

Kao što je vidljivo na satelitskim snimkama, infrastruktura na analiziranom području se odnosi prvenstveno na naselja koja su smještena uz prometnice, na centralnom dijelu područja ili na sjevernom rubu poluotoka, uz more. Na južnom rubu poluotoka, prema moru nisu prisutna naselja kao ni prometnice ili bilo koja druga pripadajuća infrastruktura.

3.5 Prijedlog lokacija postrojenja

Na temelju saznanja iz prethodnih poglavlja, prvenstveno 3.2.1. Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije i 3.2.2. Prostorni plan uređenja Općine Ston, ustanovljena su 4 potencijalna makro područja za smještaj postrojenja predviđenog u studiji.

Prvo, najveće, je područje na kontaktnoj zoni između Česvinice i Metohije (centralni dio Općine Ston, u unutrašnjosti otoka, jugozapadni dio područja analize) najpogodnije za razvoj odnosno smještaj peletirnice. Navedeno područje, iako se nalazi u Ekološkoj mreži Natura

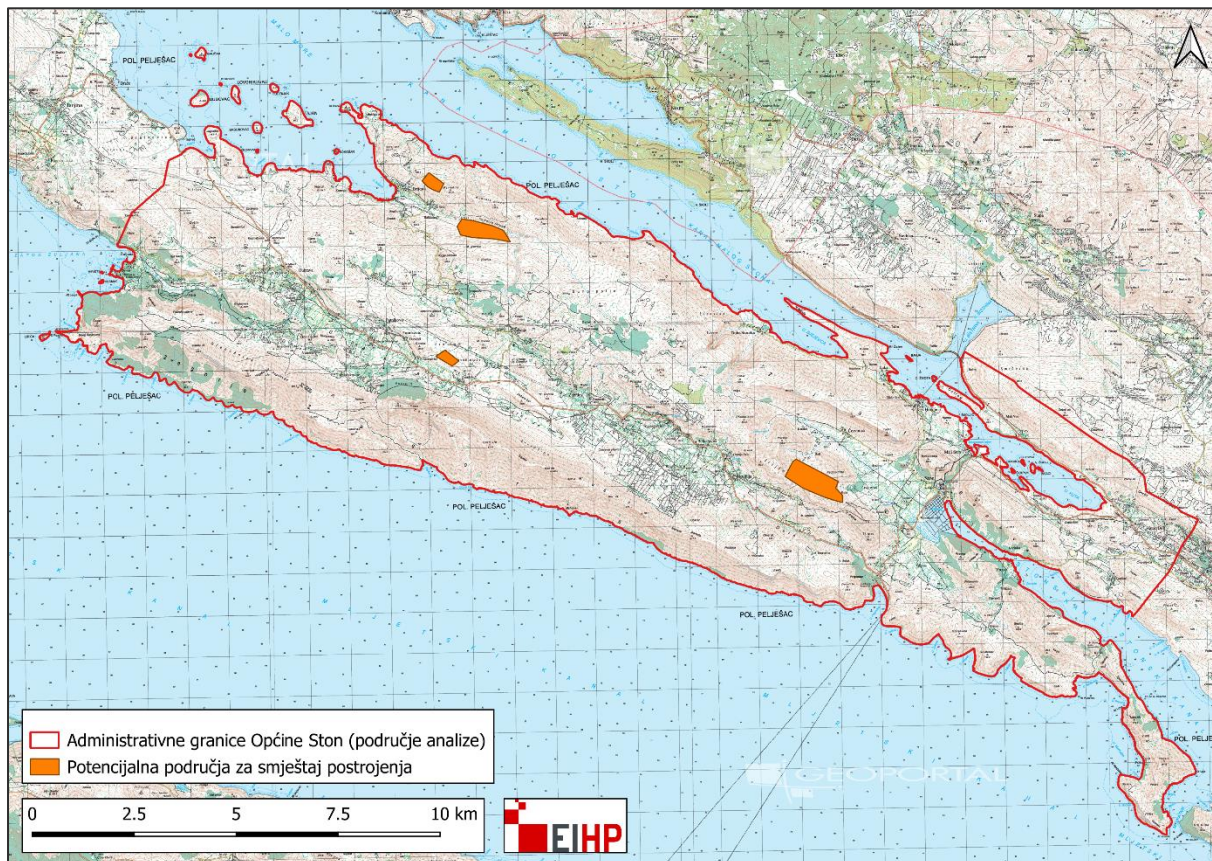
2000 (Slika 3-8 i Slika 3-12) te osobito vrijednog predjela – prirodnog i kulturnog krajobraza (Slika 3-14), je ujedno područje sa najmanje uočljivih prostornih ograničenja (područja određenog za razvoj postrojenja na obnovljive izvore energije, arheoloških ili kulturnih zona, područja sa razvijenim naseljima i područja pojačane erozije). Navedena odabrana zona, površine skoro 70 ha (69.95 ha), nalazi se na prostoru Ilijina brda, zapadno od naselja Kuta.

Ostala područja u nastavku teksta su selektirana na temelju istih prostornih karakteristika kao i prvo područje.

Drugo po veličini područje (41 ha površine) se nalazi jugoistočno od naselja Brijesta, južno od glavne prometnice D8 koje se proteže prema naselju Dančanje.

Treće područje, površine 13,2 ha se nalazi u blizini drugog područja, sjeveroistočno od naselja Brijesta, sjeverno od prometnice D8, prema Uvali Ploča.

Posljednje i površinom najmanje područje (10,1 ha) se nalazi između naselja Balanovići i Zaredeže, 1,1 km zapadno od križanja prometnica D8 i D414 (kontaktna zona Zabrdje, Dančanje i Putnikovići.



Slika 3-23 Potencijalna područja za smještaj postrojenja na topografskoj podlozi

4 Procjena raspoloživih sirovina

4.1 Metode procjena biomase

Procjena količine biomase invazivnih vrsta ključna je za razumijevanje njihovog utjecaja na ekosustave. Invazivne vrste mogu značajno promijeniti količinu ugljika pohranjenog u ekosustavu, što ima implikacije za globalni ciklus ugljika. Procjena količina i vrsta biomase može pomoći u praćenju širenja invazivnih vrsta i planiranju mjera za njihovo suzbijanje. U znanstvenoj i praktičnoj procjeni biomase drveća, pa tako i invazivnih vrsta, moguće je koristiti različite metode i pristupe.

4.1.1 Terenska mjerenja

Terenska mjerenja predstavljaju najprecizniju i najdirektniju metodu procjene biomase. Ova metoda uključuje direktno mjerenje promjera stabala, visine i gustoće drveća, što omogućuje izračun biomase pomoću alometrijskih jednadžbi (Chave, 2005). Alometrijske jednadžbe koriste se za procjenu biomase na temelju promjera stabala i visine, a razvijene su za različite vrste drveća. Na primjer, općenito prihvaćena jednadžba za procjenu biomase drveća je:

$$\text{Biomasa} = a \cdot (\text{promjer stabla})^b \cdot (\text{visina stabla})^c$$

gdje su a , b i c koeficijenti specifični za svaku vrstu drveća.

Prednosti ove metode su da se radi o visokoj preciznosti jer terenska mjerenja pružaju najtočnije podatke o biomasi koja se temelje na direktnim mjerenjima. Moguće ih je prilagoditi različitim vrstama drveća i ekosustavima, što ih čini univerzalnim alatom. Terenska mjerenja koriste se za kalibraciju i validaciju podataka dobivenih drugim metodama, poput satelitskih i zračnih snimaka. Izazovi terenskih mjerenja su u tome što su vremenski i resursno zahtjevna, što ih čini neprikladnom za velika područja. Izražena je ovisnost o stručnjacima specifičnih područja jer zahtijeva visoku razinu znanja za prikupljanje i analizu podataka, a što može biti ograničavajući čimbenik.

4.1.2 Satelitske snimke

Satelitske snimke, poput snimki Landsat i Sentinel-2 satelita, koriste se za procjenu biomase invazivnih vrsta na velikim područjima. Optički senzori snimaju svjetlost reflektiranu od vegetacije, što omogućuje procjenu gustoće i zdravlja drveća (Asner, 2008). Indeksi vegetacije, poput NDVI (eng. *Normalized Difference Vegetation Index*), koriste se za procjenu gustoće vegetacije i zdravlja biljaka. NDVI se izračunava pomoću formule:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

gdje su NIR i Red refleksije u bliskom infracrvenom i crvenom području spektra.

Prednost ove metode je široka primjena jer omogućuje procjenu biomase na velikim područjima, a što je ključno za praćenje širenja invazivnih vrsta. Pored toga dostupni su povijesni podaci u cilju praćenje promjena u vegetaciji tijekom vremena. Relativno je niska cijena prikupljanja podataka jer su isti jeftiniji u usporedbi s drugim metodama, npr. poput LiDAR-a.

Izazovi prilikom procjene biomase pomoću satelitskih snimki su složenosti u ekosustavu, ovisnost o vremenskim prilikama i ograničena razlučivost. Navedeno je iz razloga što se invazivne vrste često se miješaju s autohtonim vrstama, pa je otežana precizna procjena biomase. Naoblaka i druge vremenske nepogode mogu ograničiti kvalitetu podataka potrebnih za analizu, a ograničena prostorna razlučivost često je niža, pogotovo za starije snimke, što može ograničiti samu preciznost procjene i povećati njenu nesigurnost.

4.1.3 LiDAR tehnologija

LiDAR (eng. *Light Detection and Ranging*) tehnologija koristi laserske impulse za mjerenje visine, promjera i značajki drveća, kao i strukture šume/nasada. Ova metoda posebno je korisna za procjenu biomase invazivnih vrsta jer može razlikovati različite vrste drveća na temelju njihove visine i strukture (Asner, 2011). LiDAR omogućuje stvaranje trodimenzionalnih mapa sastojina, što je ključno za preciznu procjenu biomase. Laseri mogu prodrijeti kroz gustu vegetaciju. Iz toga razloga LiDAR snimke posebno su korisne u visokim i gustim sastojinama.

Prednosti LiDAR-a su visoka preciznost, mogućnost prodora kroz krošnje i trodimenzionalni podaci. Moguće je dobiti detaljne podatke o visini i strukturi drveća u cilju precizne procjene biomase. Laseri, ovisno o valnoj duljini zraka, mogu prodrijeti kroz gustu vegetaciju, što dolazi do izražaja u područjima s visokim drvećem gustih krošanja. Moguće je kreiranje 3D mapa sastojina i time je kvalitetnija sama analiza strukture ekosustava.

Izazovi primjene LiDAR-a su visoki troškovi, zahtjevna obrada podataka i ograničena uporaba. Samo snimanje zahtijeva značajne financijske resurse za opremu, a i kasniju i obradu podataka. Također, prilikom obrade podatka moraju se primijeniti napredni algoritmi za analizu, što je tehnički i stručno zahtjevno. LiDAR podaci često su dostupni samo za manja područja zbog već spomenutih visokih troškova.

4.1.4 Kombinirani pristupi

Kombinirani pristupi procjene biomase uključuju korištenje više metoda, poput satelitskih snimaka, LiDAR podataka i terenskih mjerenja, kako bi se postigla što preciznija procjena biomase. Na primjer, satelitske snimke mogu se koristiti za mapiranje velikih područja, dok LiDAR i terenska mjerenja pružaju detaljne podatke o strukturi sastojina. Ovaj pristup omogućuje bolje razumijevanje distribucije i utjecaja invazivnih vrsta.

Glavne prednosti su integracija podataka jer je kvalitetniji uvid u distribuciju i utjecaj invazivnih

vrsta, poboljšana točnost zbog primjene kombinacije različitih metoda, te mogućnost prilagodbe različitim ekosustavima i vrstama drveća.

Nedostaci kombiniranih pristupa ogledaju se u njihovoj složenosti jer se zahtijeva koordinacija između različitih metoda i stručnjaka. Na drugom mjestu su visoki troškovi kada ovakvi pristupi mogu biti skupi zbog više vrsta različite opreme i podataka. Za prikupljanje i analizu podataka potrebno je više vremena.

4.2 Procjena raspoloživih količina sirovina

4.2.1 Pajasen

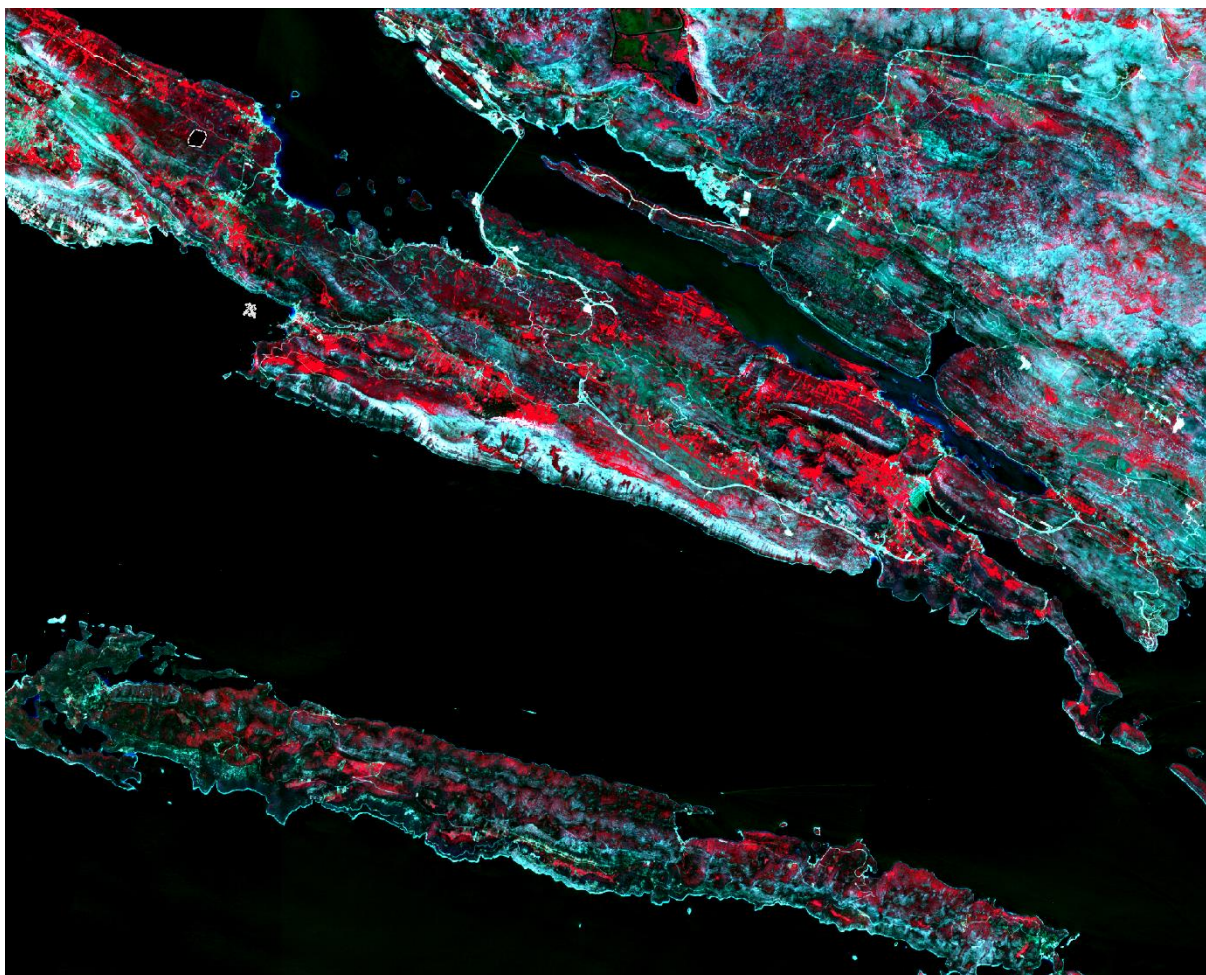
Obzirom na ograničeno vrijeme za prikupljanje podataka, procjena raspoloživih količina biomase izvršena je analizom multispektralnih satelitskih snimaka. Multispektralne satelitske snimke predstavljaju jedan od najznačajnijih tehnoloških doprinosa u području daljinskog istraživanja zadnjih desetljeća. Ove snimke omogućuju promatranje i detaljnu analizu Zemljine površine kroz različite dijelove elektromagnetskog spektra, pružajući vrijedne informacije koje su nedostupne golom oku. Kako su tehnologije napredovale, multispektralno snimanje postalo je ključni alat u različitim disciplinama, od poljoprivrede do zaštite okoliša.

Multispektralne snimke rezultat su snimanja sensorima koji mogu detektirati svjetlost u više spektralnih područja. Za razliku od običnih fotografija koje snimaju samo vidljivo svjetlo (crveno, zeleno i plavo), multispektralni senzori daju podatke u širem rasponu valnih duljina, uključujući infracrveno i ultraljubičasto zračenje. Svaki spektralni kanal pruža jedinstvene informacije o objektima na Zemljinoj površini. Na primjer, infracrveni kanali korisni su za praćenje zdravlja vegetacije, dok se vidljivi kanali koriste za analizu boje i teksture površine (Jensen, 2015). Multispektralne snimke imaju široku primjenu. U poljoprivredi, pomoću njih se prati zdravlje usjeva, otkrivaju bolesti i optimizira navodnjavanje. Vegetacija reflektira infracrveno svjetlo na karakterističan način, što omogućuje identifikaciju područja pod stresom (Lillesand, T., et al., 2015). U šumarstvu, multispektralne snimke koriste se za praćenje deforestacije, procjenu stanja šuma i planiranje obnove ekosustava. Geolozi koriste ove snimke za istraživanje mineralnih resursa, jer različiti minerali reflektiraju svjetlost na jedinstvene načine (Sabins, 2007). U zaštiti okoliša, multispektralne snimke pomažu u praćenju promjena u ekosustavima, poput krčenja šuma, zagađenja vode i promjena u staništima. Na primjer, program Copernicus Europske svemirske agencije (ESA) koristi satelit Sentinel-2 za praćenje globalnih promjena u vegetaciji i vodenim resursima. Osim toga, multispektralne snimke koriste se u urbanom planiranju za analizu rasta gradova i planiranje infrastrukture.

Multispektralni senzori na satelitima snimaju podatke u različitim spektralnim kanalima, a zatim se ti podaci kombiniraju kako bi se stvorile slike koje otkrivaju informacije nedostupne golom oku. Na primjer, satelit Landsat, koji je u orbiti od 1972. godine, koristi više spektralnih kanala za praćenje promjena na Zemljinoj površini (USGS, 2021). Slično, senzor MODIS na satelitima Terra i Aqua snima podatke u 36 spektralnih kanala, što omogućuje praćenje globalnih klimatskih promjena (NASA, 2020).

Za obradu multispektralnih satelitskih snimki korišten je alat QGIS i dodatak *Semi-automatic classification plugin (SCP)*. SCP za QGIS predstavlja zadovoljavajuće kvalitetan alat za analizu daljinskih istraživanja i klasifikaciju satelitskih snimaka. Ovaj dodatak omogućava efikasnu obradu multispektralne i hiperspektralne snimke, atmosfersku korekciju, klasifikaciju zemljišnog pokrova i analizu rezultata. Glavne funkcije i mogućnosti primjene u praksi su:

- Pretprocesiranje podataka: Uključuje preuzimanje satelitskih snimki, atmosfersku korekciju i izrezivanje podataka na područje interesa.
- Klasifikacija: Analiza nadziranih i nenadziranih metoda klasifikacije, uključujući kreiranje skupova podataka za treniranje i primjenu različitih algoritama.
- Postprocesiranje: Procjena točnosti klasifikacije, reklasifikacija i filtriranje rezultata.
- Primjena indeksa vegetacije: Izračunavanje i analiza indeksa poput NDVI i SAVI.



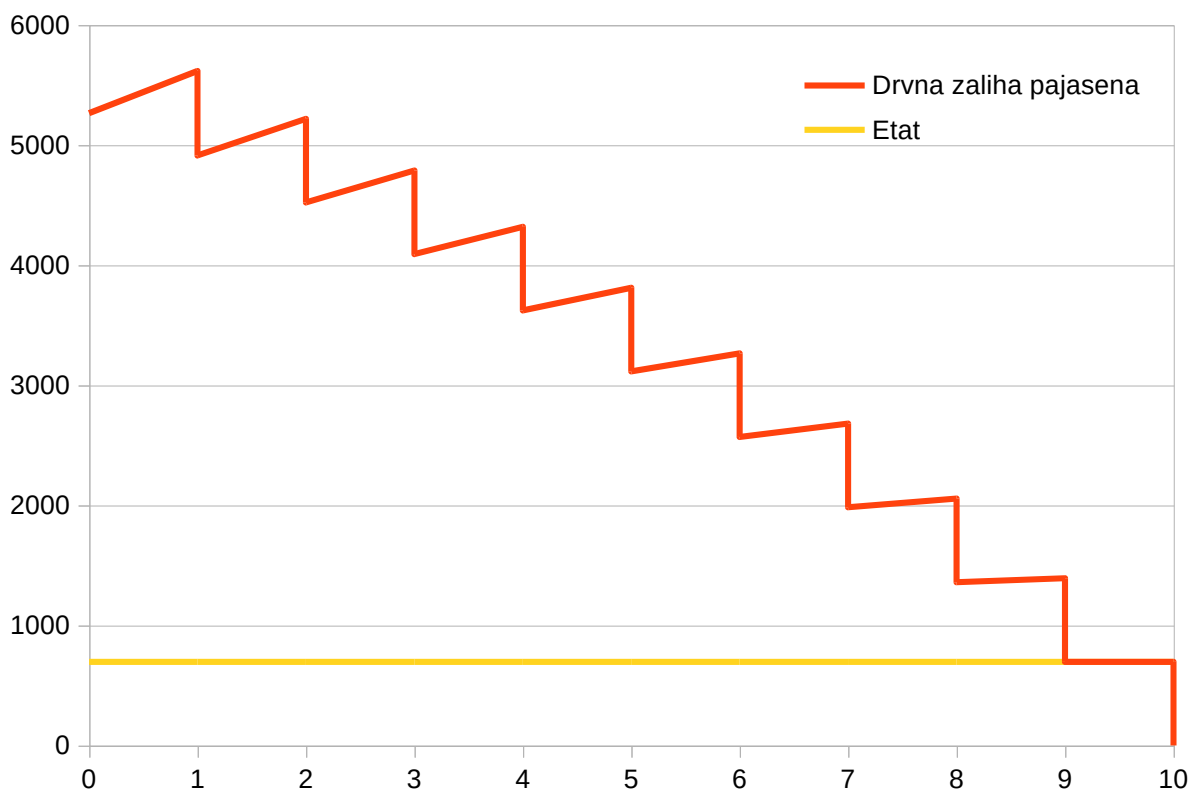
Slika 4-1 Multispektralna snimka istraživanog područja

SCP omogućava jednostavno preuzimanje satelitskih snimki iz različitih izvora, uključujući Landsat, Sentinel i MODIS. Atmosferska korekcija, koja se može izvesti korištenjem modela poput DOS i FLAASH, značajno poboljšava kvalitetu podataka. Izrezivanje snimki na područje interesa i primjena maski za uklanjanje naoblake dodatno pojednostavljuju dalju analizu. Nadzirane metode klasifikacije, poput Maximum Likelihood i Spectral Angle Mapper, pokazale

su visoku točnost u razlikovanju različitih vrsta zemljišnog pokrova. Nenadzirane metode, kao što su K-means i ISODATA, korisne su za preliminarnu analizu i identifikaciju potencijalnih klasa. Kreiranje i upravljanje skupovima podataka za treniranje omogućava prilagođavanje klasifikacijskih algoritama specifičnim potrebama projekta. Filtriranje rezultata klasifikacije smanjuje šum i poboljšava kvalitetu izlaznih podataka. Reklasifikacija omogućava pojednostavljenje klasa i prilagođavanje rezultata specifičnim zahtjevima. Analiza točnosti korištenjem matrica konfuzije pruža kvantitativnu procjenu performansi modela. Izračunavanje indeksa vegetacije, poput NDVI i SAVI, omogućuje detaljnu analizu stanja vegetacije. Ovi indeksi korisni su za praćenje promjena u vegetaciji tijekom vremena, procjenu zdravlja usjeva i identifikaciju područja pod nepogodama.

Korištena je metoda nadzirane klasifikacije multispektralnih satelitskih snimki. Specifične kombinacije spektralnih kanala i spektralni indeksi koji su korišteni u studijama daljinskog istraživanja za detekciju i kartiranje invazivnih vrsta (poput *Ailanthus altissima*) daju različite rezultate. Ove kombinacije koriste jedinstvene spektralne karakteristike vrste kako bi se razlikovala od autohtone vegetacije. U ovom kontekstu korišten je kompozit lažne boje (eng. *False Color Composites*) za vizualnu interpretaciju. Za vizualnu identifikaciju *Ailanthus altissima* korištena je kombinacija „NIR-Crveno-Zeleno“ (Standardna lažna boja u infracrvenom spektru). Ona naglašava zdravu vegetaciju svijetlocrvenom ili ružičastom bojom, što olakšava uočavanje skupina *Ailanthus altissima*. Za primjer snimke Sentinel-2 to su: Kanal 8 (NIR), Kanal 4 (Crveno), Kanal 3 (Zeleno).

Uz kombinaciju kanala, algoritmi strojnog učenja (npr. *Random Forest*, *Support Vector Machines*) mogu se koristiti za klasifikaciju *Ailanthus altissima* treniranjem na spektralnim potpisima s poznatih lokacija, što je i učinjeno za lokalitete na kojima su se tijekom projektnog razdoblja izvršila identifikacija i uzorkovanje stabala pajasena. Navedeni pristup korišten je kako bi poboljšale točnost procjene površina na kojima je moguća pojava pajasena. Na projektnom području JI Pelješca radi se o 1.755,07 ha površina, na kojima se pretpostavlja pojava pajasena i s kojih ga je cilj ukloniti u razdoblju od 10 godina. Drvna zaliha sastojina niskog uzgojnog oblika na području Mediterana prema izvješćima Republike Hrvatske u makijama i šikarama kreće se oko $50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (NIR, 2023), dok neposredna mjerenja količina pajasena do sada nisu provedena. Temeljem tih informacija i stručne procjene zastupljenosti pajasena, smatra se da je moguće očekivati u prosjeku oko 3 m^3 po hektaru sirovine pajasena, uz veliku nesigurnost procjene. Za ovo projektno područje potencijal sirovine pajasena bio bi 5.265 m^3 . Uzevši u obzir prirast šumskih sastojina koji iznosi $0,20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$, izrađene su projekcije raspoloživih količina za period od narednih 10 godina u kojem je potrebno ukloniti pajasen (Slika 4-2), može se pretpostaviti da je godišnja raspoloživa sirovina $696 \text{ m}^3 \cdot \text{god}^{-1}$.



Slika 4-2 Procjena količina drvene zalihe i etata pajasena za projektno područje JI dijela otoka Pelješka

4.2.2 Ostale sirovine

- Koštice masline

Ako se promatra ekonomski opravdano energetska iskoristavanje predmetne biomase, od primarnog utjecaja su raspoložive količine na godišnjoj razini. Za navedene količine pajasena procijenjene prema korištenoj metodologiji, postoji rizik nedostatnost u smislu opravdanja investicije u postrojenje za proizvodnju drvnih peleta. Pored toga, premda je pajasen komercijalno iskoristiv u ovu svrhu, neka njegova svojstva kao sirovine za pelete su relativno manje povoljna sa stanovišta kvalitete drvnih peleta (sadržaj pepela, konzistencija, količina lignina, hlapivi organski spojevi i sl.). Stoga je potrebno procijeniti lokalnu raspoloživost i količine drugih vrsta biomase koja bi bila prikladna za kombiniranje s pajasenom.

Rješenje koje se primarno razmatra je korištenje ostataka iz maslinarstva, odnosno koštica masline, prvenstveno zbog njihove relativno visoke ogrjevne vrijednosti. Također, smatra se da je njihov utjecaj na okoliš neznatan u usporedbi s fosilnim gorivima ili drugim biogorivom koja zahtijevaju namjenski uzgoj i preradu. Ekološki je prihvatljivo i zbog niske koncentracije vlage u košticama, što dovodi do niskih emisija tijekom izgaranja.

Kako je organizacija prikupljanja i transporta koštica maslina iz brojnih pojedinačnih izvora na lokaciji previše zahtjevna, uputno je promatrati uljare za proizvodnju maslinovog ulja kao optimalna mjesta dobave ove sirovine. U ovoj analizi se razmatraju načelna rješenja i potencijali lokalnih kapaciteta, bez detaljnijeg proučavanja i modeliranja procesa dobave koštica masline

u stvarnim uvjetima. U tom smislu se pretpostavlja dobava iz uljara s područja cijele Dubrovačko-neretvanske županije.

Pretpostavke za procjenu izvora koštica masline su sljedeće:

- u Dubrovačko-neretvanskoj županiji ulje masline proizvodi više uljara (preko 15 značajnijih);
- njihova ukupna proizvodnja ulja je oko 600 000 litara godišnje (približno reprezentativni podaci koje je potrebno periodički ažurirati);
- za tu količinu ulja je nominalno potrebno preraditi oko 4 680 000 kg ploda masline godišnje.

To ukazuje na ukupni potencijal od 700 000 kg do 1 100 000 kg koštica masline godišnje. Na temelju tih pretpostavki će se postaviti radne procjene raspoloživih količina u daljnjoj analizi.

- **Druga biomasa**

Tipične vrste biomase koje se uzimaju kao pogodne za dodavanje raspoloživim sirovinama za proizvodnju drvnih peleta su piljevina, drvena sječka, otpilci i ostaci iz drvene industrije, slama, ljuske žitarica, ljuske koštunjavih plodova (bademi, orasi...), neke trave, a mogu se promatrati i ostaci rezidbe voćnjaka, trs vinove loze itd. No, kako su raspoložive količine takvih alternativnih izvora i organizacija njihovog prikupljanja vrlo neizvjesni, ti se drugi izvori ne uzimaju u razmatranje u ovim analizama.

4.3 Kapaciteti za sječu i pridobivanje sirovine

Mehaničko suzbijanje invazivne vrste *Ailanthus altissima* (pajasen) predstavlja izuzetno složen i dugotrajan proces koji zahtijeva duboko razumijevanje ekologije ove biljke i njezinih regeneracijskih mehanizama. Osnovni princip mehaničkog uklanjanja temelji se na kontinuiranom iscrpljivanju korijenovog sustava kroz višegodišnje sustavno uklanjanje nadzemnih i podzemnih dijelova biljke. Ključni problem u borbi protiv pajasena leži u njegovoj izuzetnoj sposobnosti vegetativne regeneracije - svaka mehanička intervencija potiče masovno izbijanje novih izdanaka iz brojnih adventivnih pupova na korijenovom sustavu, koji se može širiti i do 15 metara od matičnog stabla.

Za učinkovito mehaničko suzbijanje nužno je primijeniti kombinaciju metoda prilagođenih razvojnim fazama biljke i lokalnim ekološkim uvjetima. Kod mladih izdanaka do 6 cm promjera (oko 20 cm opsega) najučinkovitija je metoda potpunog čupanja koja zahtijeva pažljivo ekstrahiranje cijelog korijenovog sustava pomoću specijaliziranih alata kao što su ekstraktigatori s polugom, arborske hvataljke ili dubinske motike. Kritičan aspekt ovog postupka je potpuno uklanjanje svih korijenovih dijelova, jer čak i oni duži od 2-3 cm mogu dati nove izdanke. Optimalno vrijeme za čupanje je period aktivnog rasta (travanj-lipanj) kada je kretanje sokova najintenzivnije, a tlo bi trebalo biti dovoljno vlažno kako bi se olakšala ekstrakcija.

Kod većih stabala primjenjuje se složeniji protokol koji uključuje odstranjivanje grana, kontroliranu sječu stabla, nakon čega slijedi mehanička destrukcija panja specijaliziranim frezama. Ovaj postupak se mora ponavljati u intervalima tijekom cijele vegetacijske sezone, s posebnim naglaskom na uklanjanje novih izdanaka prije nego što dostignu visinu od 50 cm. Uz strogo poštivanje vremenskih intervala i tehničkih standarda ovakav sustav intervencija može dovesti do 70-85% redukcije populacije u roku od 5-7 godina.

U financijskom smislu, mehaničko suzbijanje zahtijeva značajna ulaganja, kako tako i redovita godišnja. U usporedbi s kemijskim metodama, ovaj pristup nudi niz prednosti u osjetljivim ekosustavima - ne ugrožava autohtone vrste, ne onečišćuje tlo i vodene tokove, te omogućuje potpunu kontrolu nad procesom uklanjanja. Za konačni uspjeh ključna je kontinuitet intervencija uz redovito praćenje stanja. Najveći izazov predstavlja održavanje aktivnosti i financijske potpore tijekom cijelog procesa, što zahtijeva jasno definiran dugoročni akcijski plan i edukaciju svih uključenih dionika.

Na istraživanom području i okolici dionici u svrhu provedbe operacija prikupljanja biomase pajasena prepoznaju se komunalna poduzeća, državno poduzeće sa svojim podružnicama i organizacijskim jedinicama „Hrvatske šume“ d.o.o. i LAG-ovi, ali i privatni poduzetnici. Uz odgovarajuću suradnju navedenih moguće je organizirati sustavno prikupljanje biomase, no za to je potrebno uspostaviti odgovarajući pravni okvir, potpisati ugovore o suradnji, te krenuti sa realizacijom. U ovom trenutku jedina moguća pretpostavka je da će se prikupljanje biomase na neki od načina realizirati, no troškove nije moguće procijeniti.

4.4 Prerada prikupljene biomase

Prikupljenu biomasu potrebno je transportirati u kontrolirane uvjete skladištenja kako bi se spriječilo neželjeno širenje sjemena ili korijenovih fragmenata, što predstavlja ključni zahtjev Europske agencije za okoliš (EEA) u upravljanju invazivnim vrstama. Ostaci od prerade maslina (koštice, lozine, lisni ostaci) se integriraju u proces kao vrijedna sirovina, čime se rješava problem zbrinjavanja ovog poljoprivrednog otpada koji tradicionalno predstavlja izazov u mediteranskim regijama. Kombinacija ove dvije komponente omogućuje optimalan omjer lignina i celuloze u konačnom proizvodu, što povećava energetska učinkovitost.

Skladištenje posječene biomase pajasena i ostataka prije prerade predstavlja kritičnu fazu u cjelovitom procesu proizvodnje peleta koja zahtijeva posebnu pažnju kako bi se osigurala minimalna ekološka stopa i usklađenost s europskim propisima. Transportirana biomasa trebala bi se pohranjivati u specijalizirane, kontrolirane skladišne hale koje sprječavaju stvaranje anaerobnih uvjeta. Skladišni prostori trebali bi osigurati sprječavanje širenje sjemena invazivne vrste. Proces skladištenja je trebao bi biti vremenski kontroliran - biomasa pajasena se prerađuje u roku od nekoliko dana od prijema kako bi se spriječila degradacija lignoceluloznih sastojaka i gubitak kalorične vrijednosti, dok se maslinovi ostaci skladište do tjedan dana u posebnim aerobnim uvjetima koji sprječavaju razvoj plijesni. Ova diferencijacija osigurava optimalne ulazne parametre za daljnju preradu uz minimalne gubitke materijala, što je ključno za ispunjavanje zahtjeva Direktive o obnovljivim izvorima energije (RED, 2018) u pogledu učinkovitosti pretvorbe biomase.

U pogledu emisija stakleničkih plinova, cijeli lanac vrijednosti pokazuje izuzetno povoljnu bilancu. Za očekivati je smanjenje emisija CO₂ ekvivalenta u usporedbi s fosilnim alternativama, što nadmašuje minimalne zahtjeve iz Direktive o obnovljivim izvorima energije. Ključni čimbenici ovog uspjeha uključuje minimizaciju transportnih udaljenosti od mjesta prikupljanja do prerade biomase. Iz toga razloga osnovne pretpostavke za lokaciju proizvodnog postrojenja za preradu su površina od minimalno 1,5 ha, optimizirana (minimalna) udaljenost transporta obzirom na rasprostranjenost lokacija, te blizina prometnica. Također je potrebno uzeti u obzir se prostorne čimbenike, a predložene lokacije za postrojenje unutar projektnog područja JI Pelješca prikazane su u prethodnom poglavlju (Slika 3-23).

5 Proizvodnja peleta od drvene mase pajasena i drugih ostataka

5.1 Pajasen kao sirovina za pelete

Proizvodnja drvenih peleta od pajasena je izvodljivo, te energetski i ekonomski interesantno, s obzirom na njegov brzi rast i široku dostupnost u nekim regijama. Rizici se mogu promatrati u području varijacija kemijskog sastava i ekoloških nesigurnosti.

Tipičan tijek procesa i bitnih stavki kod korištenja pajasena kao biogoriva ogleda se u koracima u proizvodnji drvenih peleta:

1. Sječa i izrada:
 - Sječa stabala i izrada sortimenata, ako je potrebno, uklanjanje kore radi smanjenja nečistoća
 - Usitnjavanje na manje komade za lakšu obradu (sječka)
2. Sušenje:
 - Sadržaj vlage od 10-15% je optimalan za proizvodnju peleta, sušenje na zraku ili u industrijskim sušarama
3. Mljevenje:
 - Mljevenje sječke u fine čestice (konzistencija poput piljevine) u mlinu čekićar ili sličnoj opremi
4. Poboljšanje (opciono):
5. Dodavanje veziva (npr. škrob) ako prirodni lignin u drvu pajasena nije dovoljan za vezivanje peleta tijekom kompresije.
6. Peletiranje:
 - Komprimiranje u pelete koristeći peletizator.
 - Temperatura tijekom kompresije treba biti dovoljno visoka da oslobodi prirodni lignin, koji djeluje kao vezivo i daje peletima trajnost.
7. Hlađenje:
 - peleti se hlade i stvrdnjavaju, za održavanje konzistencije
8. Pakiranje i skladištenje:
 - Pakiranje u hermetičke vreće za izbjegavanje apsorpcije vlage i skladištenje na suhom, hladnom mjestu.

Nedostaci, odnosno rizici kod pajasena kao biogoriva su:

1. Kemijski sastav:
 - Drvo pajasena sadrži veliku količinu minerala koji stvaraju pepeo, što može dovesti do stvaranja šljake i zagađenja u pećima na pelete.
- Također može emitirati više hlapljivih organskih spojeva (eng. *VOC, volatile organic compounds*) tijekom izgaranja u usporedbi s drugim tvrdim drvetom.
2. Ekološki utjecaj:

- Kako se pajasen smatra invazivnom vrstom, njegovo ekonomsko korištenje bi moglo potaknuti širenje, posebno ako se ne bere odgovorno.
- 3. Trajnost:
 - Prirodni sadržaj lignina u pajasenu može biti nedostatan za čvrstoću i trajnost peleta, što onda zahtijeva dodatna veziva.
- 4. Logistika:
 - Troškovi transporta i sušenja mogu varirati ovisno o lokaciji nasada.

5.2 Koštice maslina kao dodatna sirovina za pelete

Kako su količine pajasena upitnih potencijala za komercijalno energetska korištenje, uz neka njegova manje povoljna svojstva, potrebno je razmotriti raspoloživost dodatnih količina biomase druge vrste, koja bi se mogla dodati dostupnoj drvnoj masi, s ciljem osiguranja većih količina i boljih svojstava za proizvodnju drvnih peleta. Koštice maslina, kao ostataka iz proizvodnje ulja masline, su prva opcija koja se razmatra.

Peleti od koštica maslina promatraju se kao ekološki prihvatljivo i održivo biogorivo, kao nusproizvod proizvodnje maslinovog ulja. Koštice se melju, suše i komprimiraju u visoke gustoće. Masa koštica maslina kao udio ukupne težine maslina obično se kreće između 15% i 25%. To varira ovisno o vrsti masline, njenoj zrelosti i sadržaju vlage. Pretpostavke:

- obrada 100 kilograma maslina daje približno 15 do 25 kilograma koštica maslina
- preostala masa sastoji se od pulpe, ulja i vode

Ključne karakteristike ovog biogoriva:

- Visoka ogrjevna vrijednost: Peleti od koštica maslina obično imaju ogrjevnju vrijednost od oko 17–19 MJ/kg, usporedivu s drugim kvalitetnim biogorivima.
- Nizak sadržaj vlage: Nakon obrade, sadržaj vlage u peletima od koštica maslina obično se smanjuje na manje od 10%.
- Nizak sadržaj pepela: Peleti od koštica maslina proizvode relativno malo pepela (oko 0,7–1,5%) tijekom sagorijevanja, što ih čini pogodnima za kućne i industrijske kotlove.
- Okolišne prednosti: potpora dekarbonizaciji, poljoprivredni ostaci kao vrijedan izvor energije.

Specifične naprednije karakteristike korištenja ove biomase:

- Miješanje s drugom drvenastom sirovinom: koštice masline mogu se miješati s drugim biomasom (poput drvene sječke ili poljoprivrednih ostataka) kako bi se poboljšala kvaliteta peleta.
- Kompaktni sustavi: Dostupni su mali sustavi za peletiranje za lokalnu obradu koštica maslina.
- Automatizacija: Napredna postrojenja koriste automatizirane sustave za praćenje i kontrolu vlage, temperature i kvalitete peleta.

5.3 Karakteristike proizvodnje peleta kombiniranjem sirovina

Miješanje mase drva pajasena i koštica masline je posebna problematika. Optimalni omjer miješanja u peletima ovisi o željenim svojstvima peleta (npr. ogrjevna vrijednost, sadržaj pepela, izdržljivost). Preporučeni početni omjeri (za testiranje) bi bili sljedeći:

Uobičajeni omjeri za *Ailanthus* i koštice maslina

1. **70:30 (Ailanthus:Koštice maslina)**

- Najbolje za održavanje visokog sadržaja drva uz poboljšanje izdržljivosti i kalorijske vrijednosti.
- Prednosti:
 - Niži sadržaj pepela u usporedbi s višim omjerima koštica maslina.
 - Zadržava strukturalni integritet peleta.
- Primjene: Pogodno za kućne peći s umjerenom tolerancijom na pepeo.

2. **60:40 (Ailanthus:Koštice maslina)**

- Uravnotežena mješavina koja nudi veći energetske učinak zbog kalorijske vrijednosti koštica maslina.
- Prednosti:
 - Dobra vezivnost zahvaljujući prirodnim uljima i ligninu iz koštica maslina.
- Primjene: Idealno za industrijske kotlove ili elektrane na biomasu.

3. **50:50 (Ailanthus:Koštice maslina)**

- Mješavina u jednakim dijelovima maksimizira prednosti oba materijala.
- Prednosti:
 - Visoka energetska gustoća (~19–21 MJ/kg, ovisno o materijalima).
 - Poboljšana izdržljivost peleta i učinkovitost izgaranja.
- Primjene: Dobro funkcionira za komercijalne primjene ili gdje upravljanje pepelom nije problem.

Razmatranja za prilagodbu omjera

1. **Potrebe za kalorijskom vrijednošću:**

- Koštice maslina imaju kalorijsku vrijednost od ~18–22 MJ/kg, što je više od većine tipova korištenog drva (~18 MJ/kg prosjek). Veći sadržaj koštica maslina povećava energetske učinak peleta.

2. Sadržaj pepela:

- Drvo pajasena ima veći sadržaj pepela od mnogih drugih vrsta drva, a koštice maslina doprinose umjerenom pepelu (~2–3%). Držite mješavine oko 70:30 ili 60:40 za sustave s niskim sadržajem pepela.

3. Izdržljivost i vezivnost:

- Prirodna ulja i lignin iz koštica maslina pomažu u vezivanju peleta. Veći omjeri koštica maslina mogu smanjiti potrebu za dodatnim vezivima, posebno iznad 30%.

4. Sustavi izgaranja:

- Kućna ložišta: preporučeni niži omjeri koštica maslina (30–40%), industrijski sustavi: mogu podnijeti 50% ili više koštica maslina.

Detaljnija tablica omjera za usporedbu, s istaknutim bitnim svojstvima prikladnosti i raznih primjena, je u nastavku. Navedeno svojstvo **trajnosti** prikazuje koliko dobro peleti odolijevaju raspadanju. Veći omjeri koštica maslina poboljšavaju integritet peleta zbog prirodnih ulja i lignina.

Tablica 5-1 Usporedba značajki peleta obzirom na omjer smjese sirovina u agropeletima

Omjer u smjesi	H _d (MJ/kg)	Pepeo (%)	Trajnost (%)	Glavne prednosti	Preporučena primjena
100:0 (samo pajasen)	~18.0	~3.5	~85	znatna raspoloživost biogoriva, ali veći sadržaj pepela i manja trajnost peleta	Primjena u zgradarstvu (sustavi fleksibilni prema sadržaju pepela)
80:20	~18.5	~3.0	~88	nešto malo bolja ogrjevna vrijednost i vezivanje; zadržava drvenu teksturu s manje pepela.	Manja stambena ili komercijalna ložišta
70:30	~19.0	~2.8	~90	uravnotežena ogrjevna vrijednost i trajnost, znatno manje pepela	prikladno za stambena ili manja industrijska postrojenja
60:40	~19.5	~2.5	~92	povećana ogrjevna vrijednost i trajnost, zahvaljujući uljima masline i ligninu	industrijske kotlovnice, napredna postrojenja u zgradarstvu
50:50	~20.0	~2.3	~95	maksimalna ogrjevna vrijednost i vrlo dobra trajnost peleta, umjeren udio pepela	veća industrijska postrojenja (npr. elektrane).
40:60	~20.5	~2.1	~97	viša gustoća energije, prevladavaju koštice masline, poboljšavajući trajnost	visokoučinkovite energane na biomasu s dobrom kontrolom pepela

Omjer u smjesi	H _d (MJ/kg)	Pepeo (%)	Trajnost (%)	Glavne prednosti	Preporučena primjena
0:100 (samo koštice masline)	~21.0	~2.0	~98	najviša ogrjevna vrijednost i odlična svojstva vezivanja, no ograničena raspoloživost koštica masline	specijalizirana primjena (npr. kvalitetna biogoriva za industriju).

5.4 Opis procesa i postrojenja za peletiranje

Za korištenje navedenih količina raspoložive biomase, u nastavku se razmatra koncept manjeg postrojenja za proizvodnju drvnih peleta prikladnog kapaciteta. Kada se analiziraju manja postrojenja za proizvodnju drvnih peleta, raspon kapaciteta proizvodnje je od 500 kg do 2 tone po satu. Postrojenje se sastoji se od mlina čekićara, sušare, transportera, stroja za peletiranje, protustrujnog hladnjaka i stroja za pakiranje peleta, kao osnovnih cjelina. Mala proizvodna linija za drvene pelete može obaviti cijeli proces proizvodnje, uključujući drobljenje sirovina, sušenje, samo peletiranje, hlađenje peleta i pakiranje. Primjenjuje se na različite biomaterijale kao što su piljevina, drvene sječke, drvene strugotine, slama, stabljika, rižina ljuska, pšenične mekinje, ljuska kikirikija, trava, lucerna, sijeno, itd. Glavni dio male tvornice peleta su strojevi za peletiranje s ravnom matricom (prešom). Uže promatrani kapacitet proizvodnje jednog stroja za peletiranje je 200-800 kg/h, i više sklopova se može kombinirati modularno, za veći kapacitet.

Opis bitnih dijelova postrojenja:

Mlin čekićar se koristi za drobljenje ulazne sirove biomase u sitne čestice (3-5 mm). Za peletiranje, veličina sirovina treba biti manja od veličine rupa ravne matrice, inače mogu blokirati stroj za peletiranje i utjecati na stopu oblikovanja. Mlinovi čekićari mogu biti pokretani električnim motorom ili dizelskim motorom, kapacitet proizvodnje je od 200 kg/h do 2100 kg/h.



Slika 5-1 Mlinovi čekićari

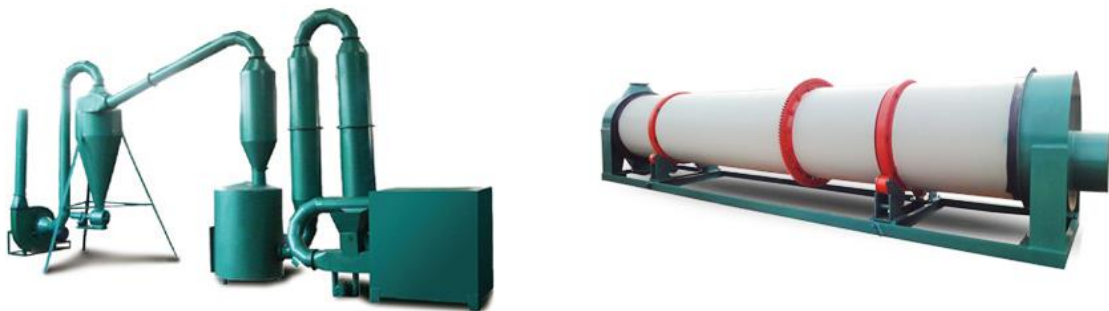
(izvor: GEMCO Energy)

Pužni transporter se koristi za prijenos materijala iz jednog procesa u drugi. Može osigurati kontinuiranu proizvodnju tvornice drvenih peleta i smanjiti ručni rad.



Slika 5-2 Pužni transporter

Sušilo za smanjenje sadržaja vlage. Sirovine za izradu drvenih peleta trebaju imati sadržaj vode između 10% i 18%. Stroj za sušenje može smanjiti sadržaj vode na potrebnu razinu, kako bi se poboljšala stopa oblikovanja i kvaliteta peleta. Stroj za sušenje može se klasificirati u dvije vrste: sušara s protokom zraka i bubanj sušara. Sušara s protokom zraka primjenjuje se na materijale čiji je promjer manji od 5 mm. Može smanjiti sadržaj vlage od 25-30% na 10-15%. Bubanj sušara primjenjuje se na velike biomaterijale. Može smanjiti sadržaj vlage od 35%-50% na 12%-15%.



Slika 5-3 Sušila

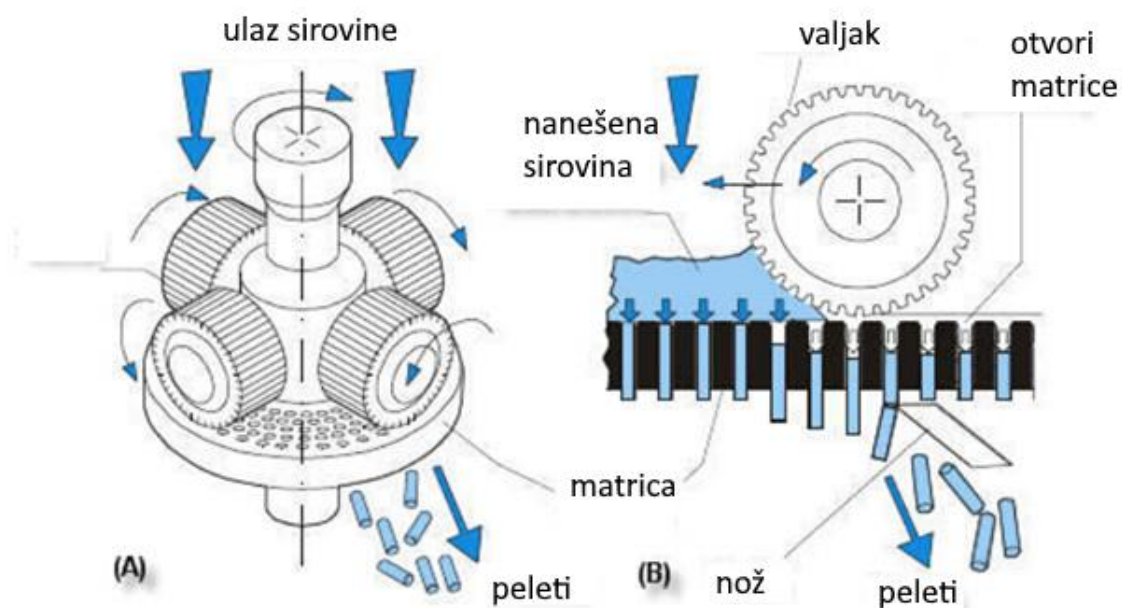
Preša za peletiranje s ravnom matricom. Ovo je glavni dio male tvornice drvenih peleta. Koristi se za obradu sirovina u čvrste pelete. Kapacitet stroja za peletiranje određuje izlaz cijele tvornice drvenih peleta. Možete kombinirati nekoliko strojeva za peletiranje kako biste poboljšali proizvodnju. Stroj za peletiranje s ravnom matricom može se klasificirati u dvije vrste: tip s rotirajućim valjkom i tip s rotirajućom matricom. Prvi radi tako da se valjak rotira na stacionarnoj matrici, dok drugi radi tako da se ravna matrica rotira, a valjak ostaje nepomičan. Tip s rotirajućim valjkom ima veći kapacitet i izdržljiv prijenosnik, dok je tip s rotirajućom matricom ekonomičniji i mobilniji.



Slika 5-4 Preše za peletiranje

Sami ključni proces nastanka peleta u preši se odvija protiskivanjem kroz odgovarajuću matricu. Kratki opis tipičnog procesa:

Kada se pripremljena biomasa dovede u spremnik, pada na plosnату matricu odgovarajućeg promjera otvora (prema odabranoj veličini peleta). Tijekom rotacije matrice, valjci se kotrljaju preko sloja sirovine. Drvena masa se oblikuje u cilindrične pelete u rupama. potom ih rezač reže. Na kraju, peleti padaju na disk za izbacivanje peleta i izlaze kroz izlazni spremnik.



Slika 5-5 Proces u preši za proizvodnju peleta

(izvor: GEMCO Energy)

Protustrujni hladnjak za hlađenje peleta. Visoka temperatura u stroju za peletiranje će zagrijati pelete. Obično se mogu prirodno ohladiti, ali ako se pakiraju odmah nakon proizvodnje, hladnjak peleta može poboljšati učinkovitost. Hlađenje također može povećati tvrdoću drvenih peleta.



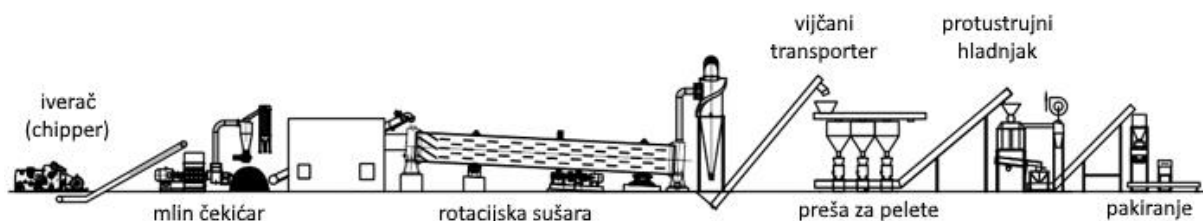
Slika 5-6 Protustrujni hladnjak

Pakirnica je dio postrojenja za pakiranje proizvoda u odgovarajuće vreće, kapaciteta prema uvjetima transporta i distribucije. Bitno je proces pakiranja i ambalažu odabrati tako da se peleti zaštite od vlage i zraka, da se ne oštete te da je pakirani proizvod prikladan za skladištenje i transport.



Slika 5-7 Pakirnica

Procesni tijek stacionarnog postrojenja za proizvodnju peleta ovisi o odabranom kapacitetu. Shematski prikaz postrojenja kapaciteta 2 tone po satu je vidljiv na donjoj slici.



Slika 5-8 Shema stacionarnog postrojenja za proizvodnju peleta

Manje postrojenje, kapaciteta reda veličine 500 kg/h, ima nešto jednostavniji proizvodni proces, kako je prikazano na shemi niže.



Slika 5-9 Shema manjeg/jednostavnijeg postrojenja za proizvodnju peleta

Kao alternativa opisanom stacionarnom postrojenju manjeg kapaciteta, komercijalno su dostupne **mobilne jedinice za peletiranje** još manjih kapaciteta, već od 50 kg/h do 400 kg/h. To su vrlo kompaktna postrojenja električne snage u rasponu 5,5 do 24 kw koja se mogu razmatrati pri specifičnim uvjetima dobave i smještaja sirovine, raspoloživosti prostora te transporta.



Slika 5-10 Mobilne jedinice za peletiranje manjih kapaciteta

U osnovi pogonjena električnim motorom, ovakva mobilna postrojenja postoje i u izvedbi s diesel motorom. Također, posebne izvedbe se mogu kombinirati s traktorskim pogonom.



Slika 5-11 Mobilna jedinica za peletiranje s traktorskim pogonom

Razmatranje mobilnih jedinica za peletiranje ovisi o organizacijskim i terenskim uvjetima.

6 Poslovni plan proizvodnje peleta

6.1 Analiza tržišta i potencijalnih kupaca

U Hrvatskoj se prosječno godišnje proizvede oko 550.000 t peleta, dok je domaća potražnja oko 20% (Dubrovački dnevnik, 2022). Na tržištu su dostupni sljedeći proizvodi:

Tablica 6-1 Proizvodi dostupni na tržištu

Naziv proizvoda	Redovna cijena u EUR	Zemlja porijekla
Energy pellets (bukva i jela) (PEVEX peleti, n.d.)	4,39	
Drveni peleti Šišarka (PEVEX peleti, n.d.)	4,99	Hrvatska
Drveni peleti Spačva (tvrdo drvo, kalorijska vrijednost 5,1 kWh/kg) (PEVEX peleti, n.d.)	4,39	Hrvatska
Spačva peleti EN Plus A2 (bukva, hrast) (Nordia Wood, n.d.)	3,8	Hrvatska
Woody pelleti, Din Novoselec (bukva/hrast, jasen/grab, smreka) (Nordia Wood, n.d.)	4	Hrvatska
Heba peleti ENPlus A1 (bukva, jela/smreka) (Nordia Wood, n.d.)	4	Hrvatska
Eco peleti Red Devili ENPlus A1 (smreka, bukva) (Nordia Wood, n.d.)	4	Hrvatska
Danko EN Plus A2 (hrast, jela/smreka) (Nordia Wood, n.d.)	3,8	Hrvatska
PIB extra pelet (jela/smreka/lipa/bukva) (Nordia Wood, n.d.)	4	Hrvatska
More EN PLUS A1 (bukva, jela/smreka) (Nordia Wood, n.d.)	4	
Finvest peleti ENPlus A1 (smreka, bukva) (Nordia Wood, n.d.)	4	Hrvatska
Drveni peleti Greenheat premium (drvo smreke, hrasta, bukve, jele) (Bauhaus, n.d.)	4,29	
Drveni peleti Horizont A1 (smreka) (Bauhaus, n.d.)	3,49	
Drveni peleti Soles A1 (Bauhaus, n.d.)	3,99	Slovenija

Ni u Dubrovačko-neretvanskoj ni u Splitsko-dalmatinskoj županiji nema peletirnice. U Hrvatskoj se najbliža peletirnica nalazi u Ličko-senjskoj županiji, pa je zbog nižih transportnih troškova oportuno proizvoditi pelete na Pelješcu.

Prema Programu energetske obnove višestambenih zgrada do 2030. godine (Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, n.d.), udjel peleta/drvene sječke u

grijanju obiteljskih kuća u Hrvatskoj bio je samo 3,52% 2019. godine, dok se u višestambenim zgradama peleti uopće ne koriste. Ako se gleda tendencija da se izbace fosilna goriva iz upotrebe, tada se otvara prostor za povećanje tržišta za 20%-ak posto u korist peleta, a isto je tako za vjerovati da će dio kućanstava koja koriste ogrjevno drvo isto supstituirati za pelete zbog lakše manipulacije. Ovdje je ključna cijena peći na pelete u odnosu na cijenu (i dotrajalost) peći na drva.

Ako se promatra samo područje Dubrovačko-neretvanske županije, prema recentnijim podacima koji se mogu smatrati reprezentativnima, ukupna potrošnja drvnih peleta na ovom području je oko 6800 tona godišnje (Vuk, 2019). Načelno se stoga može pretpostaviti da bi lokalno tržište bilo sposobno apsorbirati cjelokupni proizvodnju peleta iz sustava razmatranog u ovoj analizi.

6.2 Investicijski troškovi (oprema, infrastruktura, logistika)

Investicijski troškovi odnose se na ukupna ulaganja dok se peletirnica stavi u pogon. Predviđeno je 15.000 m² zemljišta za peletirnicu, skladište, parkiralište administrativnu prostoriju. Podrazumijeva se da će 1.500 m² biti građevinsko zemljište, dok će ostalo zemljište do 13.500 m² biti ostalo poljoprivredno. Pretpostavljena cijena po m² zemljišta je 80 EUR za građevinsko zemljište, odnosno 15 EUR za ostalo poljoprivredno zemljište. Oprema za proizvodnju peleta podrazumijeva mlinove, sušilice, peletirke, hladnjake, sita, transportere.

Tablica 6-2 Predviđeni investicijski troškovi, u EUR

Stavka ulaganja	Iznos u EUR
Kupnja zemljišta	322.500,00
Izgradnja zgrade	300.000,00
Oprema za proizvodnju peleta	1.000.000,00
Oprema za skladištenje i pakiranje	250.000,00
Priključci na komunalije i potrebna infrastruktura	200.000,00
Osnovni investicijski troškovi	2.072.500,00
Projektiranje, dozvole, inženjering	41.450,00
Neplanirani troškovi	300.000,00
Ukupni investicijski troškovi	2.413.950,00

6.3 Operativni troškovi (sirovine, energija, radna snaga)

Godišnja količina pajasena se u svakoj od prvih 10 godina rada peletirnice procjenjuje na 556,8 tona, što je 80% raspoložive godišnje drvene mase u m³ (696 m³). Tome se pridodaje 800 t koštica maslina svake godine. Moguće su i veće količine koštica masline ako se ugovori potpišu sa svim uljarama, ali ovo je konzervativna procjena.

Pretpostavka je da je potrebna dvostruko veća količina sirovine pajasena za proizvodnju 1 t peleta, dok se 77% peleta proizvede iz 100% raspoloživih koštica masline. Na godišnjoj razini moguća je varijabilnost sirovina i do +/-30%, ovisno o vrsti godine (kišna, sušna). Pretpostavlja se da će peletirnica raditi minimalno 125 radnih dana (4.000 sati) godišnje i da će se peletirnica postaviti na sredinu otoka u neku postojeću halu koja se mora malo renovirati ili će se hala izgraditi uz pripadajuća skladišta za sirovinu, jer se sirovina ne može ni skupljati ni dovoziti svaki dan.

Tablica 6-3 Godišnji operativni troškovi, u EUR

Vrsta operativnog troška	Iznos u EUR
Troškovi sirovine	0
Pajasen u tonama (556,8)	0
Koštice maslina u tonama (800)	0
Oprema za proizvodnju peleta (održavanje i rezervni dijelovi)	60.000,00
Oprema za skladištenje i pakiranje	25.000,00
Režije i administrativni troškovi	15.000,00
Troškovi radne snage, uključivo oni za prikupljanje sirovine	200.000,00
Ukupni operativni troškovi	300.000,00

6.4 Financijska analiza (povrat investicije, profitabilnost)

Od 556,8 tona pajasena i 800 tona koštica maslina, moguće je proizvesti 894,4 tone peleta godišnje. Ako vreća peleta ima 15 kg, onda je to 59.627 vreća peleta. Pretpostavljeno je da je proizvodna cijena vreće peleta 3,5 EUR po vreći, dok će se prodajna vjerojatno kretati oko 4,5 EUR.

Uz prodajnu cijenu od 3,5 EUR po vreći peleta, peletirnica može zaraditi 208.693,00 EUR godišnje. Iz ovoga se vidi da godišnji prihod peletirnice ne može pokriti godišnje operativne troškove. No, to je konzervativni slučaj u kojem peletirnica radi 4.000 sati godišnje. Sva dodatna sirovina koja se može preraditi u peletirnici, smanjit će negativni novčani tok na godišnjoj razini.

Tablica 6-4 Izračun financijske isplativosti u EUR

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investicijski troškovi	- 2.413.950										
Prihodi		208.693	208.693	208.693	208.693	208.693	208.693	208.693	208.693	208.693	208.693
Operativni troškovi		300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Neto novčani tok	- 2.413.950	-91.307	-91.307	-91.307	-91.307	-91.307	-91.307	-91.307	-91.307	-91.307	-91.307

Iz tablice (Tablica 6-4) se vidi da se očekuje da se u peletirnicu mora investirati oko 2,4 milijuna eura i to će biti trošak koji se neće pokriti, odnosno trošak za koji će trebati državna / EU subvencija. Iznos može biti i manji i ovisi o veličini raspoloživog zemljišta, odnosno troškovima gradnje hale i skladišta te opreme za peletirnicu. Na godišnjoj razini će trebati pokrivati do 100-ak tisuća eura razlike po vrlo konzervativnoj procjeni. Ukoliko dovoz sirovine bude veći, potrebno je oko 40% više sirovine nego što je pretpostavljeno, peletirnica može ostvarivati pozitivnu nulu, što znači da neće biti potrebno pokrivati njezine operativne troškove na godišnjoj razini.

6.5 Strategija marketinga i prodaje

Marketinška strategija treba biti usmjerena na nekoliko područja:

- Suzbijanje invazivne vrste u suradnji s domaćim eko-udrugama
- Reklamiranje postojanja peletirnice koja osim pajasena može preraditi koštice masline, ali i drugo drvo ili ostatke drveta poput stabljika vinove loze
- Reklamiranje domaćeg proizvoda s Pelješca i jedinstvenosti sirovine korištene u proizvodnji peleta
- Reklamiranje održivosti grijanja na pelete u odnosu na ostale vrste ogrjeva (niski ugljični otisak, ravnomjerno zagrijavanje).

Ovisno o sezoni, peći za pelete mogu se kupiti po cijeni od 1.600-2.300 EUR (PEVEX peći, n.d.), dok su peći na drva puno jeftinije i njihova se cijena kreće od 200-600 EUR (PEVEX peći na drva, n.d.). 1 kg ogrjevnog drva košta od 0,35 do 0,5 eura, što je viša cijena od peleta koji se mogu nabaviti po cijeni od 0,27 eura po kg (Bauhaus drva za ogrjev, n.d.). Stoga je prodaja peći za pelete na rate prihvatljiva opcija za povećanje potražnje za peletima.

7 SWOT analiza

SWOT analiza	
Prednosti	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • Ekološka održivost – Iskorištavanje otpada (maslinova koštica) i invazivne vrste (<i>Ailanthus</i>) smanjuje količinu otpada i štetnih tvari u prirodi. • Niska cijena sirovina – Maslinov otpad je jeftin ili besplatan. • Visoka energetska vrijednost – Maslinova koštica ima visok sadržaj lignina, što povećava kaloričnu vrijednost peleta. • Smanjenje invazivnih vrsta – Kontrolirano iskorištavanje pajasena smanjuje njegovo širenje. • Podrška zelenim politikama – Proizvodnja potiče cirkularnu ekonomiju i korištenje obnovljivih izvora energije. 	<ul style="list-style-type: none"> • Varijabilnost kvalitete sirovina – otpad iz proizvodnje maslina i pajasen mogu imati različitu vlagu i sastav, što otežava proizvodnju po zahtijevanim standardima. • Veći udio pepela – biomasa pajasena i maslinov otpad mogu ostaviti više pepela od drvnih peleta, što zahtijeva češće čišćenje ložišta. • Potreba za dodatnom preradom – Sušenje i usitnjavanje sirovine mogu povećati troškove. • Regulatorna ograničenja – način, metode i tehnike sakupljanja invazivnih vrsta.
Prilike	Prijetnje
<ul style="list-style-type: none"> • Rastuća potražnja za obnovljivim gorivima – Tržište peleta raste zbog zelene tranzicije. • Nema peletirnice na području Dubrovačko-neretvanske županije. • Potencijalne subvencije i poticaji – EU i državne potpore za projekte cirkularne ekonomije. • Proširenje sirovinskih izvora – Mogućnost korištenja drugih invazivnih vrsta i poljoprivrednog otpada. • Zamjena grijanja na fosilna goriva s biomasom. • Podizanje svijesti potrošača – Proizvodnja ekološki prihvatljivih peleta može privući kupce kojima je važna održivost. • Poticanje zainteresiranosti lokalnog stanovništva za korištenje ogrjeva koji ujedno suzbija rasprostranjenost invazivne vrste pajasena. 	<ul style="list-style-type: none"> • Konkurencija klasičnih peleta – Standardni drveni peleti imaju veću prepoznatljivost i stabilniju potražnju na tržištu. • Sezonska dostupnost maslinovog otpada i ovisnost o ručnom sakupljanju biomase pajasena. • Potreba mobiliziranja radne snage za krčenje pajasena. • Inicijalno negativan utjecaj na ekosustav – uklanjanje pajasena može narušiti ravnotežu staništa. • Cjenovne fluktuacije energenata – Ako cijene plina ili drva padnu, peleti postanu manje konkurentni.

SWOT analiza (*engl. strengths, weaknesses, opportunities and threats*) daje presjek pozitivnih i negativnih argumenata za investiranje u peletirnicu.

Temeljne prednosti su u tome da se postiže ekološka održivost ekosustava uklanjanjem pajasena kao invazivne vrste i poticanjem održivosti preradom koštica maslina. Cijena sirovine

je nula ili uz prijevoz jako niska, dok je njezina kalorična vrijednost visoka.

Prilike su u diverzifikaciji ponude peleta – jer nitko ne proizvodi pelete ni od pajasena ni od koštica masline. Daje se lokalni element u ponudi peleta, jer peletirnice nema ni na području Dubrovačko-neretvanske ni na području Splitsko-dalmatinske županije. Potražnja za peletima rast će kako se potiče zamjena fosilnih goriva i održivost sustava grijanja.

Najveća slabost je u vrsti sirovine, koja, može izazvati nešto veće troškove održavanja zbog većeg udjela pepela.

Sama organizacija posla prikupljanja i dovoza sirovine, kao i sezonski karakter rada peletirnice zbog dostupnosti sirovine povećavaju investicijske troškove jer se moraju osigurati dodatni prostori za skladištenje sirovine. Prihvatljivost peleta na tržištu umnogome će ovisiti o cijeni ostalih energenata na tržištu.

8 Zaključak i preporuke

Sažetak ključnih nalaza studije

Studija se fokusira na sustavno uklanjanje invazivne vrste *Ailanthus altissima* (pajasen) s jugoistočnog dijela poluotoka Pelješca, gdje ova vrsta ugrožava autohtone ekosustave, posebno prioritetni stanišni tip 6220 Eumediteranski travnjaci Thero-Brachypodietea. Pajasen se karakterizira brzim rastom, visokom reprodukcijom sposobnošću i otpornošću na nepovoljne uvjete, što ga čini izazovnim za suzbijanje. Glavni cilj je uklanjanje ove vrste te njezina prerada u pelete, kombinirajući je s ostacima od prerade maslina (koštice, lozine) kako bi se postigla ekonomska održivost i smanjio negativni utjecaj na okoliš. Prikupljena biomasa pajasena i maslinovih ostataka mora se transportirati u kontrolirane skladišne prostore kako bi se spriječilo širenje sjemena ili korijenovih dijelova. Skladišta moraju osigurati aerobne uvjete kako bi se spriječila anaerobna razgradnja i gubitak kalorične vrijednosti. Pajasen se prerađuje u roku od nekoliko dana nakon prijema, dok se maslinovi ostaci mogu skladištiti do tjedan dana. Proces uklanjanja pajasena zahtijeva kontinuirano praćenje kako bi se spriječilo ponovno izbijanje izdanaka iz korijenovog sustava. Kombinacija mehaničkih metoda (čupanje mladih izdanaka, sječa stabala, frezanje panjeva), kemijskog tretiranja biljaka i tehnoloških alata (GIS, satelitske snimke) osigurava učinkovitost procesa. Termička obrada biomase smanjuje rizik od širenja invazivne vrste. Proizvodnja peleta doprinosi cirkularnoj ekonomiji jer se koristi otpad (koštice maslina) i invazivna vrsta, smanjujući potrebu za odlagalištima i korištenjem fosilnih goriva. Peleti se proizvode kombinacijom drvene mase pajasena i koštica maslina, što osigurava optimalan omjer lignina i celuloze. Postupak uključuje:

- Usitnjavanje – pretvorba biomase na odgovarajuću veličinu čestica.
- Sušenje – smanjuje se sadržaj vlage kako bi se poboljšala kvaliteta peleta.
- Peletiranje – materijal se preša u pelete pod visokim tlakom.
- Hlađenje i pakiranje – peleti se hlade i pakiraju u vreće od 15 kg.

Proizvedeni peleti imaju visoku kaloričnu vrijednost (sličnu standardnim drvnim peletima), ali veći udio pepela, što zahtijeva češće čišćenje ložišta.

Prostorni smještaj

Na temelju analize provedene u poglavljima 3.2 do 3.5, ustanovljeno je da važeći prostorni planovi (PP DNŽ i PPUO Ston) ne predviđaju smještaj peletirnice odnosno postrojenja za upravljanje zelenim otpadom. Unatoč nedostatku smjernica, uvjeta i ograničenja, na temelju kartografskih prikaza prostornih planova te drugih prostornih karakteristika istaknutih u navedenim poglavljima, ustanovljena su 4 makro područja za potencijalni smještaj postrojenja predviđenog u studiji. U poglavlju 3.5 Prijedlog lokacija postrojenja opisana su navedena područja, koja se protežu na površinama od skoro 70 ha (najveći) do 10,1 ha (najmanji) što bi trebalo biti itekako dostatno za smještaj postrojenja. Navedene odabrane makro lokacije se nalaze u blizini naselja i prometnica kako bi pristup i distribucija na i sa kopna bila što više omogućena, a navedene zone se ne nalaze na mjestima sa prostornim ograničenjima (područja određenog za razvoj postrojenja na obnovljive izvore energije, arheoloških ili

kulturnih zona, područja sa razvijenim naseljima i područja pojačane erozije).

Financijska isplativost

Sukladno očekivanju, investicijski troškovi su razmjerno visoki i trebaju se podmiriti iz državnog proračuna odnosno potpore EU. Rađene su konzervativne procjene dostupnosti i iskoristivosti sirovine za razdoblje od šest mjeseci godišnje, dok su očekivani operativni troškovi projicirani na godišnjoj razini. Stoga će pokriće operativnih troškova ovisiti o organizaciji posla i mogućnosti da se proizvodnja peleta produži iznad projiciranih 4.000 sati godišnje. Ukoliko će se peletirnica oslanjati isključivo na sirovinu pajasena i koštica masline, tada je moguće da će na godišnjoj razini trebati pokrivati do jednu trećinu operativnih troškova. Kako se to ne bi dogodilo i kako bi peletirnica mogla biti održiva, odnosno poslovati bez minusa na godišnjoj razini, nužno je slijediti preporuke za implementaciju koje sugeriraju da se što više u rad peletirnice uključi domaće stanovništvo koje može dovoziti dodatnu sirovinu i koje će kupnjom lokalno proizvedenih peleta pomoći i održivosti proizvodnje i suzbijanju invazivne vrste pajasena na poluotoku Pelješcu.

Preporuke za implementaciju

Za potpunu kontrolu suzbijanja pajasena neophodno je implementirati sustavni monitoring koji uključuje mapiranje, praćenje fenoloških faza i redovitu evaluaciju učinkovitosti intervencija uklanjanja. Poseban izazov predstavlja pravilno zbrinjavanje uklonjenog biljnog materijala kako bi se spriječilo njegovo ponovno ukorjenjivanje te se preporuča termička obrada i proizvodnja peleta.

Iako korištenje invazivnih vrsta za proizvodnju agropeleta može biti održivo rješenje, potrebno je pažljiva uspostava sustava dobave sirovine i proizvodnje kroz:

- Kontrolu prikupljanja i proizvodnje (monitoring u cilju sprječavanja širenja pajasena)
- Suradnju s stručnjacima kako bi se izbjeglo narušavanje ekosustava
- Provjeru regulatornih zahtjeva prije početka proizvodnje
- Uključivanje dionika (LAG-ova, državnih poduzeća, privatnih poduzetnika i dr.) u prikupljanju, proizvodnji i prodaji peleta
- Komunikacija i organizacija radionica s lokalnim dionicima o koristima korištenja peleta za grijanje kućanstava i važnosti proizvodnje peleta za suzbijanje invazivne vrste pajasena, odnosno za zbrinjavanje otpada kod proizvodnje maslinovog ulja.

Popis literature

1. Anon., n.d. "LIFE CONTRA *Ailanthus* - Uspostava kontrole invazivne strane vrste *Ailanthis altissima* (pajasen) u Hrvatskoj. [Mrežno]
Available at: <https://lifeailanthus.hr/>
2. Anon., n.d. *European Environment Agency*. [Mrežno]
Available at: <https://eunis.eea.europa.eu/sites/HR2001364>
3. Anon., n.d. *Geoportal Hrvatskih cesta*. [Mrežno]
Available at: <https://geoportal.hrvatske-cesta.hr/gis>
4. Asner, G. P. e. a., 2008. Invasive plants transform the three-dimensional structure of rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(11), pp. 4519-4523.
5. Asner, G. P. e. a., 2011. Remote sensing of native and invasive species in Hawaiian forests. *Remote Sensing of Environment*, 115(12), pp. 3646-3657.
6. B., S., 1997. The checkered career of *Ailanthus altissima*. *Arnoldia (Boston)*, 57(3), pp. 21-27.
7. Bauhaus drva za ogrjev, n.d. [Mrežno]
Available at: <https://www.bauhaus.hr/drva-za-ogrjev/c/10005109>
8. Bauhaus, n.d. [Mrežno]
Available at: <https://www.bauhaus.hr/peleti/c/10005122>
9. Chave, J. e. a., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), pp. 87-99.
10. Department, U. o. H. B., 1998. *Hawaiian alien plant studies*. , Hawaii, USA.: University of Hawaii..
11. Dubrovački dnevnik, 2022. *Cijeneskaču u nebo, Građani sve teže dolaze do peleta*. [Mrežno]
Available at: <https://dubrovackidnevnik.net.hr/vijesti/hrvatska/cijene-skacu-u-nebo-gradani-sve-teze-dolaze-do-peleta>
[Pokušaj pristupa 23 3 2025].
12. Feret PP, B. R., 1974. Genetic differences between American and Chinese *Ailanthus* seedlings.. *Silvae Genetica*, 23(5), pp. 144-148.
13. IWS, 1982. *Physical and Mechanical Properties of Chinese Timbers*, Beijing, China: Chinese Forestry Publishing House.
14. Jensen, J., 2015. *Remote sensing of the environment: An Earth resource perspective*. 2nd ur. London: Pearson.
15. Lee KyongTae, H. B. C. W., 1997. The appropriate mounding height and selection of

- ornamental trees on consideration of the environmental characteristics in an apartment complex. In the case of Sanggyoi-Dong sanitary landfill.. *Korean Journal of Environment and Ecology*, 11(2), pp. 137-148.
16. Lillesand, T., Kiefer, R.W. & Chipman, J., 2015. *Remote sensing and image interpretation*. 7th edn ur. New York: Wiley.
17. Lin LJ, P. G. Y. B. M. K. K. M. W. Z. I. J. G. L. H. Y., 1995. Identification of plant growth inhibitory principles in *Ailanthus altissima* and *Castela tortuosa*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(6), pp. 1708-1711.
18. Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, n.d. *Program energetske obnove višestambenih zgrada za razdoblje do 2030. godine*. [Mrežno] Available at: https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Program_energetske_obnove_VS_zgrada_do_2030.pdf [Pokušaj pristupa 3 2025].
19. NASA, 2020. *MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)*. [Mrežno] Available at: <https://modis.gsfc.nasa.gov> [Pokušaj pristupa 25 03 2025].
20. Nava, S. C., 2014. *Ailanthus altissima (tree-of-heaven)*. [Mrežno] Available at: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.3889#core-ref-70> [Pokušaj pristupa 2025].
21. Nava, S. C., 2014. *Ailanthus altissima (tree-of-heaven)*. [Mrežno] Available at: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.3889#core-ref-22> [Pokušaj pristupa 2025].
22. NIR, 2023. *Croatian greenhouse gas inventory for the period 1990 - 2021 (National Inventory Report 2023)*, s.l.: Ministry of Economy and Sustainable Development, Republic of Croatia.
23. Nordia Wood, n.d. [Mrežno] Available at: <https://www.peleti-akcija.hr/asortiman> [Pokušaj pristupa 3 2025].
24. PEVEX peći na drva, n.d. [Mrežno] Available at: <https://www.pevex.hr/kucanski-uredjaji/hladjenje-i-grijanje/peci>
25. PEVEX peći, n.d. [Mrežno] Available at: <https://www.pevex.hr/kucanski-uredjaji/hladjenje-i-grijanje/peci/pec-na-pelete>
26. PEVEX peleti, n.d. [Mrežno] Available at: <https://www.pevex.hr/vrt-i-sezona/rostitlj-i-ogrjev/ogrjev/peleti-za-grijanje> [Pokušaj pristupa 3 2025].

27. PM, R., 2002.. *INVADERS Database System* (<http://invader.dbs.umt.edu>), Missoula, USA: Division of Biological Sciences, University of Montana..
28. RED, 2018. *Direktiva (EU) 2018/2001 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora*, s.l.: an.
29. RM, H., 1990. Allelopathic and herbicidal effects of extracts from tree of heaven (*Ailanthus altissima*). *American Journal of Botany*, 77(5), pp. 662-670.
30. Sabins, F., 2007. *Remote sensing: Principles and interpretation*. 3rd ur. New York: W.H. Freeman..
31. USGS, 2021. *Landsat missions*. [Mrežno]
Available at: <https://www.usgs.gov/landsat-missions>
[Pokušaj pristupa 25 03 2025].
32. Vitaprojekt, 2023. *Izvješću o stanju okoliša Dubrovačko-neretvanske županije za razdoblje 2019.-2022.*, Zagreb: Vitaprojekt.
33. Vuk, B. e. a., 2019. *Analiza svih podataka i postojeće bilance biomase te davanje mišljenja sa svrhom unapređenja istih*, Zagreb: EIHP.
34. Zhang RJ, Z. J. L. J. D. S. Q. J., 1998. Selection of super *Ailanthus altissima* clones. *Shandong Forestry Science and Technology*, Svezak 2, pp. 1-4.



**Energetski institut
Hrvoje Požar**

Savska cesta 163
10000 Zagreb
Hrvatska

Tel: +385 1 6040 588
Email: eihp@eihp.hr
Web: www.eihp.hr