

# Prostorna distribucija i energetska potencijal orezane biomase na području Krapinsko-zagorske županije

---

Zajec, Trpimir Stjepan

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:160153>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

PROSTORNA DISTRIBUCIJA I ENERGETSKI POTENCIJAL  
OREZANE BIOMASE NA PODRUČJU KRAPINSKO-  
ZAGORSKE ŽUPANIJE

DIPLOMSKI RAD

Trpimir Stjepan Zajec

Zagreb, rujan 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Mehanizacija

Prostorna distribucija i energetska potencijal orezane  
biomase na području Krapinsko-zagorske županije

DIPLOMSKI RAD

Trpimir Stjepan Zajec

Mentor: izv. prof. dr. sc. Nikola Bilandžija

Zagreb, rujan 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA**  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Trpimir Stjepan Zajec**, JMBAG 0178115517, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio završni rad pod naslovom:

**Prostorna distribucija i energetski potencijal orezane biomase na području Krapinsko-zagorske županije**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga završnog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj završni rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga završnog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Potpis studenta / studentice*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE**

**O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studenta **Trpimir Stjepan Zajec**, JMBAG 0178115517, naslova

**Prostorna distribucija i energetska potencijal orezane biomase na području Krapinsko-zagorske županije**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Izv. prof. dr. sc. Nikola Bilandžija, mentor

\_\_\_\_\_

2. Izv. prof. dr. sc. Željko Andabaka, član

\_\_\_\_\_

3. Izv. prof. dr. sc. Goran Fruk, član

\_\_\_\_\_

## Zahvala

Zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Nikoli Bilandžiji na uloženom trudu, vremenu, savjetima te pomoći i strpljenju pri izradi ovog Diplomskog rada. Zahvaljujem profesorima Agronomskog fakulteta koji su mi omogućili da steknem potrebna znanja i iskustva za pisanje i realizaciju ovog Diplomskog rada. Zahvaljujem gosp. Darku Antonini i svim članovima Uprave za stručnu podršku i razvoj poljoprivrede Krapinsko-zagorske županije, na stečenom iskustvu i savjetima tijekom obavljanja stručne prakse. Posebne zahvale mom ocu Stjepanu koji je bio moja najveća podrška tijekom školovanja. Također zahvaljujem obitelji Brežnjak i Jurak na velikoj podršci te svim mojim prijateljima i kolegama koji su bili uz mene.

## Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>1.1. Cilj istraživanja</b> .....	2
<b>2. Poljoprivredna biomasa</b> .....	2
2.1. Orezana biomasa trajnih nasada .....	4
<b>3. Rezidba trajnih nasada</b> .....	6
<b>4. Načini prikupljanja ostataka orezane biomase</b> .....	7
4.1. Konvencionalni načini prikupljanje orezane biomase .....	7
4.2. Strojno prikupljanje orezane biomase .....	9
4.2.1. Samokretnisakupljač orezane biomase 'Edychipper' .....	9
4.2.2. Baliranje ostataka orezane biomase .....	10
Balirka Quick power 1230 .....	11
Balirka Quick power 930.....	12
Balirka Quick power 730.....	12
Balirka L. Sgorbati S600 .....	13
Biobaler WB-55 Anderson .....	13
4.2.3. Usitnjavanje i prikupljanje orezane biomase unutar nasada .....	14
Malčeri sa i bez spremnika na vlastitoj konstrukciji .....	16
4.2.4. Strojevi za usitnjavanje orezane biomase izvan trajnih nasada .....	18
Stroj za usitnjavanje biljnih ostataka – model CPT 130.....	18
Mesis BIO 930 .....	19
<b>5. Transport, skladištenje i sušenje orezane biomase</b> .....	20
<b>6. Energetsko korištenje biomase</b> .....	22
6.1. Vrste goriva prema obliku .....	22
6.1.1. Kruta goriva - briketi.....	22
6.1.2 Kruta goriva -peleti.....	23
<b>7. Ogrjevna vrijednost i energetski potencijal biomase</b> .....	25
<b>8. Materijali i metode</b> .....	27
8.1. Krapinsko-zagorska županija .....	27
8.2. Vinova loza i voćne vrste u Krapinsko-zagorskoj županiji .....	28
8.3. Uzorkovanje orezane biomase .....	29
8.4. Izračuna potencijala orezane biomase .....	30

<b>9. Rezultati i rasprava .....</b>	<b>32</b>
<b>10. Zaključak .....</b>	<b>41</b>
<b>11. Literatura.....</b>	<b>42</b>
<b>Životopis.....</b>	<b>46</b>



## Sažetak

### Prostorna distribucija i energetska potencijal orezane biomase na području Krapinsko-zagorske županije

Nakon zimske rezidbe vinove loze i voćaka ostaju velike količine orezane biomase. Jedna od mogućnosti ekološko prihvatljivog zbrinjavanja je korištenje orezane biomase kao sirovine u procesu proizvodnje energije. Količine potencijalno dostupne biomase značajno ovisi o sorti i vrsti kao i agroekološkim uvjetima lokacije uzgoja. Cilj diplomskog rada je na području Krapinsko-zagorske županije utvrditi: (I) prosječnu masu ukupne orezane biomase po istraživanoj vrsti/sorti, (II) teoretski, tehnički i energetska potencijal (III) prostornu distribuciju orezane biomase. Uzorkovanje biomase provedeno je tijekom zimske rezidbe 2022. godine na 43 lokacije unutar područja Krapinsko-zagorske županije. Istraživanjem je obuhvaćeno 6 voćnih vrsta i 17 sorti vinove loze. Ukupna prostorna distribucija orezane biomase i potencijalne energije unutar Krapinsko-zagorske županije temeljena je na Arkod bazi podataka iz 31.12. 2021. godine. Ukupna površina pod vinogradarskom proizvodnjom iznosi 667 ha, dok se uzgoj voćnih sorti provodi na površini od 1 316 ha. Sukladno postavljenoj metodologiji energetska potencija orezane biomase vinove loze se kreće od 24 605 do 32 176 GJ, dok se iz orezane biomase voćnih vrsta može proizvesti od 43 555 do 56 965 GJ energije.

**Ključne riječi:** orezana biomasa, obnovljivi izvori energije, energetska potencijal

## Summary

### Spatial distribution and energy potential of pruned biomass in the Krapina-Zagorje County

After the winter pruning of vines and fruit trees, large amounts of pruned biomass remain. One of the options for environmentally acceptable disposal is the use of harvested biomass as a raw material in the energy production process. The amount of potentially available biomass significantly depends on the variety and species as well as the agroecological conditions of the cultivation location. The aim of the thesis is to determine in the Krapina-Zagorje County: (I) the average mass of the total pruned biomass per investigated species/variety, (II) the theoretical, technical and energy potential (III) the spatial distribution of the pruned biomass. Biomass sampling was carried out during winter pruning 2022 at 43 locations within the Krapina-Zagorje County. The research covered 6 fruit species and 17 vine varieties. The total spatial distribution of harvested biomass and potential energy within the Krapina-Zagorje County is based on the Arkod database from December 31. in 2021. The total area under viticulture production is 667 ha, while the cultivation of fruit varieties is carried out on an area of 1,316 ha. According to the established methodology, the energy potential of pruned vine biomass ranges from 24 605 to 32 176 GJ, while pruned biomass of fruit species can produce from 43 555 to 56 965 GJ of energy.

**Keywords:** pruned biomass, renewable energy sources, energy potential

# 1. Uvod

U 21. stoljeću društvo se suočava s energetske izazovom, u razvijenim zemljama i dalje se povećava potrošnja energije te je dosegla razinu koja ne može biti održiva u budućnosti. Istodobno, fosilna goriva, koja trenutno pružaju više od 85% ukupne globalne opskrbe energijom, ograničena su, a osim toga njihova široka upotreba ima značajne negativne ekološke posljedice. Uslijed visoke potražnje za fosilnim, neobnovljivim izvorima energije i globalnim klimatskim promjenama, obnovljivi izvori energije predstavljaju sve veći interes javnosti. Jedan od obnovljivih izvora je biomasa koja predstavlja obilan izvor ugljika i sposobnost da se konvertira u prikladna kruta, tekuća i plinovita goriva (Gelo, 2017). Biomasa je moguće koristiti kako bi se proizvela toplinska i/ili električna energija te za sintetiziranje goriva.

Obnovljivi izvori energije su oni izvori koji se konstantno obnavljaju. Stopa iskorištavanja bi trebala biti niža od stope kojom se takvi izvori obnavljaju. Energija vjetra, solarna i geotermalna energija i energija sadržana u biomasi su proizvod sunčevog zračenja na Zemlju. Prednosti obnovljivih izvora leže u diverzificiranosti izvora energije i sigurnijoj opskrbi, široj dostupnosti od fosilnih goriva i nacionalnoj energetskej neovisnosti, manjem utjecaju na zagađenje, dostupnosti u ruralnim i zabačenim područjima, potencijalu razvoja ekonomije, izostanku emisije viška stakleničkih plinova (Hoogwijk, 2004).

Mnogo je različitih sirovina za proizvodnju obnovljive energije, ali prednost poljoprivredne biomase leži u pouzdanoj i visokoj dostupnosti. U prošlosti su se ostaci iz poljoprivrede najčešće spaljivali ili su ostavljani da se prirodno razgrade. Izazovi novog doba i sve većih potreba za održivom proizvodnjom energije otvaraju mogućnosti korištenje poljoprivrednih ostataka u energetskej sektoru (Harshwardhan, K. i Upadhyay, K., 2017).

Drvenasta biomasa je najznačajniji obnovljivi izvor energije na Zemlji. U nju se uglavnom ubrajaju drveće, korijenje, kora drveta, lišće drvenastih biljaka. Drvenasta biomasa trenutno je najvažniji obnovljivi izvor energije u svijetu (Tursi, 2019). Poljoprivrednu biomasa možemo podijeliti sukladno različitim tipovima poljoprivredne proizvodnje, među koje ubrajamo i biomasa proizašlu nakon rezidbe vinograda, voćnjak i maslinika.

Rezidba, kao obavezna agrotehnička mjera, može se provoditi na više načina ovisno o raspoloživim alatima za rezidbu i veličini nasada (Živković i sur., 2007). Radi poboljšanja energetske iskoristivosti rezidbenih ostataka potrebno je definirati optimalne tehnologije za iskorištenje istih, među kojima su i tehnički postupci prikupljanja, obrade, pripreme i transporta (Radojević i sur., 2005). Velike količine biomase koje ostaju nakon rezidbe predstavljaju problem voćarima i vinogradarima, a najčešće rezultira njezinim spaljivanjem ili malčiranjem. Alternativa konvencionalnim postupcima gospodarenja orezane biomase je mogućnost korištenja iste kao sirovine u proizvodnji energije (Orišković, 2014).

Potencijalnu energiju koja se nalazi u orezanoj biomasi moguće je racionalno energetskej koristiti samo ako se pravilno prikupi i doradi. Nažalost, još uvijek je prisutan trend da se orezana biomasa spaljuje izvan nasada te se na taj način znatan energetskej potencijal nepovratno gubi. Prikupljanje orezanih ostataka se provodi specijaliziranom mehanizacijom

koja može biti vučena, nošena ili samokretna. Orezana biomasa se iznosi iz nasada u obliku bala ili sječke te se zatim suši prirodnim putem i doraduje u konačni proizvod, koji može biti u obliku sječke, peleta ili briketa (Bilandžija i sur, 2016).

Tijekom prijevoza i skladištenja orezane biomase postoji važan rizik od degradacije biomase ili onečišćenja biomase zbog nepravilnog utovara/istovara, neadekvatne veličine čestica tijekom skladištenja itd. To može značiti snažan utjecaj na kvalitetu proizvoda biomase i time, značajan učinak na izvedivost lanca vrijednosti. U nekim slučajevima razgradnja i/ili kontaminacija biomase može čak narušiti ekonomsku profitabilnost inicijative. Zbog toga se posebna pažnja treba posvetiti zahvatima koje se obavljaju tijekom transporta i skladištenja (Circe i Certh, 2017).

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj diplomskog rada je na području Krapinsko-zagorske županije utvrditi: (I) prosječnu masu ukupne orezane biomase po istraživanoj vrsti/sorti, (II) teoretski, tehnički i energetske potencijal (III) prostornu distribuciju orezane biomase.

## **2. Poljoprivredna biomasa**

Biomasa se može definirati kao "biorazgradivi dio proizvoda, otpada i ostataka poljoprivrede (uključujući biljne i životinjske tvari), šumarstva i srodnih industrija, kao i biorazgradivi dio industrijskog i komunalnog otpada". Prednosti korištenja biomase kao izvora energije ovise o namjeni i vrsti goriva, uključuju smanjenje štetnih emisija, smanjenje organskog otpada, energetske uštede i ekonomski razvoj područja. Dodatno, biomasa je fleksibilan izvor energije koji istodobno može generirati i električnu i toplinsku energiju, uz minimalne gubitke energije (Jelčić, 2016).

Biomasa je obnovljivi izvor energije i dostupna kao nusproizvod ljudskih aktivnosti tj. organskog otpada. Svjetski potencijal energije iz biomase dobivene iz šuma i poljoprivrednih ostataka se procjenjuje na oko 30 EJ/godišnje, dok se godišnja svjetska energetska potražnja procjenjuje na više od 400 EJ (McKendry, 2002).

Poljoprivredna biomasa za energetske svrhe najčešće uključuje slamu od pšenice i ječma te kukuruzovinu, tj. kulture koje su najrasprostranjenije pa daju i najveću količinu ostatka. Za energetske svrhe koriste se i ostale žitarice, ostatci uljarica i zrnatih leguminoza, kao i sekundarni produkti i ostatci voćarsko-vinogradarske proizvodnje. Unutar poljoprivredne grupe najveći doprinos vjerojatno će dati slama i ostatci nakon žetve i rezidbe (Garcia-Maraver i Perez-Jimenez, 2015). Glavno obilježje poljoprivredne biomase je heterogenost sastava zbog različitog udjela vlage i pepela, što utječe na ogrjevnu vrijednost. Biljni ostatci koji nisu drvni imaju veću količinu pepela od drvene biomase, što je negativna strana s obzirom na to da supstance koje čine pepeo nemaju energetske vrijednosti. Ogrjevna vrijednost suhe tvari varira od 16,5 do 19 MJ/kg, dok je kod drvene biomase u prosjeku za 9% viša od vrijednosti travnatih biljaka. Energetska vrijednost drva iznosi od 8,2 do 18,7 MJ/kg, biodizela oko 37,2 MJ/kg, etanola 26,8 MJ/l, bioplina 26 MJ/Nm<sup>3</sup> (Janić i sur., 2012).

Prema Bilandžiji i sur. (2015) poljoprivredna biomasa može se podijeliti na:

- biomasu ratarske proizvodnje (sijeno, slama, stabljike, kukuruzovina, oklasak, ljuške ratarskih kultura),
- biomasu voćarsko vinogradarske proizvodnje (orezani ostatci trajnih nasada),
- biomasu iz prerade i dorade poljoprivrednih sirovina u prehrambenoj industriji (komina grožđa, komina masline, komina uljarica, koštice i ljuške voća),
- biomasu iz povrćarstva i ukrasne hortikulture (otpad iz vrtova i parkova),
- biomasu stočarske proizvodnje (gnoj, gnojnica, klaonički otpad, otpad u ribarstvu, mesno-koštano brašno),
- biomasu kultura za proizvodnju energije na zasebno oformljenim nasadima (*Miscanthussp.*, *Arundodonax*, sudanska trava, divlje proso).

Na slikama 1. - 4. prikazani su različiti tipovi poljoprivredne biomase



Slika 1. Orezana biomasa  
(Izvor: Vlastiti izvor)



Slika 2. Slama pšenice  
(Izvor: Bilandžija N.)



Slika 3. Kukuruzovina  
(Izvor: Bilandžija N.)



Slika 4. Energetska kultura (miskantus)  
(Izvor: Bilandžija N.)

## 2.1. Orezana biomasa trajnih nasada

Rezidbom vinograda, voćnjaka i maslinika ostaje velika količina biomase koja najčešće neiskorištena te time dolazi do problema zbrinjavanja. Zbrinjavanje orezanog ostatka uglavnom se provodi paljenjem (slika 5.) na poljoprivrednim površinama, što je veliki gubitak energije ili korištenjem za zagrijavanje kućanstava u primarnom obliku. Primarni oblici zagrijavanja nisu efikasni zbog male gustoće i varijabilnog udjela vlažnosti, što umanjuje energetska učinkovitost te se ispuštaju veće emisije štetnih plinova u atmosferu. Rezidba u voćnjacima, maslinicima i vinogradima je osnovni agrotehnički zahvat kojim se vrši prorjeđivanje i prikraćivanje u svrhu ostvarivanja dobrog rasta i rodosti. Razlikujemo zimsku rezidbu koja se obavlja u vrijeme mirovanja vegetacije te ljetnu rezidbu koja se obavlja u vrijeme vegetacije. Obje rezidbe su obavezne mjere pa se obavljaju najmanje dva puta kroz godinu. Nakon rezidbe vinograda, voćnjaka i maslinika ostaje velika količina orezane granjevine ili rozgve, koja se uglavnom smatra nekorisnom i sama manipulacija njome predstavlja problem (Sito i sur., 2010). Rezidba je glavni i najvažniji zahvat u procesu uzgoja trajnih nasada. Svrha je postići kontrolu rasta drveća i grmlja, kao i poboljšati kakvoću plodova i veličinu prinosa. Postoje velike razlike u oskudnim specifikacijama količine ostatka biomase, ovisno o tome radi li se o mišljenju praktičara ili literaturi – kako domaćoj i stranoj. Znatne razlike (100-300%) u količini orezane drvene biomase najvjerojatnije proizlaze iz metode izračuna tog iznosa. Uz pretpostavku da se voćnjak koristi 25 godina, ukupno (40-70%) drvene mase je izvedeno iz godišnjih radova uzgoja (prorjeđivanje) u usporedbi s ukupnom biomasom proizvedenom u voćnjaku tijekom vremenskog razdoblja njegova korištenja. Preostala količina (30-60%) uključuje debla i grane prikupljene tijekom krčenja voćnjaka. Odsječene grane i mladice u većini slučajeva ostaju uz stabla. Kada se primjenjuje ručna rezidba, najpopularnija metoda, bacaju se i grane i mladice među redove. Zahvaljujući tome, mogu se lako mehanički usitniti i ostaviti tako prirodno gnojivo. Neki od uzgajivača uklanjaju orezanu biomasu na udaljeni kraj voćnjaka i zapale ga, pod pretpostavkom da im je jeftinije upravljati ostacima takvom metodom (Romańskia i sur., 2014).

Temeljne karakteristike orezane biomase su njezina heterogenost, mala specifična težina i visoka vlaga. Najveći utjecaj na prinos orezane biomase po stablu/trsu imaju fiziološke osobine biljke, starost nasada, agrotehničke mjere koje se provode u nasadu, tehnika rezanja te uzgojni oblik. S obzirom da se u trajnim nasadima provode dva tipa reza (rez u zrelo i rez u zeleno) javljaju se dvije vrste orezane biomase koje imaju različita svojstva. Za korištenje u energetske svrhe trebala bi se koristiti biomasa iz reza u zrelo, zbog nižeg sadržaja vlage i manje količine celuloze u odnosu na ostatke od reza u zeleno (Živković i sur., 2007).

Uz orezanu biomasu potencijalan izvor energije su i ostaci nastali uklanjanjem nasada, obično nastaju kada se na kraju životnog ciklusa nasada krči vinova loza, masline ili stabla voćaka. U nekim slučajevima, završetak životnog ciklusa nasada potaknut je promjenama na tržištu hrane (radi uzgoja nove vrste voća ili grožđa), uzrokovano poljoprivrednim politikama (za modernizaciju i rekonstrukciju nasada) ili iz drugih posebnih razloga (zaraza/bolesti, upravljanje od strane poljoprivrednika). Rezidbeni ostatak i drvo uklonjenih nasada uglavnom



su nedovoljno iskorišteno u Europi iako je tradicionalna upotreba ogrjevnog drva nadzemnog dijela stabla u nekim područjima uobičajena. U mnogim slučajevima, cijelo stablo je samo iščupano, skupljeno na jedno mjesto te spaljeno na otvorenom. Bez obzira na ove slučajeve, postoje uspješne studije slučaja modernih vrijednosnih lanaca na lokalnoj ili regionalnoj razini koji se temelje potpuno ili djelomično na biomasi iz poljoprivrednih rezidbenih ostataka i uklonjenih nasada. Stoga, čak i ako postoje mnogobrojne poteškoće u pokretanju i korištenju drvnih rezidbenih ostataka poljoprivredne biomase, prva stvar prilikom rješavanja je pronalaženje načina kojim bi se izmijenio postojeći način upravljanja rezidbenim ostacima na način koji je koristan za sve dionike od poljoprivrednika do potrošača. Dijalog i međusobno razumijevanje su neophodni, pogotovo gdje novi lanac vrijednosti još uvijek nije uspostavljen(<https://www.fcirce.es/en/biomass>).



Slika 5. Paljenje orezane biomase  
(Izvor: vlastiti izvor)

### 3. Rezidba trajnih nasada

Orezivanje voćki ili vinove loze uključuje veliki broj voćarskih i vinogradarskih tehnika i metoda, koje se koriste na plodonosnim stablima za kontrolu rasta, uklanjanje mrtvih ili bolesnih grana i rozgvi, za stimulaciju i nastanak cvjetnih i voćnih pupova.

Orezivanje često znači rezanje grana, ponekad uklanjanje manjih dijelova voćke u cijelosti. To također može značiti uklanjanje mladih izbojaka, pupova, lišća, itd. Orezivanje i osposobljavanje mladih stabala utječe na njihovu kasniju produktivnosti dugovječnost. Dobro orezivanje također može spriječiti kasnije ozljede od težine plodova, snijega ili ledana granama([https://hr.wikipedia.org/wiki/Orezivanje\\_vo%C4%87aka](https://hr.wikipedia.org/wiki/Orezivanje_vo%C4%87aka)).

Tehnike rezidbe trajnih nasada mogu se podijeliti na ručnu, strojnu i kombiniranu.



Slika 6: Električne škare za ručnu rezidba  
(Izvor: vlastiti izvor)

Visoke cijene ručnog orezivanja u plantažama voćnih stabala u razvijenim zemljama (15% ukupnih troškova u nekim nasadima) dovela je do razvoja mehaničkih metoda orezivanja. Mehaničko se orezivanje definira kao sustav koji koristi nekoliko noževa koje mehanički pokreće traktor za uklanjanje dijela grana sa biljke s ciljem poboljšanja prinosa ili mu dajući osobit oblik.

Neselektivni aspekt mehaniziranog orezivanja znači da se ova operacija ponekad provodi prije ručnog orezivanja. U ovom slučaju, očekuje se da će mehaničko orezivanje smanjiti vrijeme potrebno za provođenje ručnog orezivanja, a time i smanjiti troškove operacije. Unatoč što mehaničko orezivanje zahtijeva manje vremena po hektaru nego ručno rezanje, povećanje grana u unutrašnjosti se detektira kada je mehaničko orezivanje izvedeno s vanjske strane krune. Te grane uzrokuju negativan učinak u ručnom skupljanju, obično za agruma, vinovu lozu, grožđe i voćno drveće. Također je zapaženo da rezanje vanjskih grana može utjecati na proizvodnju jer su neki cvjetovi i zameci plodova uklonjeni. Ipak, fino rezane

grane su dovele do velikog broja pupova. Velika većina tih pupova nalazi se na dnu stabla, koji obnavljaju drvo i razvijat će nove proizvodne grane. To su razlozi zašto se ne provodi isključivo mehanizirano orezivanje, nego je potrebno dodatno ručno rezanje. Prema tome, mehanizirano orezivanje označeno je samo ako se kombinira s komplementarnim ručnim orezivanjem, smanjujući ekonomski utjecaj ručno orezivanje (Velázquez-Martii sur., 2012).

Na slikama 7. i 8. prikazani su različiti strojevi za mehaničko orezivanje trajnih nasada.



Slika 7: Uređaj za strojnu rezidbu vinograda  
(Izvor: vlastiti izvor)



Slika 8: Uređaj za strojnu rezidbu voćaka  
(Izvor: Prusina R.)

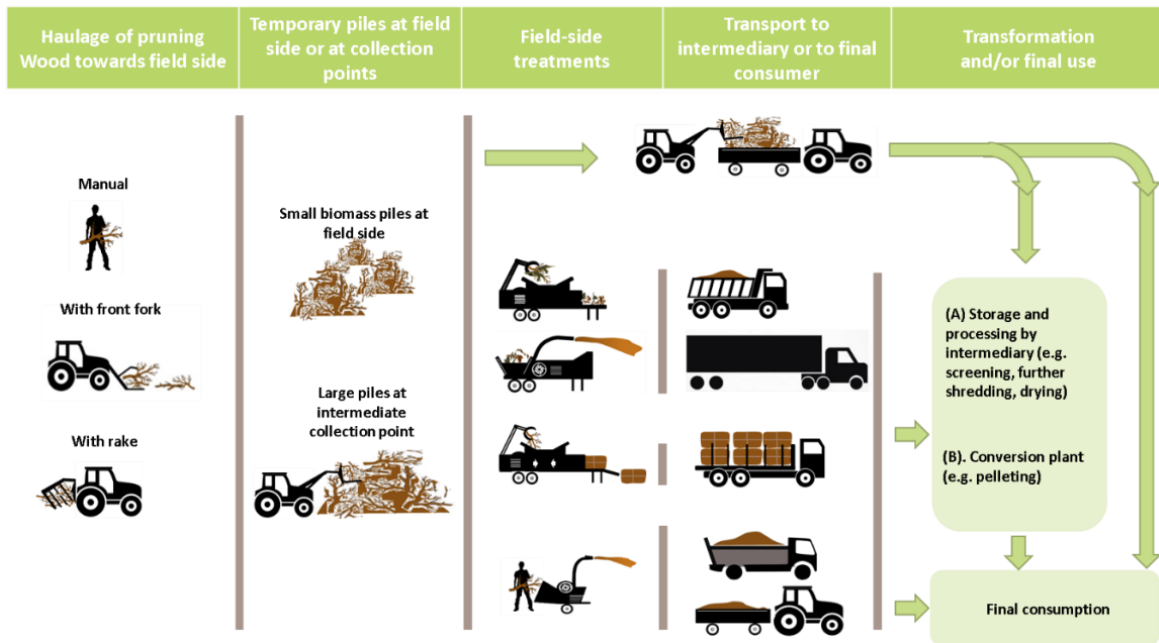
## 4. Načini prikupljanja ostataka orezane biomase

### 4.1. Konvencionalni načini prikupljanje orezane biomase

Nakon orezivanja ostaju drveni ostaci koji su rašireni po cijelom nasadu. Obrada obvezuje njihovo uklanjanje, jer u suprotnom, postaju prepreka za druge kultivacijske operacije, te mogu biti izvor parazita i truleži. Grane se mogu pomicati ručno u slučaju malih voćnjaka. U takvim slučajevima one se samo djelomično zagađuju česticama tla i kamenjem. Kada se prijevoz obavlja mehanizirano (traktori opremljeni s grabljama ili viličarima), prikuplja se više anorganskih materijala. U slučaju vinograda, količina kamenja može biti osobito velika što otežava kasnije energetske korištenje. Nakon transportiranja sa polja, grane se mogu izravno utovariti na kamion koji ih prevozi do krajnjeg potrošača, na središte prikupljanja biomase ili u logistički centar. Ova je alternativa izvediva u lokalnoj upotrebi i na kratkim udaljenostima, budući da grane unutar kamiona zauzimaju velik volumen, a konačna težina koja se prevozi je niska u usporedbi s komadima ili balama. Alternativna je obrada na polju s alatima različitih veličina i snaga, ovisno o količinama koje treba obrađivati i dostupnosti strojeva ili tvrtki spremnih za pružanje takvih usluge (<http://hr.up-running.eu/wp-content/uploads/sites/12/2019/07/1.-Monografija.pdf>). Nošene vile na trozglobnoj poteznici



s produženim prstima spadaju u najjednostavniju opremu koja se koristi za ovu namjenu. Dužina prstiju na vilama je do 2,2 m, a zahvat je uvjetovan širinom nasada. Prednost ovakvog načina rada je jednostavna izvedba i dobar učinak agregata. Nedostaci su: između redova ostaje još znatna količina nepokupljene mase, tijekom izvlačenja dio pokupljene mase ispadne, velik broj prohoda agregata i znatno sabijanje tla. Pojedine izvedbe vila ujedno služe za manipulaciju već formiranih bala (Bilandžija, 2012). Različite konvencionalne mogućnosti prikupljanja prikazane su na slici 9.



Slika 9: Prikaz konvencionalnih metoda zbrinjavanja granja s polja  
(Izvor: <http://hr.up-running.eu/wp-content/uploads/sites/12/2019/07/1.-Monografija.pdf>)

## 4.2. Strojno prikupljanje orezane biomase

### 4.2.1. Samokretni sakupljač orezane biomase 'Edychipper'

CAEB Internacional predlaže inovativnu tehnologiju izričito zamišljenu za skupljanje ostataka rezidbe. Samohodni sakupljač EDY CHIPPER ističe se svojim izrazito učinkovitim radom, koji omogućuje stvaranje kratkog lanca od sakupljanja i usitnjavanja na polju do prerade u konačnu energiju u pogonu. Neke od značajki su hidrostatički pogon-pogon na 4 ili 2 kotača. Upravljanje na 4 kotača s neovisnim prednjim i stražnjim kontrolama. Spremnik za prikupljanje koja se može podići i nagnuti. Četke za otkos s promjenjivom širinom. Dimenzije stroja su duljina 5.830 mm uključujući četke za podizanje i otkos 4.600 mm bez pribora. Visina 2.900-3.200 mm podesiva. Širina 1.550 mm u standardnoj konfiguraciji, 1.750 mm u konfiguraciji široke staze. Međuosovinski razmak 2.000 mm. Minimalni radijus okretanja 4.950 mm. Stroj pogoni motor Deutz TCD3.6. a zapremina motora 3.600 cc. Snaga motora 90 kW (120 KS). Kapacitet rezervoara 150 l. Autonomija na terenu 15 h. Brzina na terenu iznosi 5 km/h (4x4) - 8 km/h (2x4). Brzina na cesti 10 km/h (4x4) - 16 km/h (2x4). Produktivnost približno 4.000 kg/h. Maksimalni bočni nagib 20° (37%) s dvostrukim pragom. Maksimalni uzdužni nagib 16° (30%) (Izvor:<https://caebinternational.it/en/index.html>).

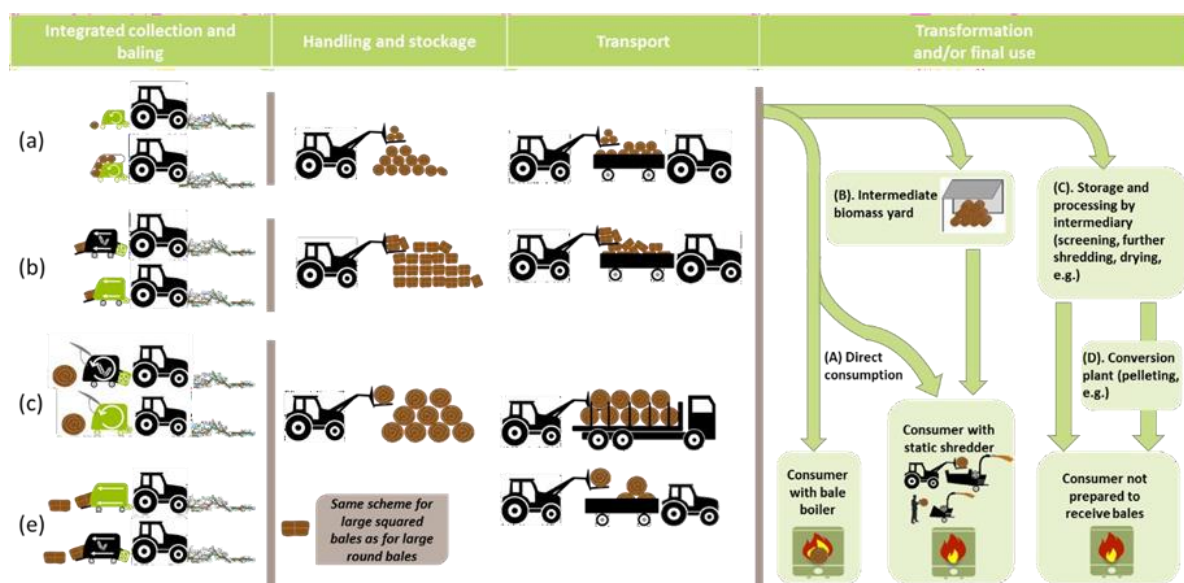


Slika 10: Samokretni sakupljač biomase 'Edychipper'

(Izvor:<https://caebinternational.it/en/index.html>)

## 4.2.2. Baliranje ostataka orezane biomase

U strojeve za prikupljanje i iznošenje orezane biomase ubrajaju se balirke za orezanu biomasu. Balirke za biomasu se podjednako učinkovito mogu koristiti u svim trajnim nasadima. Jednostavan princip rada temelji se na namatanju orezane biomase u bale povezane uzicom. Postupak baliranja je u potpunosti automatiziran, a manje od minuta je kvalitetnoj balirki dovoljno za cjelokupan proces prihvaćanja, formiranja i ispuštanja bale izvan stroja. Masa same bale kreće se oko 25 - 40 kg. Bala svojim dimenzijama (širina 60 cm, promjer 40 cm) ne predstavlja značajnije probleme tijekom manipulacije. Balirke mogu prikupljati i balirati grane debljine do 4 cm uz širinu zahvata 1,5 - 2,0 m. Neposredno baliranu biomasu s ciljem poboljšanja energetskih svojstava preporučeno je sušiti. Kako bi cijeli postupak peletiranja bio što rentabilniji i ekološki prihvatljiviji, preporučuje se sušenje bala prirodnim putem. Prirodno sušenje se najčešće provodi na otvorenom prostoru bez pokrivanja, na otvorenom prostoru sa pokrivanjem (plastičnim prekrivačima ili ceradama) te u skladišnim prostorima (Bilandžija, 2016.). Prema slici 11., glavne razlike su u veličini bale i obliku, bilo kvadrat ili okrugli. U slučaju malih bala, ukrcavanje, transport i skladištenje troše više vremena. Korištenje vilica, lopatice ili hvataljke za rukovanje balama obično uzrokuju djelomično promjenu oblika, posebice kada se koristi hrpa malih bala. Sustavi označeni s (a) su male okrugle bale pripremljene za rezidbu, posebno za vinograde. Njezina je upotreba pokazana prikladnom za samostalnu potrošnju i lokalnu potrošnju (s posebnom prednošću da se s balama može rukovati ručno). Mala kvadratna balirka (b) također se obično koristi za prikupljanje orezivanje vinove loze. Velike balirke koje proizvode okrugle (c) i kvadratne (d) bale prikladnije su za proizvodnju veće količine biomase ili na gospodarstvima gdje već postoji kotao sposoban za rukovanje velikim balama.



Slika 11: Prikaz prikupljanja i baliranja ostataka, skladištenje i odvoz  
(Izvor: <http://hr.up-running.eu/wp-content/uploads/sites/12/2019/07/1.-Monografija.pdf>)

#### 4.2.2.1. Balirke za orezanu biomasu

##### Balirka Quick power 1230

Balirka Quick power 1230 (slika 12.) omogućuje prikupljanje uz istovremeni transport proizvedenih bala unutar same tehničke konstrukcije. Balirka je opremljena sustavom koji sprječava da se neki materijal zaglavi u podizanju te je moguće uključiti hidraulički mehanizam za podizanje kako bi "oslobodio" blokadu. Skupne vilice su nužne pri radu na kamenom tlu, sprječavaju prijenos kamenja unutar komore za baliranje stroja. Kao mreža za omatanje koristi se posebno ekstrudirana PP (polipropilensku) mrežu za operaciju omatanja, posebno dizajniranu za održavanje kompaktnih različitih vrsta rezanih grana vinove loze. Alternativno, moguće je obložiti bale sa SISAL prirodnim vezom. Proizvede bale imaju dimenzije: visina 600 mm - promjer 400 mm.



Slika 12: Balirka Quick power 1230

(Izvor: <https://caebinternational.it/en/index.html>)



## Balirka Quick power930

Balirka Quick power 930 (slika 13.) namijenjena je za uporabu u redovima razmaka 120-160cm. Za pokretanje balirke potreban je hidraulički sustav dvostrukog djelovanja, 12V električni sustav, snaga na PTO ~ 15 kW i brzina vrtnje ~ 350 o/min, stroj bez pribora teži više od 500 kg, stoga pogonska jedinica mora imati odgovarajuću težinu. Osnove tehničke karakteristike navedenog priključka su visina (1000 mm), širina (915 mm), dužina (1165 mm) i težina (505 kg).

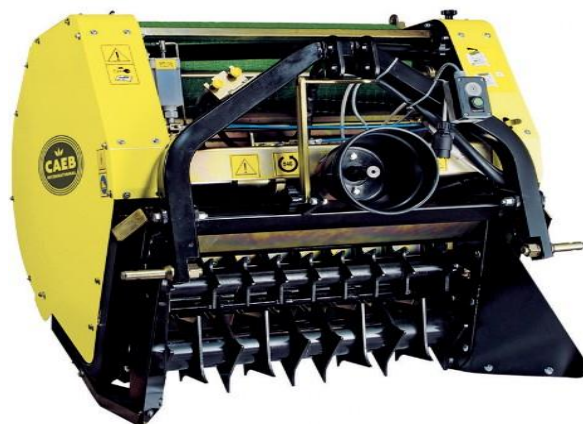


Slika 13: Balirka Quick power930

(Izvor: <https://caebinternational.it/en/index.html>)

## Balirka Quick power 730

Balirka Quick power 730 (slika 14.) je namijenjena redovima širine 85 do 120 cm. Ovisno o modelu formira bale težine 18 - 35 kg, a dimenzije bala su promjera 40 cm i duljine 45 - 60 cm. U dodatnoj opremi isporučuje se spremnik za 4 ili 8 bala koje se istovaruju na zemlju. Primjena četki za formiranje zbojeva povećava širinu zahvata 60 - 110 cm. Osnove tehničke karakteristike navedenog priključka su visina (1000 mm), širina (750 mm), dužina (1172 mm) i težina (440 kg).



Slika 14: Balirka Quick power 730

(Izvor: <https://caebinternational.it/en/index.html>)

## Balirka L. Sgorbati S600

Balirka L. Sgorbati S600 (slika 15.) služi za baliranje drvenih ostataka, nastalih nakon rezidbe u vinogradima i voćnjacima. Balirka ima tri hidraulična izvoda od koja dva služe za podizanje i spuštanje stražnjeg poklopca, a jedan služi za reguliranje visine. Temeljne tehničke karakteristike navedenog priključka su: radni zahvat 1400mm, ukupna širina 1700mm, visina 1360mm i duljina 1600mm.



Slika 15: Balirka L. Sgorbati S600

(Izvor: <https://www.njuskalo.hr/sjetva-zetva-berba/balirka-vinovu-lozu-ostale-ostatke-nakon-rezidbe-l-sgorbati-s600-oglas-7866369>)

## Biobaler WB-55 Anderson

Stroj Biobaler WB-55 Anderson (slika 16.) u jednom proходу prikuplja, usitnjava te preša različite vrste bilja, grmlja, grana i drvenastih kultura. Vuče ga traktor minimalne snage 150 kW (200 KS) koji ga pogoni preko kardanskog vratila. Širina pick-up-a i malčera iznosi 2,25 metara. Biobaler ima fiksnu komoru u kojoj sabija bale dimenzija 1,2 x 1,2 metara, sustav vezanja bala je automatski te za vezanje koristi biorazgradivo ili sintetičko vezivo. Biobaler ima učinak do 40 bala po satu u nasadima te 15-18 bala po satu u prirodnom okolišu (šuma, raslinje). Može prikupljati i usitnjavati grane i bilje do 15 centimetara debljine (<https://firmylesne.pl/lista/technika-lesna/pokaz/biobaler-wb-55,3893>).



Slika 16: Biobaler WB-55 Anderson

(Izvor: <https://www.undp.org/belarus/news/how-fire-can-help-preserve-biodiversity>)

#### 4.2.3. Usitnjavanje i prikupljanje orezane biomase unutar nasada

Strojevi za usitnjavanje biomase dijele se prema mjestu rada, stoga oni mogu biti namijenjeni za rad u ili izvan trajnih nasada. Strojovima takvog tipa priprema se biomasa za daljnju tehnološku doradu bilo u vidu sječke, peleta ili briketa. Današnja tehnika i tehnologija nudi veliki izbor spomenutih strojeva različitih tehničkih performansi koji se jednako kvalitetno mogu koristiti u voćnjacima i vinogradima (Sito i sur., 2014).

Organizacija rada u skupljanju ostataka pomoću malčera (sitnilica, usitnjivača) ovisi uglavnom o njihovom mobilnosti i sustavu prijenosa biomase u stroj (Plojetal., 2006).

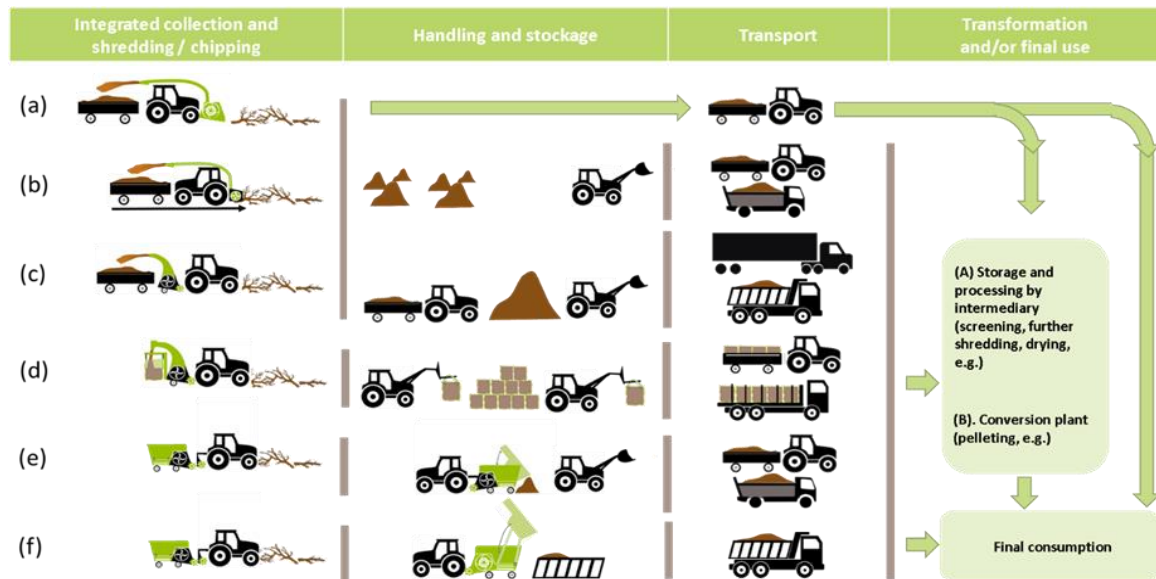
Strojevi za prikupljanje i usitnjavanje orezane biomase unutar trajnih nasada mogu se podijeliti na tri osnovne grupe, i to na takozvane specijalne malčere s mogućnošću prikupljanja, usitnjavanja i spremanja biomase u:

- spremnike na vlastitoj konstrukciji (hidraulički spremnik, promjenjive vreće)
- prateće agregate (malčeri s puhajućom cijevi) (Spinelli i sur., 2011).

Malčeri su strojevi koji smanjuju poljoprivredne ili šumske ostatke na vrlo male fragmente. Uglavnom, se sastoji od platforme za umetanje kojom se materijal za usitnjavanje umeće u stroj. Taj se materijal provodi prema uređaju za mljevenje pomoću mobilne platforme i nekoliko cilindara. Unutar uređaja, noževi ili čekići režu i lome materijal formirajući male komadiće dok ne prođu kroz rešetku sa željenim dimenzijama. Proizvedeni komadić su izbačeni van pomoću pneumatike ili pomoću gravitacije (Mol, 1997).

Grane se prikupljaju s tla unutar svakog reda. Učinkovit rad s ovom vrstom stroja zahtijeva da se rezidbeni ostaci poravnaju duž redova. Priključak se može montirati ispred traktora, koji izbjegava vožnju preko grana (slika 17. slučajevi 'a' i 'b'). Međutim, kada je montiran na stražnjoj strani, traktor se pokreće preko grana (slika 17., slučajevi 'c' do 'f'). U

takvim slučajevima, preporučuje se da traktor prilagodi nekim zaštitama kako bi izbjegli oštećenja u električnim priključcima, hidrauličkim sustavima ili drugim sustavima izloženim kontaktu s granama. Materijal prikupljen i pretvoren u usitnjeno drvo ili drvenu sječku stavlja se ili na prikolicu (slučajevi "a" do "c"), u velik spremnik (slučaj d) ili na dodatni spremnik (koji se može nagnuti i odvojiti, kao u slučajevima "e" i "f"). U posljednjem slučaju "e" važno je izbjegavati stvaranje hrpa biomase na tlu jer negativno utječe na kvalitetu i troškove te je potreban utovar na prikolicu ili kamion. Poželjna praksa trebala bi biti izravno pražnjenje na prikolicu, kontejner ili kamion.



Slika 17: Prikaz strojeva za prilikom prikupljanja i usitnjavanja rezidbenih ostataka  
 (Izvor: <http://hr.up-running.eu/wp-content/uploads/sites/12/2019/07/1.-Monografija.pdf>)



## Malčeri sa i bez spremnika na vlastitoj konstrukciji

Malčeri Nobili TRP-RT (slika 18., 19. i 20.) su priključni strojevi koji su montirani u tri točke stražnje hidrauličke poteznice traktora. Idealni za sakupljanje, malčiranje i skladištenje izdanaka vinove loze i rezidbu ostataka vinograda, voćnjaka i maslinika. Jedinstveno za velike vreće - izrađene od posebnog prozračnog materijala - koje čine prikupljenu sirovinu prirodno suhim. TRP-RT malčeri daju mogućnost pravilnog tretiranja ostataka rezidbe kako bi se prikupili u energetske svrhe. Serija TRT-RT opremljena je uređajem za prikupljanje za podizanje ostataka rezidbe koji izbjegava dolazak trave, kamenja i zemlje u unutarnju komoru za malčiranje. Ovi strojevi mogu biti opremljeni valjkom ili kotačima za podešavanje radne visine. Za razliku od specijalnih malčera sa spremnikom na vlastitoj konstrukciji, malčerima sa puhajućom cijevi (NobiliBNU-CV, slika 20.)se mora osigurati prateći agregat (najčešće prikolica) kao spremnik usitnjene orezane biomase. Obzirom da puhajuća cijev ima mogućnost rotacije, prikolica može biti sastavni dio traktorsko strojnog agregata ili se može priključiti na zaseban traktor koji se u redu paralelno kreće s malčerom (Velázquez-Martí i Fernández-González, 2004).

Malčeri BNU-CV opremljeni su vertikalnim transporterom - s podesivim završnim dijelom - posebno zamišljenim da dopremaju malčirani materijal u prikolicu koju pokreće isti ili drugi traktor na bočnom redu. BNU - CL malčeri daju mogućnost ispuštanja malčera u redove ispod nasada. BNU-CV / CL malčeri mogu biti opremljeni kotačima koji podešavaju radnu visinu. U tablici 1 prikazane su tehničke karakteristike Nobili proizvođača (Izvor:<https://www.nobili.com/>).



Slika 18: Nobili TRP-RT 145



Slika 19: Nobili TRP-RT 175



Slika 20: Nobili BNU-CV

Tablica 1: Karakteristike malčera Nobili (Izvor: <https://www.nobili.com/bnu-cv-cl/sd03859bd>)

Tehničke karakteristike		BNU 145 CL	BNU 145 CV	BNU 125 CL
Pozicija priključka		stražnja	stražnja	stražnja
Radna širina	mm	750 - 750	750 - 750	550 - 550
Zahvat	mm	1454	1454	1094
Brzina kv	rpm	540	540	540
Snaga traktora	HP	60-125	60-125	60-125
	KW	44-92	44-92	44-92
Brzina vrtnje	rpm	2278	2278	2278
Veličina biljnih ostataka	<	< 5 cm	< 5 cm	< 5 cm
Oštrice	06	16	16	12

## Comby TR200

Stroj COMBY (slika 21.) je priključni poljoprivredni uređaj koji se koristi za sakupljanje i drobljenje ostataka od svake vrste rezidbe. Postoje tri modela COMBY TR 140, COMBY TR 160, COMBY TR 200, sa radnom širinom 140, 160 i 200 cm. Stroj je sastavljena od: - prednjeg sakupljača s obrnutom rotacijom u odnosu na put kretanja, koji ostatke uzima direktno sa zemlje i povlači ih prema elementu koji drobi, horizontalnog rotora sa oscilirajućim čekićima, zadužen za drobljenje ostataka rezidbe presjeka do 90 mm, metalne mreže postavljene između elementa za rezanje i zadnjeg spremnika, koja regulira željene dimenzije drobljenog materijala, zadnjeg spremnika koji podizanjem cilindra može dostići maksimalnu visinu od 250 cm, što omogućava istovar na zemlju, u veće prikolice ili u druge kontejnere. Stroj sakuplja ostatke frontalnim sakupljačem, nakon čega se ostaci prenose prema osovini za drobljenje. Izdrobljeni materijal se gura kroz rešetku u zadnjem spremniku, a nakon što se napuni, isprazni se zahvaljujući podizanju hidrauličkih cilindra. Materijal nakon prolaska kroz COMBI drobilicu postaje biomasa koja se može koristiti za proizvodnju komposta ili u energetske svrhe, kao gorivo u malim sistemima grijanja ili u odgovarajućim termoelektranama. Još jedna prednost što omogućava da voćnjak uvijek bude čist, bez ostataka rezidbe, uklanjajući opasna zagađenja, plijesni i bolesti( <http://www.agromondo.rs/Kombajni.htm>).



Slika 21: Sakupljač/usitnjivač za orezanu biomasu Comby TR200  
(Izvor: vlastiti izvor)

#### 4.2.4. Strojevi za usitnjavanje orezane biomase izvan trajnih nasada

Strojevi za usitnjavanje orezane biomase izvan trajnih nasada dijele se na mobilne (traktorski nošene ili vučene) i stacionarne. Pogon strojeva može se ostvariti putem priključnog vratila traktora, zasebnog dizel motora ili električne energije. Navedeni strojevi se kod relativno manjih količina orezane biomase opskrbljuju manualnim putem, međutim, postoje i izvedbe koje omogućuju strojno umetanje orezane biomase (Bilandžija i sur., 2014).

##### **Stroj za usitnjavanje biljnih ostataka – model CPT 130**

Namijenjen je za obradu otpadnog drva – granja u šumarstvu i hortikulturi te sličnih materijala (stupovi, drvena ambalaža i dr.). Sustav uvlačenja je hidraulički, a izveden je pomoću jednog samonivelirajućeg valjka kojeg pogoni nezavisni hidromotor. Prilikom preopterećenja operater blokira uvlačenje tj. pokreće reverzor za vraćanje granja. Ujednačenost veličine sječke (stupanj usitnjenosti) podešava se regulacijom noževa i diska. Mogućnost okretanja cijevi za izbacivanje u području od 360°, kao i mogućnost pregibanja usipnog koša osiguravaju optimalne manevarske karakteristike. Priključak na traktore I<sup>e</sup> kategorije, reduktor za 540 o/min. Nezavisni hidraulički uvlačni sustav sa jednim valjkom promjera 160 mm (model CPT 130). Nezavisni hidraulički uvlačni sustav sa dva valjka promjera 160 mm (model CPT 130 D) ([www.voger.hr](http://www.voger.hr)).



Slika 22: Stroj za usitnjavanje biljnih ostataka – model CPT 130  
(Izvor: <https://www.mesis.hr/>)

### **Mesis BIO 930**

Modeli BIO 930 (slika 23.) su strojevi velikog učinka. Primjenjuju se za usitnjavanje krupnog drvenastog materijala kao što su debla i grane promjera do 40 cm, palete, dijelovi namještaja i sl. Usitnjavanje se obavlja u svrhu kompostiranja ili proizvodnju sječke za grijanje.

#### **Standardna oprema:**

- rotor promjera 130 cm s 22 čekića
- nezavisni hidraulični sustav
- uređaj za elektronsku kontrolu ravnomjernosti rada NO STRESS
- uvlačni valjak s otvorom 45 cm
- čelična utovarna traka
- sito s promjerom po izboru (50 – 200 mm)
- prijemni koš 200 x 300 cm
- podesivi hidraulični uvlačni valjak
- istovarna traka visine 2,70 m (Izvor: [www.mesis.hr](http://www.mesis.hr))



Slika 23: Messis bio 930  
(Izvor: <https://www.messis.hr/>)

## 5. Transport, skladištenje i sušenje orezane biomase

Tijekom transporta i skladištenja orezane biomase postoji važan rizik od degradacije biomase ili onečišćenja biomase zbog nepravilnog utovara/istovara, neadekvatne veličine čestica tijekom skladištenja itd. To može značiti snažan utjecaj na kvalitetu proizvoda biomase i time, značajan učinak na izvedivost lanca vrijednosti (Circe i Certh 2017).

Biomasa u velikim vrećama uglavnom se koristi za vlastitu potrošnju, i u balama za dugotrajno skladištenje ili potrošnju u kotlovima. Potrebno je promicati istovar spremnika biomase izravno na spremnike i prikolice ili asfalt kako bi se smanjili, gubici, onečišćenje i vrijeme rukovanja. Istovar biomase na tlo može uzrokovati gubitak suhe tvari od oko 10% i povećati uvođenje čestica tla i kamenja (učinak na sadržaj pepela može varirati od vrijednosti 1-2% u suhoj tvari do 10% ili više). Rezidbeni ostaci koji se ne obrađuju potrebno je ostaviti na rubu nasada da se prirodno suše. Vlažna biomasa sklona je degradirati tijekom skladištenja. Svaki sudionik koji sudjeluje u skladištenju trebao bi osigurati primjenu odgovarajućih metoda tijekom manipulacije biomase. Posebno bi trebalo izbjegavati prijevoz u kamionima koji su prethodno korišteni za transport ostalih materijala jer u lancu vrijednosti biomasa može biti kontaminirana plastikom, žicama, smećem, itd. ako su transportna vozila, skladišni prostori, itd. korišteni u druge svrhe (Živković i sur. 2007).

Sljedeći korak nakon prikupljanja i manipulacije biomase je njeno sušenje, sušenje je potrebno obaviti zbog lakšeg skladištenja biomase te povećanja iskoristivosti iste. Sušenje je proces u kojem se biomasi kroz proces isparavanja smanjuje vlaga. Neposredno nakon rezidbe sadržaj vlage u rozgvi prosječno iznosi od 35 do 40%, nekad i više ovisno o fenofazi u kojoj se



rezidba provodi. Sušenje može biti prirodno ili umjetno. Kod sušenja u sušari biomasa je na 20% kroz 5 dana, dok se prirodno sušenje provodi minimalno dvadeset dana ovisno o vremenskim uvjetima (Velazquez-Marti i sur., 2011). Kod prirodnog sušenja na otvorenom uspjeh najviše ovisi o vremenskim prilikama. Ukoliko nisu raspoložive sušare u kojima se može sušiti ovakva biomasa trebalo bi je prirodno sušiti u natkrivenim prostorima (hale, spremišta) kako bi se biomasa bolje osušila i ne bi ovisila o vanjskim vremenskim uvjetima. Prednost sušenja na otvorenom su smanjeni troškovi te manji utrošak energije. Sušenje u sušarama (umjetno) do 10% do 15% vlage se ne preporučuje zbog nerentabilnosti troškova i velikog utroška energije. Ukoliko se biomasa prerađuje u pelete ili brikete, sadržaj vlage u istoj trebao bi biti od 12% do 17% (Maciejewska i sur., 2006).

## 6. Energetsko korištenje biomase

### 6.1. Vrste goriva prema obliku

Najznačajnija uporaba biomase kao goriva je korištenje u obliku krutog goriva u proizvodnji toplinske energije. Glavni oblici drvnog goriva na tržištu su ogrjevno drvo, cjepanice, sječka te peleti i briketi, koji su najpogodniji oblik primjene krute biomase u proizvodnji energije (Francescato i sur., 2008).

#### 6.1.1. Kruta goriva - briketi

Briketi su geometrijski pravilni komadi prešane usitnjene sirovine, u pravilu valjkastog oblika, odnosno kružnog poprečnog presjeka. Po obliku, dimenzijama i načinu uporabe su slični malim cjepanicama, ali imaju mnogo veći energetski potencijal i mnogo bolje izgaraju. U pravilu se, poput cjepanica, koriste u ložištima s ručnim punjenjem: kaminima, pećima i kotlovima (Labudović i sur., 2012). Briketi nastaju briketiranjem, tj. prešanjem ostataka rahle biomase bez dodavanja vezivnog sredstva nastaje gusto, čvrsta i zbijeno gorivo koje se može koristiti kao zamjena za fosilna goriva u raznim industrijskim procesima. U sirovini ne smije biti kore, a udio vlage trebao bi iznositi najviše 10%. Uobičajeni promjer briketa je 30 – 40 mm. Briketi imaju gustoću od 800 – 1200 kg/m<sup>3</sup> u odnosu na 60 – 180 kg/m<sup>3</sup> rastresite biomase (Maciejewska i sur., 2006). Velika prednost briketa, kao i kod peleta je njihova ekološka prihvatljivost te iskorištenje nusproizvoda iz drvne industrije, kao i u intenzivnim nasadima višegodišnjih kultura. Prednosti briketiranja poljoprivrednih ostataka su: stopa izgaranja može biti usporediva sa ugljenom, mogućnost ostvarenja jedinstvenog izgaranja, smanjena emisija čestica, poboljšana skladišna svojstva. Proces briketiranja se uglavnom sastoji od sljedećih koraka: dostave i miješanja biomase skupa sa vezivnim sredstvom, miješanje i zagrijavanje smjese, prešanje smjese u obliku briketa, transport sirovog briketa u skladište na otvorenom (ispod krova), tijekom razdoblja od nekoliko dana kako bi zadobili mehaničku čvrstoću (Josipović, 2015).



Slika 24: Briketi

(Izvor: <http://kamin.16mb.com/ponuda-kamina/konzum-sezonska-ponuda-briketa/>)

### 6.1.2 Kruta goriva - peleti

Pelet (slika 25.) je proizvod cilindričnog oblika, sa odlomljenim krajevima, duljine od 5-45 mm i promjera 6-8 mm (za sustave grijanja kućanstava i manjih objekata), odnosno 10-12 mm (za sustave grijanja većih objekata, energetska postrojenja), dok gustoća uobičajeno iznosi više od 650 kg/m<sup>3</sup>. Udio vlage u peletima iznosi najviše 8%, a udio vezivnih sredstava najviše do 2% (Labudović, 2012). Nedostaci peleta su heterogenost sastava i varijabilnost ogrjevne vrijednosti te periodičnost nastanka biomase. Prednost je povećanje mase po jedinici zapremnine, odnosno veća gustoća što smanjuje troškove manipulacije i transporta te je veća efikasnost u procesu izgaranja. Osnovna prednost peleta sunjihov oblik i dimenzije koje omogućuju jednostavno prevoženje i skladištenje te posve automatizirani dovod do ložišta, pomoću pružnih ili pneumatskih prijenosnika, čime se omogućava jednaka udobnost primjene kao kod plina ili loživog ulja (Labudović, 2012). S obzirom na relativno visoki sadržaj energije u masi velike gustoće, zahtjevi za skladišnim prostorom su mali. Peletiranje je trenutno ekonomsko i energetska najisplativiji način pretvorbe biomase u energiju i zbog toga je danas najbrže rastući obnovljivi izvor energije. Peleti zbog velike gustoće imaju najveću donju ogrjevnu vrijednost u usporedbi s ostalom otpadnom šumskom biomasom. Energija koja se utroši za proizvodnju peleta iznosi 1,5-2% energije sadržane u peletima te 7 do 10% ako se u obzir uzme utrošak energije za sušenje sirovine, a proizvodnja 1 tone peleta s energetska vrijednošću od 5,000 kWh jednaka je energiji 500 L loživog ulja (Krička, 2010). Upotreba peleta za grijanje kućanstava je prilično novija pojava. Sustavi za izgaranje peleta su se razvili 1980., ali značajnije korištenje i razvoj tržišta peleta je u posljednjih 15-ak godina (Perez-Jimenez, 2015). Kvaliteta peleta ovisi o velikom broju čimbenika i njihovih međudnosa, a u prvom redu o vrsti biomase, sadržaju vlage i veličini čestica. Cjelokupni proces proizvodnje, uključujući proizvodne uvjete, tip peletirke i vezivo koje se koristi, utječe na kvalitetu peleta i svaki od ovih parametara je osjetljiv na promjene sirovine. Možemo reći da kvaliteta peleta ovisi o dva glavna faktora, a to su karakteristike sirovine, direktno povezane s kemijskim sastavom te postupci procesa peletiranja koji utječu na fizikalna i mehanička svojstva proizvedenih peleta. Odgovarajuća kombinacija ova dva faktora je ključna za dobivanje kvalitetnog energetska proizvoda. Kemijski sastav biomase varira ovisno o vrsti i unutar iste vrste ovisno o staništu, starosti i dijelu biljne vrste (deblo/stabljika, granje, lišće, korijen). Ugljik, kisik, dušik i vodik su glavne komponente biomase i one određuju ogrjevnu vrijednost biomase kao goriva. C, H i S su gorive tvari a O, N, vlaga i primjese čine negorivi dio biomase. Ugljik je najvažniji gorivi element i porastom koncentracije ugljika u biomasu raste i ogrjevna vrijednost. Vodik je drugi najvažniji sastojak koji oslobađa toplinu pa se također povećanjem vodika u biomasu povećava i ogrjevna vrijednost goriva. Sumpor nije poželjan u gorivoj tvari, kao ni kisik jer na sebe veže ugljik i vodik te smanjuje ogrjevnu vrijednost goriva. Dušik također smanjuje vrijednost goriva jer ne razvija toplinu i ne sudjeluje u procesu izgaranja. Lignin, celuloza i hemiceluloza su sastavni dio biomase i o njihovi udjelima ovisi gubitak mase tokom isplinjavanja jer se raspadaju pri različitim temperaturama. Sumpor, klor i kalij mogu uzrokovati probleme tijekom procesa sagorijevanja, kao na primjer formacije šljake u pećima i boilerima. Visoka



koncentracija kalija povećava količinu aerosoli koja se formira tijekom sagorijevanja, što može prouzročiti oštećenja u bojlerima i onečišćenje emisijom sitnih čestica (Labudović, 2012; Garcia-Maraver i Carpio, 2015; Krajnc, 2015). Ogrjevna vrijednost predstavlja toplinu oslobođenu pri izgaranju goriva s kisikom pod standardnim uvjetima i temeljna je veličina za proračun energije iz određenog materijala. Ovisi o vrsti i kemijskom sastavu biomase. Razlikujemo gornju i donju ogrjevnu vrijednost. Gornja ogrjevna vrijednost ( $H_g$ ) predstavlja toplinu koja nastaje pri potpunom izgaranju goriva, nakon čega se dodatno iskorištava toplina kondenzacije vodene pare iz dimnih plinova. To je najveća moguća energija koja se može dobiti izgaranjem nekog goriva. Donja ogrjevna ( $H_d$ ) vrijednost je toplina koja nastaje pri potpunom izgaranju goriva bez dodatnog iskorištavanja topline kondenzacije vodene pare. Za opisivanje efikasnosti sustava u obzir se uzima donja ogrjevna vrijednost jer uzima u obzir gubitke, realna je, a gornja ogrjevna vrijednost se koristi samo teorijski. Energetska vrijednost biomase se izražava po jedinici mase, odnosno MJ/kg (Labudović, 2012). Sadržaj vlage ima ključnu ulogu u procesu peletiranja i jedan je od važnijih faktor koji utječu na kvalitetu peleta. Udio vlage u biomasi predstavlja omjer udjela mase vode i mase suhe tvari. Vrlo je bitan čimbenik s obzirom da utječe na ogrjevnu vrijednost biomase, odnosno učinkovitost izgaranja se povećava sa smanjenjem udjela vlage i obratno. Sadržaj pepela – kvantiteta i kvaliteta pepela proizvedenog prilikom izgaranja biomase je određena kemijskim sastavom biomase i tehnologijom izgaranja, uključujući karakteristike peći, temperature procesa i sustav za ekstrakciju pepela. Sadržaj pepela utječe na kvalitetu goriva, i što je više pepela, odnosno neizgorivih mineralnih čestica, gorivo je lošije, pa tako stvaranje pepela može biti ograničavajući faktor u proizvodnji energije. Količina pepela utječe na troškove proizvodnje s obzirom da povećanjem količine pepela proporcionalno pada energetska vrijednost goriva. Biomasa s manje od 1% pepela najčešće ima toplinsku vrijednost od 20 MJ/kg. Sa svakim povećanjem sadržaja pepela za 1%, toplinska vrijednost se smanjuje za otprilike 0,2 MJ/kg (Milas, 2009 prema Jenkins, 1989). Uz navedene elemente, za kakvoću goriva bitan je i sadržaj koks, hlapivih tvari, fiksiranog ugljik. Anorganske tvari u biomasi, kao što su alkalni oksidi i soli, mogu izazvati taloženje i koroziju u kotlovima i ostalim dijelovima sustava za izgaranje (Milas, 2009; Garcia-Maraver i Carpio, 2015).



Slika 25: Peleti

(Izvor: <https://www.petrol.hr/poslovna-rjesenja/energenti/energenti-od-biomase>)

Prednosti korištenja biomase trajnih nasada kao energenta (<http://hr.up-running.eu/wp-content/uploads/sites/12/2019/07/1.-Monografija>):

- Ekonomska korist, dodatan dohodak za poljoprivrednike,
- Smanjenje pritiska na zalihe fosilnih goriva,
- Smanjenje energetske ovisnosti,
- Otvaranje novih radnih mjesta,

Nedostatci korištenja biomase trajnih nasada kao energenta:

- Smanjenje unosa organske tvari u tlo zbog iznošenja ostataka,
- Potrebno sušenje (prirodno ili umjetno) zbog visokog sadržaja vlage,
- Moguća kontaminacija zbog tretiranja nasada pesticidima, najviše bakra koji se najviše koristi u trajnim nasadima kao fungicid,
- Bakar potiče stvaranje dioksida koji mogu imati šteti utjecaj na okoliš i sustav za proizvodnju toplinske energije.

## 7. Ogrjevna vrijednost i energetski potencijal biomase

Biomasa se može pretvarati u korisne oblike energije putem različitih procesa, a na izbor procesa utječu vrsta i kvantiteta sirovine, željeni oblik energije, zahtjevi krajnjih potrošača, okolišni standardi i ekonomski uvjeti (McKendry, 2002). Može se koristiti za pretvorbu u električnu energiju i/ili toplinsku energiju ili preradu u komercijalno pogodnije oblike energije (pelete, brikete i drveni ugljen). Konverzijom biomase u energiju, tzv. bioenergiju, može se dobiti električna i/ili toplinska energija i transportna goriva. Dobivanje energije iz biomase omogućeno je putem biokemijskih i termo kemijskih procesa. Biokemijskim procesima, u koje spadaju fermentacija i anaerobna razgradnja, dobivaju se biogoriva (etanol, bioplina i biodizel), a termo kemijskim procesima, kao što su piroliza, rasplinjavanje, gasifikacija, izravno se proizvodi energija. Termičkom obradom biomase otpušta se energija čija količina ovisi o ogrjevnoj vrijednosti organske mase (Jelčić, 2016). Prema Leksikografskom zavodu Miroslav Krleža, ogrjevna vrijednost je toplina koja se oslobađa prilikom izgaranja određene mase ili volumena goriva odnosno količina toplinske energije oslobođene izgaranjem i mase ili volumena goriva, a ovisi o vrsti tvari. Mjerna jedinica za ogrjevnju vrijednost je kJ/kg (kilodžul po kilogramu), kJ/l (kilodžul po litri) ili kJ/m<sup>3</sup> (kilodžul po kubnom metru). Gornja ogrjevna vrijednost (H<sub>d</sub>) (engl. HHV – Higher heating value) predstavlja energiju koja se prenosi u okolinu kao toplina, a po jedinici količine goriva. U tom slučaju volumen mora biti stalan i to vrijedi za kruta i tekuća goriva, dok se kod stalnoga tlaka govori o plinskim gorivima. Pri izgaranju oslobađa se voda. S druge strane, bruto ogrjevna vrijednost nekada poprima i naziv visoke ogrjevnje vrijednosti. Kada se govori o donjoj ogrjevnoj vrijednosti (H<sub>d</sub>) (engl. LHV – Lower heating value) tada je to energija koja se

oslobađa po jedinici goriva uz oslobađanje vode koja se isparava u zrak. S druge strane, neto ogrjevna vrijednost predstavlja nekada i nisku ogrjevnu vrijednost (Francescato i sur., 2008).

Potencijal biomase važan je parametar u procjeni resursa biomase. Uobičajeno se razlikuju četiri vrste potencijala biomase, a to su: teorijski potencijal, tehnički potencijal, ekonomski potencijal, potencijal implementacije (Vis, 2010) te u novije vrijeme tzv. potencijal održivosti.

Teorijski potencijal je ukupna količina biomase koja se teoretski može smatrati dostupnom za korištenje u različite namjene. Kod biomase iz usjeva i nasada, predstavlja maksimalnu dostupnost ne uzimajući u obzir agroekološka i tehnička ograničenja. Tehnički potencijal je dio teorijskog potencijala koji se odnosi na sustave prikupljanja biomase. Energetski potencijal obično izražava količinu primarne energije po jedinici površine (Bilandžija, 2019).



Slika 26: Kotao na kruta goriva sa samosabdijevanjem  
(Izvor:vlastiti izvor)

## 8. Materijali i metode

### 8.1. Krapinsko-zagorska županija

Krapinsko-zagorska županija se nalazi u sjeverozapadnom dijelu Republike Hrvatske i pripada prostoru središnje Hrvatske. Županija je podijeljena na 7 gradova i 25 općina. Prema popisu stanovništva 2021. godine na području Krapinsko-zagorske županije živjelo je 120 942 stanovnika, što iznosi 3,11 % od ukupnog broja stanovnika Republike Hrvatske. Na području Krapinsko-zagorske županije prevladavaju naselja seoskih obilježja. Naselja koja su proglašena gradovima predstavljaju područja prijelaznog urbano-seoskog karaktera. U urbaniziranom području općina i gradova živi oko 36 142 stanovnika što je 24 % ukupnog broja stanovnika županije. Porast broja stanovnika kontinuirano je prisutan u svim urbaniziranim naseljima dok se u seoskim naseljima bilježi smanjenje broja stanovnika. Površinom je jedna od manjih županija (1224,22 km<sup>2</sup>), ali je gustoćom stanovnika od 116 st./km<sup>2</sup> iznad hrvatskog prosjeka (78 st./km<sup>2</sup>) te je, uz Međimursku i Varaždinsku županiju, najgušće naseljeno područje Hrvatske. U području Hrvatskog zagorja najviši dijelovi (500 – 1000 m nadmorske visine) su hrptovi koji u osnovi ili na površini imaju mezozojske karbonate ili čak paleozojskemetamorfite i eruptive. Maceljsko gorje i Ravna gora produžetak su Karavanki, a niz Rudnica – Desinička gora – Kuna gora – Strahinčica – Ivanščica nastavak je Kamničkih Alpa. Najveći dio površina pod vinogradima nalazi se na brežuljkastim obroncima alpskog sustava, dok se manji dio vinograda smjestio u ravničarskom dijelu. Veći dio Hrvatskog zagorja građen je od tercijarnih sedimentata (konglomerata, pješčenjaka, lapora) istaloženih uglavnom u jezerskom okolišu, koji su zbog svoje mekoće tekucicama znatno disecirani tako da je vertikalna raščlanjenost reljefa dosta velika. Trošenjem pelezozojskih kristalnih stijena, mezozojskih glinovitih vapnenaca i različitih klastita, taložene su raznovrsne gline i sitnozrni pijesci, što je pogodovalo razvoju obradivih tala na tzv. „goricama“. Upravo iz tog razloga, vinogradarstvo ovoga kraja razvijeno je na osojnim padinama zagorskih brežuljaka koji su pokriveni diluvijalnim glinovito-pjeskovitim nanosima. Isto tako, izražena glinovitost tala (vododrživost) pogoduje uzgoju vinove loze. Ovo područje nalazi se na međi hladnog alpskog zraka i toplijeg juga. Klima ovog područja svrstava se u vlažniju umjereno kontinentalnu s umjereno toplim ljetima i dosta kišovitim i hladnim zimama. Srednja godišnja temperatura kreće se oko 11,1 °C, a u tijeku vegetacije iznosi 17,4°C. Raspon suma efektivnih temperatura u vegetacijskom razdoblju (od IV. do X. mjeseca) kreće se od 1250 – 1450 °C. U tijeku godine padne oko 890 mm oborina (pola u doba vegetacije). Količine oborina dobro su raspoređene u tijeku godine s obzirom na to da više od 55% padne u tijeku vegetacije (Izvor: <https://poljoprivreda.gov.hr/>).

## 8.2. Vinova loza i voćne vrste u Krapinsko-zagorskoj županiji

Područje Hrvatskog zagorja od davnina je bilo vezano uz vinovu lozu kao jednu od najvažnijih poljoprivrednih kultura. Na ovom području (blizina Radoboja) nađen je najstariji nalaz predaka vinove loze *Vitis teutonica*, star oko 13 milijuna godina. Postoje tragovi Rimljana (Krapina, Lohor, Radoboj) pa je za vjerovati da su Hrvati od naseljavanja ovih područja nastavili s uzgojem vinove loze po kojoj su Rimljani bili poznati. Tradicionalno zagorsko vinogradarstvo stoljećima je počivalo na autohtonim sortama. Prije pojave filoksera američkih bolesti (krajem 19. stoljeća) na ovom je području egzistirao velik broj autohtonih domaćih kultivara. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, uz potporu Krapinsko-zagorske županije, je u posljednjih 15-tak godina intenzivno uključen u identificiranje, očuvanje i revitalizaciju autohtonih sorata vinove loze Hrvatskog zagorja. Proveden je postupak genetičke identifikacije sorata vinove loze temeljem DNA analize. Na ovaj su način identificirane 54 sorte, od kojih su danas široko poznate Cabernet sauvignon, Chardonnay, Frankovka, Graševina, Kraljevina, Merlot, Muškati, Pinot, Rajnski rizling, Sauvignon, Silvanac zeleni, Traminac..., ali i stare sorte koje su nekad bile prisutne, a sada ih se nastoji revitalizirati, kao što su: Belina desinička, Belina starohrvatska, Belina svetokriška, Dišeća ranina, Smudna belina, Sokol. Jedna od zanimljivosti iz 1999. godine otkriveno da je sorta Belina starohrvatska zajedno s Pinotom, roditelj čak 16 francuskih sorata od kojih je svakako najpoznatiji Chardonnay (Izvor: [www.staroselo.hr](http://www.staroselo.hr)). Tradicionalno mali vinogradi i hobističko vinogradarstvo pogodovali su još jednoj lokalnoj specifičnosti. Vinogradi su često bazirani na miješanim sortama loza među kojima se ponekad pronalaze direktno rodni hibridi poput Noah i Isabelle (u narodu poznatiji Noja, Direktor ili Izabela). Čuvanje tradicionalnog načina sadnje ima i svoju dobru stranu, ponajprije izraženu kroz očuvanje autohtonih sorti ovoga kraja. Kraljevina, moslavac, belina, zelenac, plavec žuti i šipelj neke su od važnijih sorti koje sporom prilagođavanju trendovima mogu zahvaliti svoj opstanak. No, moderno vinarstvo je mnoge vinare nagnalo da u vinogradima posade monokulture uglavnom internacionalnog porijekla, poput chardonnaya, silvanca, sauvignona, pinota bijelog, pinota sivog, graševine i traminca, koji kada se pridodaju postojećim autohtonim i američkim sortama čine sortiment kraja vrlo bogatim. Od stranih se sorti, unatoč nekim vrlo dobrim vinima pojedinih proizvođača, niti jedna još nije nametnula kao standard i tipični predstavnik regije. Kraljevina je tradicionalno najzastupljenija sorta, ali gubi udio u vinogradima iz godine u godinu. Na njeno mjesto dolaze pretežno internacionalne sorte. Kako je ova regija najhladnija vinska regija u Hrvatskoj, u vinu i grožđu se uvijek može naći visoka razina kiselina. U suhim vinima kiseline znaju dominirati i možda ponekad remetiti ravnotežu. Zbog toga je sve popularniji uzgoj slatkih vina u kojima je takva razina kiselina poželjna. Ledene berbe i izborne berbe prosušenih bobica koje dolaze iz ovih krajeva smatraju se najboljima u Hrvatskoj, što su proteklih godina dokazali brojni trofeji i zlatne medalje s natjecanja poput Decanter World Wine Awards. Od ukupno osam zlatnih medalja za Hrvatsku, četiri su došle iz ove regije ([www.Vinacroatia.hr](http://www.Vinacroatia.hr)).

### 8.3. Uzorkovanje orezane biomase

Uzimanje biomase provedeno je na 43 lokacije u Krapinsko zagorskoj županiji koje obuhvaćaju 25 općina i 7 gradova te 6 vinogorja. Uzorkovanje je obavljeno u vrijeme zimske rezidbe tj. u razdoblju od veljače do travnja 2022. godine. Masa zelene biomase dobivena je orezivanjem pet trsova/stabala u tri ponavljanja za svaku istraživanu sortu/vrstu. Rezidbe je izvršena ručnim i električnim škarama. Utvrđivanje mase zelene biomase provedeno je vaganjem uzoraka pomoću elektronske digitalne vage i pripadajuće opreme. Nakon vaganja orezane biomase uzeti su poduzorci (približno 0,5 kg) koji dopremljeni na Agronomski fakultet u Zagrebu gdje su izvagani i stavljeni na sušenje 48 sati na 60 °C. Nakon sušenja uzorci su ponovno izvagani i preračunati u prinos suhe tvari u t/ha. Postupak utvrđivanja udjela vode proveden je za biomasu uzorkovanu na lokacijama koje su označene na slici 27.



Slika 27: Karta lokacija uzimanja uzoraka ( crveno-voćnjaci, zeleno-vinogradi)  
(Izvor: vlastiti izvor)





Slika 28: Rezidba voćaka  
(Izvor: vlastiti izvor)



Slika 29: Orezana biomasa  
(Izvor: vlastiti izvor)



Slika 30: Vaganje voćnih vrsti  
(Izvor: vlastiti izvor)



Slika 31: Vaganje vinove loze  
(Izvor: vlastiti izvor)

## 8.4. Izračuna potencijala orezane biomase

### Teoretski potencijal

Teoretski potencijal predstavlja ukupan prinos suhe tvari biomase koji se dobije po jedinici površine, bez gubitaka koji nastanu tijekom sakupljanja. Teoretski potencijal određen je prema sljedećoj formuli :

$$\text{Teo\_pot} = \text{ro} * \text{n}$$

Teo\_pot – teoretski potencijal orezane biomase (t ST/ha)

ro – količina suhe tvari biomase po hektaru (t)

n– broj trsova po hektaru

## **Tehnički potencijal**

Tehnički potencijal predstavlja količinu biomase koju je moguće sakupiti sa neke površine nakon što se oduzmu gubici nastali tijekom sakupljanja. Tehnički potencijal određen je prema sljedećoj formuli:

$$\text{Teh\_pot} = \text{Teo\_pot} * \text{FD (t ST/ha)}$$

Teh\_pot - tehnički potencijal orezane biomase (t ST/ha)

Teo\_pot – teoretski potencijal orezane biomase (t)

FD – faktor dostupnosti

Za faktor dostupnosti su u obzir uzeta su te tri scenarija odnosno 15%, 25% i 35%.

## **Energetski potencijal-primarne energije**

Energetski potencijal je ukupna količina energije koje je moguće dobiti sa jedinice površine sa koje se biomasa prikuplja. Energetski potencijal određen je prema sljedećoj formuli:

$$\text{En\_pot} = \text{Teh\_pot} * \text{Hd}$$

En\_pot - energetski potencijal (GJ)

Teh\_pot - tehnički potencijal (t ST/ha)

Hdx– donja ogrjevna vrijednost (MJ/t ST)

Podaci za donju ogrjevnu vrijednosti preuzeti su iz literature Bilandžija i sur. (2012).

## **8.5. Prostorna distribucija potencijala**

Prostorna distribucija potencijala orezane biomase temelji se na ARKOD podacima, sukladno zastupljenosti istraživanih tipova poljoprivredne proizvodnje u Krapinsko-zagorskoj županiji na dan 31.12.2021..



## 9. Rezultati i rasprava

Na temelju rezultata mjerenja na području Krapinsko-zagorske županije može se utvrdi kako se broj trsova po hektaru kreće od 5 555 (1,80m x1m) do 13 333 (1,50m x0,50m), odnosno prosječan broj trsova vinove loze iznosi 8387 po hektaru. Kod voćnih vrsti sklop po hektaru se kreće od 500 (4m x 5m – Jabuka Idered) do 1904 (1,50m x 3,50 - Viljamovka), dok prosječan broj stabala do hektaru iznosi 859.

Najviše prevladavaju jednokraki i dvokraki guyot uzgojni oblik vinove loze dok kod voćaka je najviše zastupljena piramida kod prostornih oblika, a vretenasti grm kod plošnih oblika. Prosječna količina vode u vrijeme rezidbe iznosila je za orezanu biomasu vinove loze 41,18%, odnosno 40,81 % za orezanu biomasu voćnih vrsti.

Najmanja masa orezane biomase po trsu bila je utvrđena kod sorte Dišećaranina i iznosila je 0,25 kg, što čini ukupnu masu zelene biomase od 1,359 kg odnosno 817 kg ST po hektaru. Nasuprot, najveća masa bila je izmjerena za sortu Silavanac Zeleni od 1,15 kg/trsu, odnosno 15133 tona zelene biomase po hektaru. Prinos ST za navedenu sortu iznosio je 8812 kg po hektaru. Prosječna masa zelene orezane biomase na području Krapinsko-zagorske županije iznosi 5682 kg/ha, a masa ST 3337 kg/ha.

Najmanja masa orezane biomase kod voćnih vrsti bila je utvrđena kod Jabuke - Elstar i iznosila je 0,45 kg po stablu, što čini masu zelene biomase 375 kg po hektaru odnosno 222 kg ST. Najveća masa zelen orezane biomase po stablu je utvrđena kod Jabuke – Idered i iznosi 24,3 kg. Međutim na površini od jednoga hektara najviše zelene biomase daje Kruška – Viljamovka od 15 613 kg, odnosno 9 241 kg ST. Prosječna masa zelene orezane biomase voćnih vrsti na području Krapinsko-zagorske županije iznosi 5 078 kg/ha, a masa ST 3 006 t/ha.

Prema podacima ARKOD-a za poljoprivredna zemljišta na dan 31.12.2021. godinu, ukupna površina koja je pod vinogradima u Krapinsko-zagorskoj županiji, iznosila je 670.74 ha od čega najviše u gradu Pregradi 73.3 ha, a najmanje u Novom Golubovcu 2.76 ha. Ukupna površina voćnjaka iznosila je 1306.63 ha, od čega najviše također u Pregradi 114.79 ha, a najmanje u Stubičkim Toplicama 5.3 ha.

Skladno zastupljenosti površina po vinovom lozom i postavljenim scenarijima najveći energetski potencijal nalazi se na području gradova Pregrade (2 595 – 3 393 GJ), Krapinskih Toplica (1541 – 2015 GJ) i Svetom Križu Začretju (1 339 – 1 751 GJ), dok su za potencijalno iskorištene orezane biomase voćnih vrsta najznačajnija područja Pregrade (3 800 – 4969 GJ), Gornje Stubice (3 217 – 4207 GJ) i Krapine (3 116 – 4 075 GJ).

Rezultati poljskih istraživanja i proračuna potencijala prikazani su u tablicama 2., 3., 4. i 5.

Tablica 2: Potencijalna dostupnost orezane biomase vinove loze na području Krapinsko-zagorske županije

Lokacija	Sorta	Uzgojni oblik	Starost (god)	Razmak sadnje	Broj trsova/ha	Orezana Z.B./trs (kg)	% vode	Masa Z.B./ha (kg)	Masa S.T./ha (kg)
Pregrada	Pinot sivi	Jednokraki guyot	13	2x0,70	7142	0.75	-	5357	3151
Krapina	Chardonnay	Jednokraki guyot	5	1.80x0.60	9259	0.8	-	7407	4357
Veliko Trgovišće	Silvanac zeleni	Dvokraki guyot	28	1,50x0,50	13333	1.15	42.53	15333	8812
Veliko Trgovišće	Graševina	Dvokraki guyot	20	2x0,60	8333	0.45	43.02	3750	2137
Zlatar	Frankovka	Jednokraki guyot	23	1,70x,0,60	9803	0.45	-	4411	2595
Zabok	Rajski rizling	Jednokraki guyot	18	1,75x0,65	8849	0.75	41.11	6637	3908
Zabok	Graševina	Dvokraki guyot	18	2x0,80	6250	0.61	40.26	3813	2278
Zabok	Frankovka	Dvokraki guyot	10	2,20x0,70	6493	0.86	40.47	5584	3324
Bedekovčina	Belina	Jednokraki guyot	26	1,50x0,50	13333	0.95	-	12666	7450
Budinščina	Pinot bijeli	Jednokraki guyot	8	2,10x0,70	6802	0.7	-	4761	2801
Gornja Stubica	Kraljevina	Dvokraki guyot	15	2x0,65	7692	1.55	-	11923	7013
Sv.Križ Začretje	Muškat žuti	Jednokraki guyot	7	1,80x0,70	7936	0.3	-	2381	1400
Krapinske toplice	Štajerska belina	Jednokraki guyot	19	1,70x,0,60	9803	0.7	-	6862	4036
Kraljevec na Sutli	Graševina	Dvokraki guyot	17	2x0,60	8333	0.75	-	6250	3676
Zagorska Sela	Dišečaranina	Dvokraki guyot	9	1,80x1	5555	0.25	-	1389	817
Marija Bistrica	Šipon-Moslavac	Jednokraki guyot	11	2x0,80	6250	0.4	-	2500	1471
Tuhelj	Sauvignon bijeli	Jednokraki guyot	27	2x0,80	6250	0.65	41.53	4063	2375
Tuhelj	Graševina	Dvokraki guyot	20	2x0,60	8333	0.45	39.28	3750	2277
Tuhelj	Kraljevina	Dvokraki guyot	22	2,10x0,70	6802	0.97	40.54	6598	3923
Oroslavje	Traminac	Jednokraki guyot	5	2x0,60	8333	0.35	41.89	2917	1695
Kumrovec	Pinot bijeli	Dvokraki guyot	9	1,50x0,90	7407	0.35	-	2592	1525
Đurmanec	Ranfol	Jednokraki guyot	22	1,70x0,70	8403	0.85	-	7143	4201
Mihovljan	Cabarnetseuignon	Jednokraki guyot	6	2,20x0,70	6493	0.4	-	2597	1528
				<b>Prosjek</b>	<b>8139</b>	<b>0.67</b>	<b>41.18</b>	<b>5682</b>	<b>3337</b>

Tablica 3: Potencijalna dostupnost orezane biomase voćnih vrsti na području Krapinsko-zagorske županije

Lokacija	Sorta/vrsta	Uzgojni oblik	Starost (god)	Razmak sadnje	Broj stabala/ha	Orezana Z.B. /stablu (kg)	% vode	Masa Z.B./ha (kg)	Masa S.T./ha (kg)
Hum na Sutli	Viljamovka - kruška	Vret. Grm	22	1,50x3,50	1904	8.2	-	15613	9241
Klanjec	Idared- jabuka	Kugla	34	4x5	500	24.3	-	12150	7192
Desinić	Rimska ljeska	Vaza	10	4x3	833	2.35	-	1958	1159
Krapinske top.	Bistrica -šljiva	Vaza	12	4x4	625	8.88	38.55	5550	3410
Krapinske top.	President-šljiva	Vaza	12	4x4	625	7.95	39.55	4969	3004
Krapinske top.	Ruth gerstetter-šljiva	Vaza	12	4x4	625	7.95	38.55	4969	3053
Krapinske top.	California blue-šljiva	Vaza	10	4x4	625	7.2	44.48	4500	2498
Konjščina	Marelica-Kuresia	Piramida	14	3x4	833	6.95	-	5789	3427
Konjščina	Marelica-Moopark	Piramida	10	3x4	833	5.35	-	4457	2638
Konjščina	Marelica-Pink cot	Piramida	12	3x4	833	6.75	-	5623	3328
Konjščina	Marelica-Pink cot	Piramida	12	3x4	833	6.7	-	5581	3303
Zlatar Bistrica	Jabuka-Gala	Piramida	4	4x3	833	1.5	-	1250	740
Zlatar Bistrica	Jabuka-Elstar	Piramida	3	4x3	833	0.45	-	375	222
Zlatar Bistrica	Jabuka-Gala	Piramida	4	4x3	833	1.2	-	1000	592
Donja Stubica	Trešnja-Bing	Piramida	9	3,5x3	952	3.2	39.45	3046	1845
Donja Stubica	Trešnja-Grace star	Piramida	9	3,5x3	952	4.1	39.48	3903	2362
Krapinske T.	Trešnja-Celeste	Piramida	12	3,5x3	952	6.7	-	6378	3775
Krapinske T.	Trešnja-Droganova ž.	Piramida	12	3,5x3	952	6.55	-	6236	3691
Krapinske T.	Trešnja-Halka	Piramida	12	3,5x3	952	5.6	-	5331	3156
Krapinske T.	Trešnja-Kordia	Piramida	12	3,5x3	952	6.9	-	6569	3888
Klanjec	Jabuka-Jonagold	Vret. Grm	4	4x3	833	3.75	41.56	3124	1826
Zabok	Jabuka-G. Delicious	Vret. Grm	13	4x3	833	5.2	40.58	4332	2574
Zabok	Jabuka-Idared	Vret. Grm	13	4x3	833	5.7	43.54	4748	2681
Zabok	Jabuka-Gloster	Vret. Grm	13	4x3	833	5.3	42.36	4415	2545
				<b>Prosjek</b>	<b>859</b>	<b>6.20</b>	<b>40.81</b>	<b>5078</b>	<b>3006</b>

Tablica 4: Procjena potencijala orezane biomase vinove loze na području Krapinsko-zagorske županije

Područje	Površina (ha)	Teoretski potencijal (t ST)	Tehnički potencijal (t ST)			Energetski potencijal (GJ)		
			S1 (0,85%)	S2 (0,75%)	S3 (0,65%)	S1 (0,85%)	S2 (0,75%)	S3 (0,65%)
Bedekovčina	27.44	91.4	77.7	68.5	59.4	1324	1168	1013
Budinščina	10.85	36.1	30.7	27.1	23.5	524	462	400
Desinić	22.14	73.7	62.7	55.3	47.9	1068	943	817
Donja Stubica	27.27	90.8	77.2	68.1	59.0	1316	1161	1006
Đurmanec	18.2	60.6	51.5	45.5	39.4	878	775	672
Gornja Stubica	23.62	78.7	66.9	59.0	51.1	1140	1006	872
Hrašćina	28.07	93.5	79.5	70.1	60.8	1355	1195	1036
Hum na Sutli	18.02	60.0	51.0	45.0	39.0	870	767	665
Jesenje	7.39	24.6	20.9	18.5	16.0	357	315	273
Klanjec	24.83	82.7	70.3	62.0	53.7	1198	1057	916
Konjščina	4.12	13.7	11.7	10.3	8.9	199	175	152
Kraljevec na Sutli	12.16	40.5	34.4	30.4	26.3	587	518	449
Krapina	35.36	117.7	100.1	88.3	76.5	1706	1506	1305
Krapinske Toplice	41.75	139.0	118.2	104.3	90.4	2015	1778	1541
Kumrovec	13.16	43.8	37.2	32.9	28.5	635	560	486
Lobor	22.14	73.7	62.7	55.3	47.9	1068	943	817
Mače	15.72	52.3	44.5	39.3	34.0	759	669	580
Marija Bistrica	25.33	84.3	71.7	63.3	54.8	1222	1079	935
Mihovljan	10.02	33.4	28.4	25.0	21.7	484	427	370
Novi Golubovec	2.76	9.2	7.8	6.9	6.0	133	118	102
Oroslavje	9.12	30.4	25.8	22.8	19.7	440	388	337
Petrovsko	28.43	94.7	80.5	71.0	61.5	1372	1211	1049
Pregrada	70.31	234.1	199.0	175.6	152.2	3393	2994	2595
Radoboj	28.65	95.4	81.1	71.6	62.0	1383	1220	1057

Stubičke Toplice	5.09	16.9	14.4	12.7	11.0	246	217	188
Sveti Križ Začretje	36.28	120.8	102.7	90.6	78.5	1751	1545	1339
Tuhelj	13.95	46.5	39.5	34.8	30.2	673	594	515
Veliko Trgovišće	31.3	104.2	88.6	78.2	67.7	1511	1333	1155
Zabok	11.29	37.6	32.0	28.2	24.4	545	481	417
Zagorska Sela	6.32	21.0	17.9	15.8	13.7	305	269	233
Zlatar	34.65	115.4	98.1	86.5	75.0	1672	1475	1279
Zlatar Bistrica	0.99	3.3	2.8	2.5	2.1	48	42	37
<b>Ukupno</b>	<b>666.73</b>	<b>2220.2</b>	<b>1887.2</b>	<b>1665.2</b>	<b>1443.1</b>	<b>32176</b>	<b>28391</b>	<b>24605</b>

Tablica 5: Procjena potencijala orezane biomase voćnih vrsti na području Krapinsko-zagorske županije

Područje	Površina (ha)	Teoretski potencijal (t ST)	Tehnički potencijal (t ST)			Energetski potencijal (GJ)		
			S1 (0,85%)	S2 (0,75%)	S3 (0,65%)	S1 (0,85%)	S2 (0,75%)	S3 (0,65%)
Bedekovčina	55.17	165.5	140.7	124.1	107.6	2388	2107	1826
Budinščina	23.99	72.0	61.2	54.0	46.8	1038	916	794
Desinić	43.47	130.4	110.8	97.8	84.8	1882	1660	1439
Donja Stubica	57.64	172.9	147.0	129.7	112.4	2495	2201	1908
Đurmanec	30.05	90.2	76.6	67.6	58.6	1301	1148	995
Gornja Stubica	97.18	291.5	247.8	218.7	189.5	4207	3712	3217
Hrašćina	27.54	82.6	70.2	62.0	53.7	1192	1052	912
Hum Na Sutli	56.55	169.7	144.2	127.2	110.3	2448	2160	1872
Jesenje	27.9	83.7	71.1	62.8	54.4	1208	1066	924
Klanjec	20.35	61.1	51.9	45.8	39.7	881	777	674
Konjščina	15.14	45.4	38.6	34.1	29.5	655	578	501
Kraljevec na Sutli	11.7	35.1	29.8	26.3	22.8	506	447	387
Krapina	94.15	282.5	240.1	211.8	183.6	4075	3596	3116
Krapinske Toplice	70.68	212.0	180.2	159.0	137.8	3059	2700	2340
Kumrovec	25.37	76.1	64.7	57.1	49.5	1098	969	840
Lobor	34.17	102.5	87.1	76.9	66.6	1479	1305	1131
Mače	21.37	64.1	54.5	48.1	41.7	925	816	707
Marija Bistrica	61.07	183.2	155.7	137.4	119.1	2643	2332	2021
Mihovljan	18.29	54.9	46.6	41.2	35.7	792	699	605
Novi Golubovec	7.81	23.4	19.9	17.6	15.2	338	298	259
Oroslavje	41.77	125.3	106.5	94.0	81.5	1808	1595	1383
Petrovsko	41.01	123.0	104.6	92.3	80.0	1775	1566	1357
Pregrada	114.79	344.4	292.7	258.3	223.8	4969	4384	3800
Radoboj	69.09	207.3	176.2	155.5	134.7	2991	2639	2287



Stubičke Toplice	5.3	15.9	13.5	11.9	10.3	229	202	175
Sveti Križ Začretje	47.9	143.7	122.1	107.8	93.4	2073	1829	1586
Tuhelj	24.17	72.5	61.6	54.4	47.1	1046	923	800
Veliko Trgovišće	49.14	147.4	125.3	110.6	95.8	2127	1877	1627
Zabok	32.76	98.3	83.5	73.7	63.9	1418	1251	1084
Zagorska Sela	23.55	70.7	60.1	53.0	45.9	1019	899	780
Zlatar	58.82	176.5	150.0	132.3	114.7	2546	2247	1947
Zlatar Bistrica	7.92	23.8	20.2	17.8	15.4	343	302	262
<b>Ukupno</b>	<b>1315.81</b>	<b>3947.4</b>	<b>3355.3</b>	<b>2960.6</b>	<b>2565.8</b>	<b>56956</b>	<b>50256</b>	<b>43555</b>

Prema Rousui i Pasadasu (2012) vinova loza daje 0,5 kg orezane biomase po trsu, dok prema Beretin (2015) 1 do 1,5 kg po trsu. Količina orezane biomase je nešto veća od dobivenih rezultata iz razloga što su se provele dvije rezidbe odnosno „rezidba u zeleno“ i „rezidba u zrelo“. Iako „rez u zeleno“ nema poseban značaj u korištenju za proizvodnju energije.

Iz dobivenih rezultata izračunato je da prosječna količina orezane biomase na „Jazbini“ iznosi 1,8 t/ha. Rezultati Bisaglije i sur. (2018.) iznose 1,45 t/ha, a rezultati Bisaglije i Romana (2018.) navode od 2,3 do 2,4 t/ha. Prema Negrinu i sur. (2012.) vinogradi u Španjolskoj, Italiji, Francuskoj i Portugalu daju oko 1,5 t/ha orezane biomase godišnje. Beretin (2015) navodi prosječnu količinu orezane biomase po trsu od 0,58 kg za Chardonnay i 0,67 kg za Frankovku.

Radojević i sur. (2007.) proveli su istraživanje energetske vrijednosti biomase nastale rezidbom vinove loze rezom u zrelo. Navoda kako količina orezane vinove loze ovisi o raznim čimbenicima kao što su biološke osobine, starost nasada, agrotehničke mjere, sustav uzgoja i dr., ali najveći utjecaj imaju bujnost sorte i podloge, primijenjena agrotehnika i način rezidbe. Uočene su znatne razlike u količini biomase: 0,619 kg/trsu (Muškat bijeli), 0,778 kg/trsu (Gamaybojadiser), 0,806 kg/trsu (Kreaca), 1,026 kg/trsu (Kardinal), 1,073 kg/trsu (Muškat crni), 1,205 kg/trsu (Župljanka) i 1,237 kg/trsu (Vranac). Na količinu ostataka rezidbe vinove loze najviše utječu biološke osobine sorte, osobito bujnost. Na osnovi podataka o broju trsova, ostataka rezidbe vinove loze po trsu (0,96 kg) i ogrjevne vrijednosti izračunata je energetska vrijednost biomase vinove loze za 2004. godinu u Srbiji na 3,95 TJ.

Nakomčić Smaragdakis i Čepić (2016) u istraživanju navode da godišnje nastane 95000 tona biomase u voćarskoj i vinogradarskoj proizvodnji u Vojvodini. Masa ostataka rezidbe vinove loze iznosi 2,94 – 3,10 t/ha pri skladišnom sadržaju vlage, a za izračun je uzeta srednja vrijednost koja iznosi 3,02 t/ha. Vinova loza je u Vojvodini u razdoblju 2003. – 2007. godine bila zastupljena na 10793 ha s prinosom ostataka vinove loze od 3,02 t/ha. Prema tim podacima godišnje nastane 32595 tona ostataka rezidbe u vinogradarskoj proizvodnji u Vojvodini.

Ivanović i Glavaš (2013) proveli su istraživanje na temelju podataka iz popisa poljoprivrede iz 2003. godine za izračun količine biomase iz ostataka rezidbe vinograda na području Slavonije i Baranje. Na području regije Slavonije i Baranje površine pod vinovom lozom iznosile su 7725 ha s prosječnim ostatkom rezidbe od 0,95 t/ha što ukupno čini 7339 t ostataka rezidbe vinove loze godišnje. Prema podacima ukupne količine ostataka rezidbe vinove loze (7400 t) i donje ogrjevne vrijednosti (14 MJ/kg) izračunata je energetska vrijednost ostataka vinogradarske proizvodnje koja iznosi 103 TJ što je ekvivalentno 2556 toe.

Broj stabala vodećih voćnih vrsta u 2010. godini u Republici Srbiji je: šljive 41.171.000 stabala, jabuke 15.880.000 stabala, breskve oko 4.000.000 stabala, dok je rodni čokota vinove loze oko 292.000.000. Mnogobrojni autori su se bavili problematikom sakupljanja i korištenja biomase dobivene iz voćnjaka i vinograda. Mjerenjima je ustanovljeno da u nasadima jabuka po jednom stablu može se dobiti 2,687 kg, odnosno 4.569 kg/ha orezanih grana, sa sadržajem vlage 42%. To znači da pri ravnotežnom (skladišnom) sadržaju vlage od 14% u rezidbenim ostacima jabuke, masa iznosi 3.081 kg/ha. U voćnjaku školskog dobra „Radmilovac“ orezana masa od vinogradarskih breskvi bila je 7,2 kg/stablu ili 3,591 t/ha, šljiva

7,675 kg/stablu ili 3,838 t/ha i jabuka 1,603 kg/stablu ili 3,085 t/ha, pri skladišnom sadržaju vlage. Prinos rezidbenih ostataka iz voćarstva određen je na osnovu prosječno izmjerene orezane mase stabala jabuka, šljiva i bresaka po jednom hektaru pri skladišnom sadržaju vlage i on je iznosio 3,399 t/ha. U vinogradarskoj proizvodnji, rezidbom na zrelo ili zeleno po jednom čokotu vinograda može se dobiti 1,2 do 1,8 kg rezidbenih ostataka vinove loze ili preračunato po hektaru to iznosi 4-6 tona, dok je mjerenjem orezane mase vinove loze u vinogradu u Sremskim Karlovcima utvrđeno da orezana masa iznosi 2,94 do 3,10 t/ha, pri skladišnom sadržaju vlage, njegova izmjerena srednja vrijednost orezane vinove loze 3,02 t/ha. Količina orezane biljne mase u voćnjacima i vinogradima ustanovljena je velikim brojem faktora koji zavise od bioloških osobina sorte, uzgojnog oblika, starosti voćnjaka/vinograda, agrotehničkih mjera, razmaka sadnje itd. Najveći utjecaj na količinu imaju: bujnost sorte i podloge, provedena agrotehnika i sistem rezidbe. Dobiveni rezultati ukazuju da se u zavisnosti od sorte i uzgojnog oblika količina orezanog biljnog materijala kod jabuke kretala od 1,06 kg (uzgojni oblik – vitko vreteno) do 2,33 kg (uzgojni oblik – piramida), kod breskve od 6,98 kg (uzgojni oblik – vitko vreteno) do 10,37 kg (uzgojni oblik – piramida), kod vinove loze od 0,57 kg stablo-1 (uzgojni oblik – jednokraki guyot) do 1,25 kg stablo-1 (uzgojni oblik – jednokraki guyot). Iz prikazanih rezultata se može zaključiti da pored klimatskih i agrotehničkih faktora, koji se razlikuju iz godine u godinu, razlike u količini rezidbenih ostataka postoje i na osnovu uzgojnog oblika, sistema uzgoja (razmak stabala/čokota između redova i u redu) (Pajić i sur. 2013).

Na konferenciji „Nove mogućnosti u privredi“, održanoj u Podgorici 22.06.2010. godine izneseni su podaci o količini biomase dobivene od ostataka rezidbe vinove loze, kao i svoje usporedbe kalorične vrijednosti vinove loze u odnosu na druge sirovine (Cumbo, 2010). Istraživanje je provedeno u suradnji Privatne tvrtke OMP Engineering i Plantaže (Crna Gora). Plantaže su obuhvaćale površinu od 2.200 ha i na njima je bilo zasađeno cca 10.000.000 trsova. Za vrijeme orezivanja vinove loze dobije se cca 1,5 do 1,8 kg suhe tvari po trsu. Količina otpada koju dobiju prilikom orezivanja u jednoj godini iznosi 15.000 do 18.000 tona. Od krčenja starih vinograda dobiju također određenu količinu suhe celulozne mase (krčenje 100 ha/god daje cca 1.000 tona suhe tvari). Ono što se kod njih javilo kao problem jeste da se cijeli otpad do sada spaljivao (problem za cijelo područje, ali i vrlo nepovoljno s ekološkog aspekta). Njihova ideja je bila pokretanje tvornice za proizvodnju visokokvalitetnih briketa, koja je danas i ostvarena (Plant-OMP). Pogoni za proizvodnju briketa prostiru se na 9.000 m<sup>2</sup>, a vinogradi na 2300 ha.

## 10. Zaključak

Orezani ostaci iz vinograda i voćnjaka predstavljaju veliki energetska potencijal koji je zasada slabo iskorišten, kako u Krapinsko-zagorskoj županiji tako i u ostatku Hrvatske. Najčešće se rezidbena biomasa pali na otvorenom ili odlaže na tlu te se usitnjava kao mrtvi malč. Veličina i raspored nasada kao i njihov teritorijalni raspored te velika rascjepkanost parcela samo su neke od karakteristika nasada u Krapinsko-zagorskoj županiji. U mnogim slučajevima vinogradi i voćnjaci organizirani su u malim parcelama, uskim redovima te smješteni na strmim terenima. Što se tiče Krapinsko-zagorske županije, postoji potencijal iskoristivosti biomase te bi ga trebalo više iskoristiti kao i educirati poljoprivredne proizvođače o mogućnostima korištenja i dorade. Mislim da će u budućnosti biomasa zauzimati sve veći postotak u korištenju obnovljivih izvora te biti više zastupljena i korištena kao izvor energije.

## 11. Literatura

1. Beretin D. (2015). Diplomski rad, Iskorištavanje drvne biomase iz vinogradarske proizvodnje za proizvodnju energije. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet.
2. Bilandžija N. (2019). Orezana biomasa na području Istarske županije (mogućnosti prikupljanja, potencijali, energetska iskorištenje). Radionica: „Održivo upravljanje rezidbenim ostacima i ostatkom iz poljoprivredne proizvodnje“, Pazin, Hrvatska.
3. Bilandžija N., Voca N., Kricka, T., Matin A., Jurisic V. (2012). Energy potential of fruit tree pruned biomass in Croatia. Spanish Journal of Agriculture Research 10 (2), ISSN: 1695-971-X, pp. 292-298
4. Bilandžija, N. (2012). Proizvodnja peleta od biomase vinove loze. Gospodarski list, Vol 4, 57-58.
5. Bilandžija, N. (2015). Potencijal vrste *Miscanthus x giganteus* kao energetske kulture u različitim tehnološkim i agroekološkim uvjetima. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
6. Bilandžija, N., Sito, S., Josipović G. (2016). Suvremena tehnika za prikupljanje orezane biomase u svrhu energetske iskorištenja. Proceedings of the 44th international symposium on agricultural engineering „Actual task on agricultural engineering“, 177-185.
7. Bisaglia, C., Brambilla, M., Cutini, M., Bortolotti, A., Rota, G., Minuti, G., Sargiani R. (2018). Reusing Pruning Residues for Thermal Energy Production: A Mobile App to Match Biomass Availability with the Heating Energy Balance of Agro-Industrial Buildings. Sustainability, 10 (11).
8. Francescato V., Antonini E., Zuccoli Bergomi L. (2008). Priručnik o gorivima iz drvne biomase. Regionalna energetska agencija Sjeverozapadne Hrvatske, Zagreb.
9. Garcia Galindo D., Rezeau A., Panagiotis G., Monteleone M. (2016). Setting up and running sustainable supply of woody biomass from agrarian pruning and plantation removal. European Commission, Innovation and Networks Executive Agency (INEA).
10. Garcia, R., Pizarro, C., Lavin, A., Bueno, J. (2012). Characterization of Spanish biomass wastes for energy use. Bioresource Technology, Vol. 103, Str- 249-258.
11. Gelo I., (2017). Zbrinjavanje posliježetvenih ostataka uljarice procesom pirolize. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
12. Harshwardhan, K. i Upadhyay, K. (2017). Effective utilization of agricultural waste: review. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 6 (9), 52 – 59.
13. Hoogwijk, M.M. (2004). On the global and regional potential of renewable energy sources (Doctoral dissertation). Verbonden aan de Faculteit Scheikunde van de Universiteit Utrecht.
14. Ivanović M., Glavaš H. (2013). Potencijal i mogućnosti korištenja biomase iz ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje u energetske svrhe na području regije Slavonije i Baranje. Sveučilište J. J. Strossmayera, Osijek.

15. Ivanović, M. (2007). Europski trendovi u obnovljivim izvorima energije. Zbornik radova, obnovljivi izvori energije u Republici Hrvatskoj, Osijek, Republika Hrvatska.
16. Ivanović, M. i Glavaš, H. (2013). Potencijali i mogućnosti iskorištenja biomase ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje na području regije Slavonije i Baranje.
17. Janić T., Milenković B., Brkić M., Janjatović Z., Pavlović D., Vurdelja J., Tot I. (2012). Energetska efikasnost i analiza potencijala biomase. Novi Sad, [http://biomasa.undp.org.rs/download/5\\_UNDP\\_STUDIJA\\_GOLUBAC\\_SRB.pdf](http://biomasa.undp.org.rs/download/5_UNDP_STUDIJA_GOLUBAC_SRB.pdf).
18. Jelavić B., Kulišić B., Vorkapić V., Kojaković A. (2011). Energy from biomass – potential and current situation in Croatia. Predavanje Njemačko-hrvatski simpozij Energija iz biomase - kruta biomasa, bioplin i biogoriva. Njemačko-hrvatska industrijska i trgovinska komora, Zagreb.
19. Jelčić B. (2016). Energetski potencijal peleta proizvedenih iz poljoprivredne biomase u Hrvatskoj. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
20. Josipović G. (2015). Suвременa tehnika za prikupljanje i doradu orezane biomase u svrhu energetskog iskorištenja. Završni rad, Agronomski fakultet, Zagreb.
21. Krička, T. (2010). Potencijal proizvodnje energije iz biljnih ostataka u poljoprivredi i šumarstvu. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
22. Labudović, B. (2012). Osnovne primjene biomase. Energetika marketinga. Zagreb.
23. McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part1): overview of biomass. *Bioresource Technology* 83, pp. 37-46.
24. Mol, R.M., Jogems, P. Van Beek, J.K. Gigler (1997): Simulation and optimization of the logistics of biomass fuel collection July 1997, *Netherlands Journal of Agricultural Science*, Asikainen. <https://library.wur.nl/ojs/index.php/njas/article/view/535>.
25. Nakomčić Smaragdakis, B. i Čepić, Z. (2016). Energetski potencijal i značaj korištenja biomase iz šumarstva, voćarske i vinogradarske proizvodnje u AP Vojvodini. Scientific Conference with International Participation – ETIKUM, Agarski, B. (ur.), University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Production Engineering, Novi Sad, 137-140.
26. Pajić M., Dražić M., Pajić V., Radojičić D., Gligorević K., Zlatanović I., Oljača M. (2013). Energetski aspekti korišćenja rezidbenih ostataka iz proizvodnje jabuke. *Agro-znanje*. Vol 15. Br. 2. 139-148. Beograd.
27. Perez-Jimenez J.A. (2015). Biomass Pelletization - Standards and Production Southampton, Boston: WIT Press. 67 – 82.
28. Radojević, R., Živković, M., Urošević, M., Radivojević, D. (2007). Tehnološko tehnički aspekti korištenja ostataka rezidbe voćaka i vinove loze. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi*.
29. Romański, L., Dyjakona, A., Adamczyk, F., Frąckowiak, P. (2014). Problems with deriving the fruit tree pruned biomass for energy use. *Agricultural Engineering*, 3 (151), 157-167.
30. Silvina, M. i Franco, A. J. (2004). Biomasa potencial y disponible en el municipio de Coronel Moldes, Salta, Argentina Manrique .



31. Sito S., Jurišić M., Stajanko D., Kušec V., Bilandžija N. (2014). Tehnika u voćarstvu i vinogradarstvu. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
32. Sito, S., Ivančan S., Bilandžija, N., Mucalo, A. (2010): Strojevi za zbrinjavanje rozgve u vinogradu. Glasnik zaštite bilja, 1/2010, 108 – 112.
33. Spinelli, R., Magagnotti, N., Nati, C. (2009). Harvesting vineyard pruning residues for energy use. Biosystems Engineering, vol. 105 (3), str. 316-322.
34. Spinelli, R., Nati, C., Pari, L., Mescalchin, E., Magagnotti, N. (2012). Production and quality of biomass fuels from mechanized collection and processing of vineyard pruning residues. Applied Energy. Roma, Italy.
35. Stanić A., (2019). Županijski pregled raspoloživosti važnijih tipova poljoprivredne biomase u Hrvatskoj za proizvodnju energije. Stručni rad. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu.
36. Šljivac D., Šimić Z. (2009). Obnovljivi izvori energije: Najvažnije vrste, potencijal i tehnologija. Ministarstvo rada, gospodarstva i poduzetništva. Zagreb.
37. Tursi A., (2019). A review on biomass: importance, chemistry, classification, and conversion. Department of Chemistry and Chemical Technologies, University of Calabria, Via P. Bucci, Cubo 15D, 87036 Arcavacata di Rende (Cs), Italy.
38. U. S. Department of Energy, Federal Energy Management Program (2011). Biomass for Electricity Generation. WBDG a program of the National Institute of Building Sciences.
39. Velazquez-Marti B., Fernandez-Gonzalez E., Lopez-Cortes I., Salazar-Hernandez D.M. (2011). Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. Biomass and Bioenergy, Vol. 35, Str. 3453-3464.
40. Voća, N. (2016). Energetska iskoristivost biomase I biogoriva u poljoprivredi 2. Interna skripta Zavoda za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport. Agronomski fakultet Zagreb.
41. Živković, M., Radojević, R., Urošević, M. (2007). Priprema i potencijal ostataka rezidbe u voćnjacima i vinogradima kao energetske materijala. Poljoprivredna tehnika, vol. 32 (3), str. 51-58.

## Popis korištenih izvora – poveznica:

- <http://www.hcphs.hr/>
- <https://caebinternational.it/>
- <https://www.messis.hr/zastupstva/caravaggi>
- <https://www.nobili.com/bnu-cv-cl/sd03859bd>
- <https://vinacroatia.hr/hrvatska-vina/kontinentalna-hrvatska/hrvatsko-zagorje/>
- <https://staroselo.hr/sorte-vinove-loze/>- <http://hr.up-running.eu/wp-content/uploads/sites/12/2019/07/1.-Monografija.pdf>
- <http://www.agromondo.rs/Kombajni.htm>
- [http://www.probiomasa.gob.ar/\\_pdf/WISDOM\\_Salta\\_baja.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/WISDOM_Salta_baja.pdf)
- <http://www.scribd.com/doc/45065446/3-1-BriketiranjeŽeljko-Cumbo#scribd>
- [https://firmylesne.pl/lista/technika-lesna/pokaz/biobaler\\_wb-55,3893](https://firmylesne.pl/lista/technika-lesna/pokaz/biobaler_wb-55,3893)
- [https://hr.wikipedia.org/wiki/Orezivanje\\_vo%C4%87aka](https://hr.wikipedia.org/wiki/Orezivanje_vo%C4%87aka)
- <https://poljoprivreda.gov.hr/>
- <https://vinogradispogledom.visitzagorje.hr/#vinska-prica>
- <https://www.fcirce.es/en/biomass>
- <https://www.petrol.hr/poslovna-rjesenja/energenti/energenti-od-biomase>
- <https://www.pezzolato.it/macchina/mf-10000-presa-di-forza/>
- <https://www.up-running.eu/>
- <https://www.njuskalo.hr/sjetva-zetva-berba/balirka-vinovu-lozu-ostale-ostatke-nakon-rezidbe-l-sgorbati-s600-oglas-7866369>
- <https://www.undp.org/belarus/news/how-fire-can-help-preserve-biodiversity>

## Životopis

Trpimir Stjepan Zajec rođen je 8. Listopada 1997. Godine u Zaboku. Osnovnu školu pohađao je u osnovnoj školi Veliko Trgovišće. Nakon osnovne škole upisuje srednju školu Bedekovčina, smjer vrtlar. Za vrijeme trajanja obrazovanja odlazi na stručnu praksu u Njemačku. Zbog stručne prakse u inozemstvu pohađa viši tečaj engleskog i njemačkog jezika. Po završetku trogodišnjeg obrazovanja polaže razlikovne ispite za smjer agrotehničar. U međuvremenu pohađa tečaj vinarstva/vinogradarstva. Za vrijeme cijelog srednjoškolskog obrazovanja prima županijsku stipendiju za izvrstan prosjek. Nakon završetka srednje škole stječe dobro temelje iz područja poljoprivrede te se odlučuje za upis Agronomskog fakulteta u Zagrebu, smjer Poljoprivredna tehnika. Po uspješnom završetku preddiplomskog studija nastavlja obrazovanje na diplomskom studiju smjer Mehanizacija.