



BUDUĆNOST OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE





Sadržaj

1.	UVOD	1
1.1.	Obnovljivi izvori energije	1
1.2.	Biomasa	2
2.	UZGOJ PAULOVNJE ZA PROIZVODNJU BIOMASE	3
2.1.	Odabir lokacije	3
2.2.	Klimatski i poljoprivredni uvjeti	3
2.3.	Upute za uzorkovanje radi analize tla na području namijenjenom za uzgoj paulovnije	4
2.3.1.	Osnovni uvjeti	4
2.3.2.	Metoda za prikupljanje uzoraka tla	4
2.4.	Materijal za sadnju	5
2.5.	Sadnja i uzgoj – opći uvjeti	6
2.5.1.	Priprema terena	6
2.5.2.	Sunce	6
2.5.3.	Kiša	6
2.5.4.	Vjetar	6
2.5.5.	Pašnjaci i tlo prekriveno grmljem	6
2.5.6.	Kontrola korova nakon sadnje	6
2.5.7.	Oranje	6
2.5.8.	Tanjuranje	7
2.5.9.	Brazdanje i označavanje	7
2.5.10.	Određivanje načina sadnje	7
2.5.11.	Navodnjavanje	7
2.5.12.	Gnojidba	8
2.5.13.	Orezivanje	8
2.5.14.	Sadnja bez potpunog tretiranja tla	8
2.5.15.	Bolesti i nametnici	9
2.5.16.	Prinosi	9
2.5.17.	Sječa	9
2.5.18.	Izravno skupljanje manjih komada drveta	9
2.5.19.	Sječa cijelih stabala	10
2.5.20.	Sječa granja	10
2.5.21.	Sušenje i skladištenje	10



2.5.22.	Oporavak terena	11
3.	EKONOMSKA PRIMJENA	11
3.1.	Gorenje, uplinjavanje i piroliza	12
3.2.	Gorenje	12
3.3.	Uplinjavanje	12
3.4.	Biološka sanacija	13
4.	EKOLOŠKI UTJECAJ NA KORIŠTENJE PAULOVNJIJE	14
4.1.	Flora	14
4.2.	Raznolikost faune	15



1. UVOD

Rezerve benzina i plina u svijetu se smanjuju, stoga njihovo iskorištavanje, dostava i velika potražnja čine završni produkt preskupim. Bugarska na primjer, te općenito zemlje srednje Europe, imaju ograničene zalihe takvih energetske izvora i zato uvoze većinu svojih potreba. Kad se radi o benzinu i plinu, uvoz je gotovo 100%. Dakle, to u potpunosti ovisi o vanjskim izvorima na koje se ne može utjecati. Europa se suočava s klimatskim promjenama, rastućom ovisnošću o uvoznim resursima i energiji, te troškovima koji su u porastu.

U ovakvim uvjetima, europske potrebe za održivim razvojem postaju sve teže za ostvariti. Nova europska politika (kada se radi o energiji) je pokušaj svladavanja ovih izazova u korist svih Europljana. Polazišna točka ove politike sastoji se od sljedećeg:

- savladavanje klimatskih promjena
- smanjenje ovisnosti EU o uvozu energetske resursa
- poticanje ekonomskog rasta i zapošljavanja, kako bi energija korisnicima bila pristupačnija cijenom

Postizanje ovih ciljeva nije moguće ostvariti bez razvoja i korištenja širokog spektra obnovljivih energetske izvora – vjetar, solarna energija, hidroenergija, geotermalne energije i energije plime i oseke. Energija dobivena iz biomase ima posebnu primjenu, u fazi je razvitka i spremna je za komercijalnu primjenu.

1.1. Obnovljivi izvori energije

Obnovljivi izvori energije (u daljnjem tekstu: OIE) pružaju održiv i ugljično neutralan prirodan izvor toplinske i električne energije, uz povećanje sigurnosti i raznovrsnosti načina isporuke energetske resursa.

OIE kao sektor „zelenog“ energetske gospodarstva imaju izuzetan potencijal u stvaranju novih radnih mjesta i poboljšanju konkurentnosti na globalnom tržištu. Trenutno najveća ograničenja OIE povezana su sa nepovjerenjem potrošača prema pouzdanosti u isporuci energije dobivenih iz određenih vrsta OIE (npr. energija dobivena iz vjetra ili sunca), ali i troškovima izgradnje pojedinih postrojenja, gdje se ti troškovi odražavaju na cijene opskrbe energijom.

Rastuće zanimanje za OIE i njihov potencijal rezultiraju su sljedećih faktora:

- Promjena globalne svijesti i shvaćanje da se razina ispuštanja ugljikova dioksida mora hitno smanjiti kako bi se smanjilo globalno zatopljenje;
- Začetka većeg broja međunarodnih sporazuma pod Kyoto protokolom s ciljem smanjenja emisije ugljičnog dioksida i uvođenje energetske plana EU 20-20-20.



- Smanjene rezerve i povećane cijene energije iz fosilnih goriva, posebice plina i benzina, te njihova podložnost političkim utjecajima;
- Smanjenje uvoza energije putem opskrbe koje mogu osigurati lokalni izvori.

Biomasa dobivena od energetske kulture ima potencijal smanjenja emisije ugljičnog dioksida zbog:

- Zamjena fosilnih goriva za početak za dobivanje toplinske energije, a zatim i razvojem tehnologija malih i srednjih elektrana za proizvodnju električne energije;
- Činjenica da je energija dobivena iz biomase CO₂ neutralna (sagorijevanjem iste u okoliš ne oslobađa se dodatna količina ugljičnog dioksida), jer rastuća kultura uzima određenu količinu ugljikovog dioksida koji se zatim otpušta prilikom pretvorbe u obnovljiv izvor energije kao što su toplina ili električna energija;
- Ukupno je oslobađanje ugljikovog dioksida za proizvodnju električne energije iz biomase je 60g/kWh, plina je 400g/kWh i ugljena je 1000g/kWh.

1.2. Biomasa

Svi održivi izvori energije u potpunosti prikupljaju energiju od sunca, osim geotermalne energije i energije iz plime i oseke. U slučaju energetske usjeva za dobivanje biomase, biljka pretvara solarnu energiju u kemijsku koja se pohranjuje u biomasi kroz prirodan proces fotosinteze. To mogu biti ulja ili kulture koje se koriste za proizvodnju ulja, biljka rogoz ili kineski šaš, ili drvena biomasa nastala od vrsta kratkog perioda rotacije, kao što su paulovnja, topola ili vrba, čija će stabla biti posječena.

Drvene vrste čine 60% ukupnog prinosa za biomasu, a usporedivši godišnje prinose paulovnije s onima topole, vrbe i rogoza, ispostavilo se da je paulovnja najefektivnija kultura naših područja.

Glavna prednost paulovnije kao energetske usjeva jest brz rast u prvih godinu do dvije, te sposobnost njenog korištenja za stvaranjem novih biljaka iz debla.

Sadnice se sade u proljeće (svibanj i lipanj), a na kraju prvog vegetativnog perioda stablo se reže pri dnu kako bi se potaknulo jačanje korjenovog sustava i stvaranje više novih stabala. Rast u prvoj sljedećoj godini bit će 3-4 metra u visinu, a u drugoj čak do 6-7 metara u visinu, nakon čega se sječe za proizvodnju biomase. Takva plantaža može živjeti 35-38 godina tijekom kojih se predlaže 17-19 sječa, a nakon toga tlo se može koristiti u druge svrhe, ili u obnovu postojeće plantaže. Očekivana količina prinosa po hektaru ovisi o nekoliko čimbenika. Prije svega to su izbor vrste tla i lokacije, klimatski uvjeti, te dodatno navodnjavanje, ali i svi ostali čimbenici koji utječu i na uobičajene vrste. Očekivani prinos paulovnije može varirati od 40-50 tona suhe tvari po hektaru godišnje, ili kod dvogodišnjeg rotacijskog perioda do 90-100 tona suhe tvari po hektaru.

Mjereno u jedinici energetske vrijednosti suha tvar paulovnije sadrži 18 MJ po kilogramu, što je jednako 42% energije jednakog volumena loživog ulja. Prema ovome može se izračunati godišnji prinos koji iznosi 15000-20000 litara goriva po hektaru, iz čega lako izračunamo dobrobit paulovnije u financijskom smislu.



Postoji očekivanje porasta cijena goriva, što ulaganje u energetske usjeve poput paulovnije čini razumnim.

2. UZGOJ PAULOVNJE ZA PROIZVODNJU BIOMASE

2.1. Odabir lokacije

Određeni klimatski, geografski i biološki uvjeti za uzgoj paulovnije služe investitorima kao vodič za prilagođen uzgoj energetskih usjeva.

Paulovnja raste do 2000m nadmorske visine, ali preporučena nadmorska visina je do 800m.

Rast drveća započinje u proljeće, kada je temperatura tla 15-16°C. Optimalna temperatura za paulovnju je 24-33°C.

Paulovnja je vrlo prilagodljiva i raste na raznim vrstama tla, no najbolji je razvoj vidljiv u tlu koje dopušta vodi da brzo prodire kroz njega. Dakle, najbolja su prozračna i pješčana tla bez nagiba.

Glinena, kamenita i močvarna tla nisu pogodna za uzgoj paulovnije. Tla u kojima je više od 30% gline i poroznost manja od 50%, također nisu pogodna za paulovnju. Dobar rast primjećen je kod tla kojima je pH vrijednost od 5.0 do 8.9. Paulovnja ne podnosi salinitet tla veći od 1%.

2.2. Klimatski i poljoprivredni uvjeti

Paulovnja je vrlo prilagodljiva vrsta, ali kako bi se očitovali efekti s ekonomskog aspekta, te osigurao visok prinos drvene građe, valjalo bi pružiti sljedeće: prigodno tlo te klimatske i poljoprivredne uvjete.

Broj	Parametar	Količina
1	Mehanička kompozicija- sadržaj gline	do 30%
2	pH	5,00-8,90
3	Sadržaj soli topljivih u vodi	Manji od 1%
4	Humus u tlu	Iznad 40cm
5	Poroznost	Ispod 50cm
6	Gustoća tla	Oko 1,3 g/cm ³
7	Podzemne vode	Ispod 2,00m
8	Nadmorska visina	Do 2000m
9	Prosječna godišnja temperatura	13-25°C
10	Maksimalna temperatura	+40,0°C
11	Minimalna temperatura	-24,0°C
12	Kišne oborine	Iznad 150 mm/mjesečno
13	Brzina vjetra	Do 28 km/h
14	Svjetlosni tok	20000-30000 lux



2.3. Upute za uzorkovanje radi analize tla na području namijenjenom za uzgoj paulovnije

2.3.1. Osnovni uvjeti

Uzorak tla treba odgovarati polju s kojeg je prikupljen. U tu svrhu nužno je prikupiti prosječan uzorak za svako polje, neovisno o njegovoj površini. Ako je područje veće od 10 hektara, uzorak prosječnog tla treba biti uzet na svakih 10 hektara, tzv. osnovna čestica. Ako postoje strmine, uzorak tla osnovne čestice uzima se iz gornjeg dijela, srednjeg dijela i dna polja. Prikupljanje uzoraka mora se obavljati u normalnim meteorološkim uvjetima.

2.3.2. Metoda za prikupljanje uzoraka tla

Uzorci se uzimaju ručno ili pomoću mehaničke sonde. Potrebni su uzorci sa tri dubine 0-30cm, 30-60cm i 60-90cm. Sa svake osnovne čestice uzima se uzorak prosječnog tla, koji se dobiva tako što se napravi 15-20 uboda. Ubodi se izvode dijagonalno ili u cik-cak unutar osnovne čestice. Tlo iz svakog uzorka (za svaku dubinu zasebno) skuplja se u prikladnu veću posudu gdje se promiješa da bi se postigla homogenost. Iz tog uzorka tla uzima se uzorak prosječnog tla – 400-500g težine kad je tlo normalno, odnosno 600-800g kad je tlo kamenito. Uzorak prosječnog tla stavlja se u plastičnu vreću, na kojoj se zahtijevaju sljedeći podaci:

Regija(županija).....

Grad/selo.....

Farma.....

Broj katastarske čestice.....

Katastarska općina.....

Dubina iz koje se uzima uzorak.....cm

Datum uzimanja uzorka.....

Numeracija započinje brojem 1 za svako polje. Uzorci tla bit će poslani na analizu s natpisima na njima.

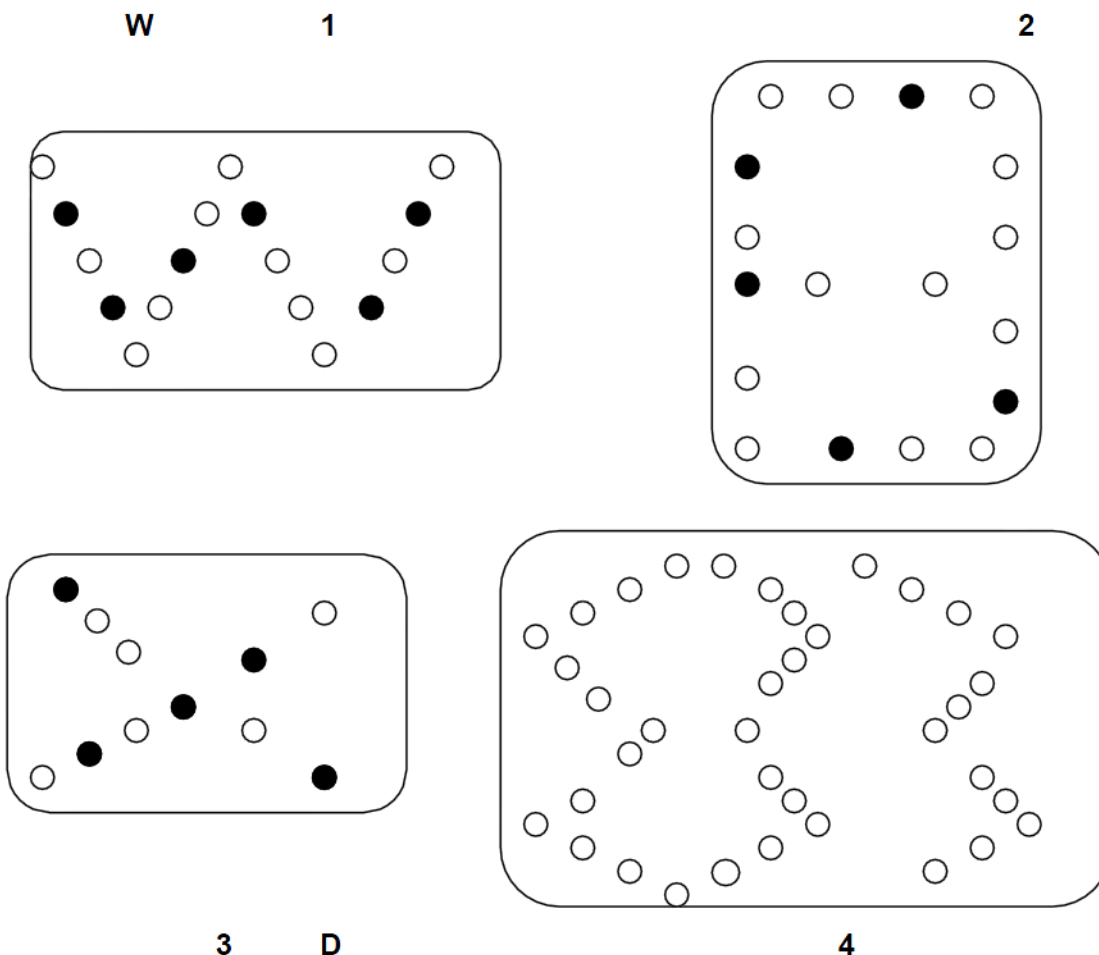
Zahtjevi za analizom tla pri provjeri uspostave plantaže paulovnije:

- pH
- Sadržaj humusa
- Sastav tla
- Ukupno karbonata
- Sadržaj nitrata
- Asimilirani fosfor



- Asimilirani kalij
- Sadržaj kalcija i magnezija
- Mikroelementi – Fe, Zn, Cu, Mn
- Električna vodljivost

PRIMJER NAČINA UZIMANJA UZORAKA TLA



2.4. Materijal za sadnju

Odabiranje materijala za sadnju ima ključnu ulogu za ekonomsku dobit plantaže za biomasu. Glavni su kriteriji temperature i oborine. To su dva temeljna uvjeta za odabiranje materijala za sadnju. Tvrtka BIO Tree predlaže hibridne vrste odabrane izričito za prinos biomase. Hibridne vrste odabrane u tvrtki BIO Tree prigodne su za prinos visoko kvalitetne drvene građe – Bellissia, i za proizvodnju biomase – Oxi.



2.5. Sadnja i uzgoj – opći uvjeti

2.5.1. Priprema terena

Paulovnja se uglavnom sadi u proljeće ili sredinom ljeta, ovisno o razvojnem stadiju materijala za sadnju (jednogodišnja mladica ili sadnica). Najbolje je kad je tlo ravno ili je nagib prema jugu. Kao i drugo mlado drveće, paulovnju također treba dobro zaštititi od biljojeda.

2.5.2. Sunce

Paulovnja zahtjeva puno sunčeva svjetla za najbrži rast.

2.5.3. Kiša

Ako tijekom prvog vegetativnog razdoblja padne manje od 150mm kiše mjesečno, potrebno je navodnjavanje. Za usporedbu – 10mm kiše donese 10 litara vode. Zalijevanje je potrebno i sljedećih godina ako su mjesečne oborine manje od 150mm. Nedovoljno zalijevanja ne ubija biljku, ali usporava njezin rast.

2.5.4. Vjetar

Plantaže je dobro smjestiti na područja na kojima nema snažnih vjetrova jačih od 28km/h. Ako na području sadnje ima snažnih vjetrova, tijekom prve godine razvoja potrebno je staviti potporu dok se ne formiraju snažne drvenaste stabljike. Područja na kojima su izrazito jaki vjetrovi (45km/h) trebaju se izbjegavati.

2.5.5. Pašnjaci i tlo prekriveno grmljem

Prilikom odabira pašnjaka za sadnju paulovnije, barem 4-5 tjedana prije sadnje teren treba biti tretiran herbicidima. Pridržavanje ovog vremenskog perioda nužno je zbog razgradnje herbicida u tlu koji bi mogao naštetiti mladim i krhkim biljkama. Herbicid se treba moći ukloniti i treba pružiti zaštitu barem 9 mjeseci.

Teren treba biti očišćen prije sadnje, a rast korova strogo kontroliran.

2.5.6. Kontrola korova nakon sadnje

Kontrola korova potpomaže rastu i razvoju biljke. Krug promjera 1.5m oko svakog pojedinog drveta treba održavati bez korova najmanje iduće 2 godine. U proljetno vrijeme treba se prskati netom prije početka rasta (buđenja), no treba izbjegavati kontakt s korijenom drveta. Ukoliko se mladi korijen pojavi oko drveta, mora se ukloniti rukom, a ne herbicidima.

2.5.7. Oranje

Prije sadnje preporuča se oranje zemlje (minimalno 40-60cm) u svrhu uklanjanja grmlja i korijenja višegodišnjih biljaka. Ako je tlo kamenito, oranje treba biti na dubini 70-80cm.



2.5.8. Tanjuranje

Nakon oranja potrebno je dvaput poravnati površinu. Nakon toga, zemlja je pripremljena za proces brazdanja, označavanje i sadnju.

2.5.9. Brazdanje i označavanje

Brazdanje se vrši na dubini od 20cm. Nakon toga potrebno je označiti mjesta za sadnju. U svaku točku u kojoj će se izvršiti sadnja treba staviti gnojivo (unaprijed pomiješano sa zemljom). Drvo se sadi na način da spoj stabljike i korijena dobro prima vlagu zemlje. Tijekom zime preporuča se napraviti nasip (brežuljak), na način da se razina zemlje poveća na mjestu sadnje. Brežuljak bi trebao biti 25-30cm višji od ostatka tla.

2.5.10. Određivanje načina sadnje

Paulovnja za proizvodnju drvene građe(paulovnja BELLISSIA): kod stvaranja plantaže za drvenu građu predlaže se sadnja 4x4, 5x5 ili 5x4 metara između drveća, što znači 500 – 600 stabala po hektaru. Veća gustoća vodi do borbe za teritorijem između drveća, te usporava rast nakon prve 3-4 godine. Manja gustoća vodi do bržeg početnog rasta koji smanjuje kvalitetu drva. Veća gustoća ne dovodi do ekonomskog dobitka, jer potreba za eliminacijom biljaka povezana je s troškovima iskorijenjivanja i tretmana herbicidom, pa na kraju 3-4 godina staro korijenje nema dovoljno volumena da bi se koristilo za drvenu građu.

Paulovnja za proizvodnju drvene biomase (paulovnja OXI): za učinkovit prinos predlaže se sadnja na većoj gustoći nego kod sadnje za proizvodnju drvene građe. Gustoća treba biti između 3000 i 10000 biljaka po hektaru, što ovisi o periodu rotacije i snažno je povezano sa svrhom iskorištavanja (ogrijevno drvo, peleti, sječka, bioetanol, krmno bilje).

2.5.11. Navodnjavanje

Prije sadnje preporučuje se navodnjavanje terena. Mladice trebaju biti navodnjavane na dan njihove sadnje (ali i nakon toga, dok ne razviju snažan sustav korijena (oko 2 godine)). Iduće navodnjavanje treba biti 2-4 dana nakon sadnje. Navodnjavanje nakon sadnje treba biti redovno i obilno, posebice u suhom razdoblju godine. Navodnjavanje je potrebno ako je kiša tijekom prvog ljeta manja od 150mm u mjesecu.

Nužno je i tijekom sljedećih godina, ako su oborine manje od 50mm.

Uvjeti za pravilan razvoj paulovnije:

- Relativno usklađene padaline tijekom godine, 120-150mm mjesečno; kap po kap i/ili vlaženje u dubljim slojevima zemlje na dubini od 11.5m

Glavni uvjet za maksimalan razvoj je regularno i obilno navodnjavanje u vegetacijskom periodu.



2.5.12. Gnojdba

Paulovnja dobro podnosi siromašnije tlo i može dosegnuti prihvatljive dimenzije promjera stabla. Iako paulovnja puno bolje raste u plodnom tlu. Eksperimenti pokazuju da je u vrijeme sadnje najbolje gnojiti dušikom, fosforom i kalijem. Dušik je efektivniji kada je unesen kao samostalan element.

Nije uvijek potrebno gnojiti tlo u vrijeme sadnje, sve se odvija isključivo prema rezultatima analize tla. Ako nije napravljena preliminarna analiza tla, zemlja se može dohraniti nutrijentima na sljedeći način:

- zemlja:organsko gnojivo - 1:1
- trostruki superfosfat /TSP/ - 200g
- kalijev fosfat – 120g
- amonijev nitrat – 150g

Tijekom iskorištavanja plantaže, tlo se osiromašuje. Zbog toga je nužno koristiti dodatno gnojivo u određenim razdobljima. Trajanje tih razdoblja ovisi o zemlji, stopi rasta i periodu rotacije. Predlaže se pratiti količinu nitroгена, kalija i fosfora nakon prvog perioda rotacije.

2.5.13. Orezivanje

Cilj uzgoja paulovnije je proizvodnja drveta koje će biti dobrog oblika i stanja. To se može postići stimulacijom razvoja što veće količine drvne građe bez čvorova od uraslih grana u deblu. To se može postići uklanjanjem grana koje nisu od velike važnosti za optimalan broj lišća potreban za proces fotosinteze.

2.5.14. Sadnja bez potpunog tretiranja tla

/dopušteno samo u slučajevima kada potpuno tretiranje tla ili pošumljavanje nisu mogući, ili kada nije moguće tretirati tlo prilikom uređivanja parkova i vrtova/

Ako će se drvo paulovnije iz bilo kojeg razloga saditi bez prethodnog tretiranja tla, potrebno je biljke posaditi u prethodno iskopane rupe. Rupe se najprije trebaju označiti, a tek nakon toga iskopati. Ako tlo nije meko, rupe trebaju biti što šire (za tvrdu zemlju je obavezno) – barem 60x60x60cm. U procesu kopanja gornji sloj zemlje treba biti razdvojen od donjeg. Nakon toga rupu treba na pola napuniti zemljom iz gornjeg sloja (preporuča se miješati s organskim gnojivom). Biljka će se posaditi tako da je spoj korijena i stabljike otprilike 1 cm ispod razine zemlje. Preostala se zemlja istovari i nabije u rupu oko biljke. Na ravnom tlu predlaže se izgradnja nasipa (brdašca) tako da zemlja gdje je biljka posađena bude 30cm iznad razine ostatka zemlje. Prema dubini i dimenzijama odabire se tehnika kopanja. Veličina rupe ovisi o prethodnom tretiranju tla, počevši od 30x30x30cm pa do 60x60x60cm.

**Ključni faktori:**

- Analiza tla za određivanje zastupljenosti gline i mikroelemenata, te za procjenu količine zemlje odgovarajuće za rast paulovnije;
- Priprema zemlje temelj je za zadovoljavajući rast;
- Tijekom prve i druge godine kontroliranje korova najvažniji je aspekt pripreme terena;
- Navodnjavanje je nužno ako padaline preko ljetna nisu dovoljne.

2.5.15. Bolesti i nametnici

Plantaže paulovnije ne podliježu tipičnim bolestima regije. Problem može biti osjetljivost stabljike i propadanje stabljike i korijena u ranoj dobi. U izbjegavanju takvog propadanja, ključne su pripreme koje se mogu obaviti. Borba nije teška, ali bolest ovisi o načinu navodnjavanja tijekom prvih mjeseci i drenaži tla. Prisutnost konkurentne vegetacije u zoni do 50cm oko korijenja značajno smanjuje rast u visinu i širinu. Neprestano čišćenje oko stabljike zaista je važno jer značajno utječe na prinos.

2.5.16. Prinosi

Prinosi paulovnije mogu varirati od 30-40 tona suhe tvari po hektaru u godini ili 70-80 tona suhe tvari po hektaru kod dvogodišnjeg rotacijskog ciklusa. Prinosi ovise o uvjetima, odabranom genotipu (hibridna vrsta), čuvanju, te o svim ostalim faktorima koji utječu i na uobičajene usjeve.

2.5.17. Sječa

Sječa paulovnije odvija se u razdoblju od kasne jeseni do ranog proljeća. U normalnim uvjetima to je tromjesečni period od prosinca do početka ožujka. Treba uzeti u obzir da u tom razdoblju su otežani uvjeti za ulaz i rad strojeva. Ako uvjeti dopuštaju, rezanje se može obaviti i ranije. Općenito gledajući, to znači da se sječa treba obaviti prije nego biljni sok započne svoje kretanje u stablu prema korijenu, te na taj način rezerve iz korijena osiguraju razvoj novih.

Postoje tri načina skupljanja usjeva. Direktno skupljanje manjih komada drveta, sječa cijelih stabala, te sječa granja određene duljine. Svaka od njih ima određene prednosti i nedostatke.

U većini slučajeva prikupljenje produkata proces je kooperacije između različitih vlasnika zbog specifičnosti procesa i cijena korištenih strojeva. Zasebna nabava i korištenje takvih strojeva pravi je način samo u nekoliko slučajeva. Ovdje je potrebno napomenuti potrebu za prostorom za sušenje, ali i zahtjeve u lancu investitora i završnih korisnika proizvoda. Sve to određuje način sječe i ostale predstojeće radnje.

2.5.18. Izravno skupljanje manjih komada drveta

Na ovaj način sakupljaju se, a zatim i procesuiraju odrezani dijelovi debla. U tom slučaju može postojati potreba za umjetnim sušenjem kako bi se izbjeglo truljenje. Većina strojeva za ovaj tip skupljanja prinosa konstruirana je za skupljanje dva reda samo jednim okretom jer imaju brzo-izmjenjive glave koje se instaliraju u standardne strojeve za košnju krmnog bilja. Stroj odreže stablo, pretvori ga u manje komade i baca u prikolicu. Pritom se mogu koristiti prikolice za silažu. Kvaliteta komada drveta puno je bolja, a i troškovi goriva i amortizacije stroja su smanjeni ako je proizvod sakupljen dok je svjež. To je najefektniji način sječe, ali zahtjeva i posebne prostore za sušenje. Ukoliko drvo počne trunuti, to dovodi do



energetskog gubitka. Za ovakve operacije koriste se sušilice s ventilirajućim podovima koje se inače rabe za žitarice. Drvo se skuplja i suši nakon žetve žitarice, pa se na taj način skupa oprema koristi i u druge svrhe. Takve vrste strojeva za sječu imaju kapacitet od 5-6 hektara dnevno. U područjima gdje su tereni nešto razbacaniji, procjenjuje se kapacitet od 3-4 hektara po danu.

2.5.19. Sječa cijelih stabala

Prilikom odabiranja metode za sječu cijelih stabala treba razmotriti više uvjeta. Strojevi obično odrežu i ispuste stabla, a uklanjanje i skladištenje obavljaju se kao posebne operacije.

Još uvijek ne postoje dovoljno djelotvorni strojevi koji mogu povezati odrezanog debla, a može biti teško raditi s prutovima ako su duljine 6-10m. Prikupljena debela trebaju se rezati prije korištenja. Grupiraju se u vertikalne grupacije poput plasta sijena. Tako imaju dovoljno dobro prirodno zračenje u vremenskom periodu od 2 mjeseca koje će dovesti do sušenja drva bez truljenja. To znači da su kod skupljanja sitnijih komada drveta nužne posebne sušilice. Kvaliteta trupaca skupljenih na ovaj način manja je nego u slučaju direktnog skupljanja. Rezanje komada drveta troši više energije, jer je drvo sušeno. Strojevi koji se koriste za sječu stabala imaju kapacitet od 4-6 hektara dnevno, nakon čega debela trebaju biti skupljena i prevezena. Ovo je skuplja metoda sječe po pitanju troškova izvedbe, no dosta se prakticira kod malih ili razbacanih plantaža, te u nedostatku skupih sušilica i strojeva za sakupljanje ili sječu.

2.5.20. Sječa granja

Ova je metoda između sječe drva na komadiće i sječe cijelih debala. Strojevi za ovaj tip sječe razvijeni su prvenstveno za šećernu repu. Proces je sličan kao kod skupljanja manjih komada drveta, ali komadi su duljine 5-10cm. Stroj ih ubacuje u prikolicu u kojoj će biti odvezeni. Ako su veći komadi, moguće je prirodno sušenje kao i kod cijelih debala. Ove komade također treba dodatno rezati prije korištenja kako bi se povećala učinkovitost izgaranjem, ali za razliku od cijelih debala, ovim je komadima lakše baratati. Ponovno je kvaliteta komada lošija nego kod direktno dobivenog drva, jer rezani je material relativno suh.

2.5.21. Sušenje i skladištenje

Zbog činjenice da postoji potreba za dodatkom goriva tijekom čitave godine i ovisi o završnom korisniku, potreban je poseban oblik sušenja i skladištenja drva. Taj dio lanca nije dovoljno razjašnjen i zahtjeva rad na problemima. Svježe posječeno drvo paulovnije ima vlažnost od oko 21.3% (za usporedbu, drugi energetski usjevi imaju prirodnu vlažnost oko 50%), a potreba za sušenjem određuje se prema metodi sječe. Općenito gledajući, jedino direktno skupljeni komadići trebaju umjetno sušenje. Čitava debela ne mogu se zagrijavati i na taj način izazvati truljenje, nego će se osušiti prirodno. Umjetno sušenje je skupa operacija, te zahtjeva određenu količinu energije za smanjenje vlažnosti do 20% tako da komadi drveta dulje ostanu stabilni. Iz tog razloga rezanje treba biti temelj u namjeri da se izbjegne potreba za umjetnim sušenjem.

Sušenje je potrebno jer prilikom povećane vlažnosti gljivama i bakterijama celuloza postaje lakše probavljiva, pa drvo počinje trunuti. To uzrokuje gubitak kalorijske vrijednosti i općenito gubitak kvalitete goriva. Postotak sušenja komada drva ovisi o komorama za sušenje. Velike peći prihvaćaju komade čija je vlažnost 30%, a manje rade efektivnije sa suhim materijalima. Potpuno suha tvar ima energetsku vrijednost od 19 MJ/kg, a tvari sa 22% vlažnosti imaju 17MJ/kg, jer je dio energije iskorišten za sušenje.



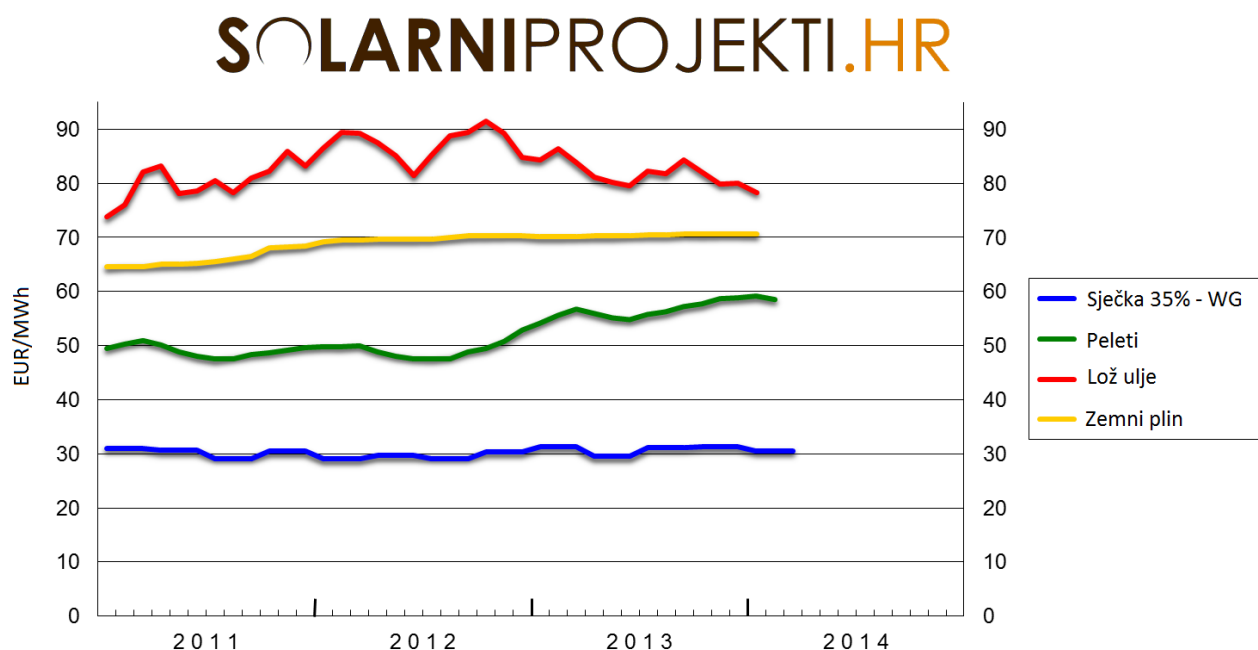
2.5.22. Oporavak terena

Kada plantaža paulovnije dosegne kraj svog životnog ciklusa, područje se treba pretvoriti u livadu ili polje. Korijenje paulovnije je veliko, pa njegovo mehaničko uklanjanje može nanijeti štetu tlu. Nakon posljednje sječe i prilikom nastanka novih izdanaka, pri približnoj visini od 30-50cm, paulovnja je jako osjetljiva na herbicide, stoga je jedno korištenje (5l/ha glifosata) dovoljno da uništiti kulturu u rastu. Kultura se treba ostaviti u mirovanju najmanje dva tjedna nakon špricanja kako bi se osigurala potpuna apsorpcija i penetracija herbicida. Koristeći kultivator za izdanke i gornji sloj zemlje stvorit će se obradiva površina za sjetvu žitarica.

Oporavak tla zbog velikog korijenja koje je još u njemu može potrajati čitavu sezonu. Pretvaranje terena u potpuno obradivu površinu može potrajati i do dvije sezone kako bi korijenje moglo istrunuti. U suprotnom se javlja puno kompliciranja i skuplja metoda za uklanjanje izdanaka iz korijenja.

3. EKONOMSKA PRIMJENA

Prvi gorivi materijal koji su ljudi rabili bila je drvena biomasa, a čak i danas ona je glavni energetska izvor za više od polovice stanovništva svijeta. Procjenjuje se da na biomasu otpada između 11 i 14% globalne potrošnje energije. Klimatske promjene i nesigurnost u dostupnosti fosilnih goriva povećali su interes za održive sustave za proizvodnju biomase. Na sljedećem grafu se može vidjeti usporedba u cijeni energije dobiveni iz drvene sječke pri 35% vlažnosti (WG 35), peleta, lož ulja i prirodnog plina na području EU.





3.1. Gorenje, uplinjavanje i piroliza

Tri su termodinamička procesa za pretvaranje energije iz drveta u korisnu energiju – toplinu ili električnu; gorenje, uplinjavanje i piroliza. Tehnologija za uplinjavanje još se razvija i uskoro će doći do njezine komercijalizacije, dok je piroliza još u stadiju istraživanja i razvitka.

3.2. Gorenje

Gorenje je najefektivniji način za proizvodnju toplinske energije iz drvene biomase. Proces uključuje gorenje komada drveta uz dovoljnu količinu kisika, a odvija se pretvaranjem goriva u ugljični dioksid i vodu. Ovo je već utemeljena tehnologija s više različitih sistema na tržištu.

Neizbježno, postoje gubitci u svim sustavima izgaranja. No suvremeni i dobro održavani kotlovi imaju koeficijent pretvorbe energije preko 80%. Kod komada drveta male gustoće energetska stanje je povećano ako je gorivo korišteno što je bliže moguće mjestu proizvodnje.

Smatra se da maksimalna udaljenost za prijenos goriva ne bi trebala prelaziti 20km. U takvoj situaciji energetska je ravnoteža 30:1. Postoji i oprema različite jačine, od nekoliko kilovata do nekoliko megavata. Toplina se može koristiti za proizvodnju vrele vode ili zraka, ili pak za proizvodnju pare koja pokreće turbine za proizvodnju električne energije.

Najprilagođeniji sustavi u skladištu za drvo imaju uređaje s termostatski kontroliranim sondama i potrebnim sustavima za prevenciju od samozapaljenja. Ukoliko se koristi drvo čija je vlažnost 10-20%, energetska vrijednost bit će 17-19 MJ/kg.

Drvo se također može koristiti za proizvodnju peleta, odnosno peći napravljene posebno za njih. Kod takvog procesa, vlažnost drveta mora biti do 10%, zatim se stavljaju u metalne kalupe, te na kraju oblikuju u pelete. Procesi proizvodnje peleta uzima dosta energije i isti ima negativan utjecaj na energetska stanje proizvodnje te smanjuje prednosti u usporedbi s drugim gorivima, ali budući da je paulovnija pri berbi na otprilike 20% vlažnosti negativni utjecaj na energetska stanje je sveden na minimum. Razumna je proizvodnja peleta od otpadnog materijala budući da na taj način investicije nisu velike.

Jako bitna činjenica kod gradnje postrojenja za proizvodnju energije iz drvene biomase je potreba za prostorom u kojem će se skladištiti sirovina, što zahtjeva do čak 9 puta veći volumen po jedinici energije u usporedbi s tekućim gorivom (1m³ goriva proizvest će jednaku količinu energije kao otprilike 8m³ drveta čija je vlažnost 20%).

3.3. Uplinjavanje

Ovo je oblik djelomičnog izgaranja kada se energija ispušta u obliku nezapaljivih plinova, vodenog kondenzata i ugljikovog monoksida. Prilikom izgaranja drvene mase u kontroliranim uvjetima s manjkom kisika dostižu se visoke temperature (preko 700°C) pri čemu se događa kemijski proces nasatanja plina, vode i ugljikovog dioksida. Ovo je relativno jednostavan kemijski proces koji može biti oplemenjen različitim sustavima (zrak koji se podiže ili spušta, fluidizirani sloj) ovisno o mjestu plasiranja kisika ili njegovu smjeru prijenosa u spremištu za uplinjavanje.

Prikupljeni plinovi se hlade i pročišćavaju, a uplinjavanje završava u stroju za unutarnje izgaranje. Najčešće je korišten motor na kompresijsko paljenje (dizel) jer je najtolerantniji na plinove različite prirode. Mala količina dizel goriva (10%) koristi se za unaprijeđivanje plinskog izgaranja. Ovo ima i dodatnu prednost - u odsutnosti plina, stroj u potpunosti može raditi na dizel gorivo.



Korištenjem plina dobivenog od drveta kao gorivo u stroju, proizvode se 75-80% više struje, nego da u potpunosti radi na dizel gorivo. Razvijeni su i mali sustavi (100-300kW proizvedene električne energije), ali nisu u komercijalnoj upotrebi. Prijenos drveta u plin je relativno djelotvoran, ali njegovo pročišćavanje od čestica i čađe kako bi se ostvarilo djelotvorno sagorijevanje u stroju je ozbiljan problem.

Efikasni dokazi za pretvorbu energije korištenjem stroja i generatora pokazuje da je u rangu 25-30%, ali ako se višak topline koristi za stvaranje električne energije, efikasnost se može povećati i do 75-80%. Skladištenje plina dobivenog u procesu niske kalorijske vrijednosti - između 4 i 5 MJ/m³ nije ekonomski izvedivo, te se iz tog razloga odmah koristi.

SOLARNIPROJEKTI.HR



Ova je tehnologija još uvijek u procesu istraživanja i razvoja. Uključuje zagrijavanje drveta na temperaturu 430-700 °C, u potpunom odsutstvu zraka, gdje se ispušta energija kao pirolitičko gorivo, ugljik u krutom stanju i zapaljivi plinovi. Relativni udio ovih produkata ovisi o korištenoj temperaturi i o vremenu koje drvo provede u reaktoru.

3.4. Biološka sanacija

Korištenje paulovnije kao obnovljiv izvor energije s kratkim periodom rotacije je ekonomski opravdana investicija ne samo zbog velikog utroška energije. U ovom kontekstu valja spomenuti i sposobnost izvlačenja sastojaka iz zagađenog tla i vode, što dalje povećava sigurnost ulaganja. Ovaj proces, nazvan biološka sanacija, posebno je primjenjiv kod današnjih klimatskih promjena, gdje se trebaju poduzeti mjere za rješavanje problema viška s farmi i problema kanalizacije.

Iz više je razloga paulovnja idealna za recikliranje (biološku sanaciju) viška. Paulovnji su potrebne značajnije količine vode u usporedbi s drugim vrstama drva. Golemo korijenje i njegovo prodiranje u dubinu i do 20m doprinosi izvlačenju sastojaka ne samo iz gornjih slojeva tla nego i iz dubina. Ova karakteristika predstavlja veliku mogućnost poboljšanja visoko zagađenog tla, ali i korištenje otpadnih voda za navodnjavanje. Ogromno lišće, brz rast, tolerancija na zagađenje i značajna evapotranspiracija doprinose izvlačenju loših sastojaka iz tla i vode.



Dakle, ove karakteristike čine paulovnicu strojem za održivu biološku sanaciju. Glavni princip za sve sustave je da su tvari iz zagađenog tla i vode izvučene nakon sječe, jer to čini sustav sigurnim.

U privatnom istraživanju (Zhu, 1991) došlo je do spoznaje da je 8 godina staro drvo paulovnije sposobno uzeti dušik brzinom od 930 kg/ha godišnje. Procjena je izvršena prema prosječnoj količini dušika u lišću – 2,6%. Svjetski institut za paulovnicu opisuje vrstu kao nevjerojatno sposobnu za izvući nitratre, teške metale, zagađivače i ostale elemente s površine i iz dubine tla. Nakon što je jednom iskoristilo loše sastojke, gubitkom lišća biljka i obogaćuje tlo.

4. EKOLOŠKI UTJECAJ NA KORIŠTENJE PAULOVNIJE

Korištenje paulovnije u kratkom rotacijskom periodu što se tiče okoliša i biološke raznolikosti razlikuje se u nekoliko karakteristika od usjeva uzgajanih radi hrane.

Prinosi su znatno smanjeni i kod minimalnih fizičkih oštećenja usjeva. No kada je cijela biljka paulovnije iskorištena, fizička oštećenja imaju minimalan utjecaj. Točka u kojoj dolazi do značajnih ekonomskih gubitaka su manje borbe sa štetnicima i kontroliranje bolesti.

U usporedbi s godišnjim usjevima, paulovnica stvara relativno sigurno stanište, iako ga sječa na neki način uništava. Ako su sekcije paulovnije različite starosti (jedna i dvije godine) prirodni neprijatelji i štetnici mogu preživjeti u okolini. Slični su slučajevi proučavani kod ozbiljnih štetnika kao što su bube na lišću i hrđa. Bilo kakve promjene u korištenju tla neizbježno vode do ekoloških promjena/promjena u biološkoj raznolikosti. Plantaže paulovnije možemo shvatiti kao međuspremnik u smislu ograničavanja prijenosa bolesti između različitih kultura. Potpuna procjena radi se tek nakon dugog korištenja plantaže paulovnije na jednoj lokaciji u kombinaciji s relevantnim znanstvenim procjenama. Takve promjene bit će pod utjecajem korištenja herbicida, pesticida, anorganskih i organskih gnojiva, otpadnih voda i cikličnosti sječe. Općenito gledajući, ukupan efekt na mjestima gdje paulovnica zamjenjuje intenzivan uzgoj poljoprivrednih usjeva bit će pozitivan, ali kad zamjenjuje oplemenjene pašnjake imat će minimalan efekt.

4.1. Flora

Promjena korištenja tla – od pašnjaka s godišnjim usjevima do terena koje se koristi za sadnju drveća s regularnom sječom - utjecat će na floru toga područja. Raznolikost bijelih vrsta na plantaži paulovnije najprije će vrlo brzo rasti, a kasnije, kako se vrste mijenjaju, usporit će s rastom i teren će postati siromašniji biljnim vrstama. Početak i brzina takvih promjena ovisi o vrsti tla i sljedećim faktorima: tretmani herbicidima, korištenje gnojiva i učestalosti skupljanja usjeva.

Gustoća bilja na plantažama paulovnije je velika. Kod drugih sličnih usjeva, ustanovljeno je da ima dosta višegodišnjeg drveća i bilja. Plantaže formirane na pašnjacima imaju bogatiju floru od plantaža formiranih na terenima tretiranim herbicidima i gdje se provodilo tanjuranje svake godine.

Sječa onemogućuje stabilnu vegetaciju na tlu. Sječa radi biomase ima veliki utjecaj na mikroklimu, sunčevu svjetlost i korištenje vode, što rezultira smanjenjem biljnih vrsta. Tijekom iduće godine, biljni svijet će se ponovno smanjiti.

Herbicidi – paulovnica zahtjeva korištenje herbicida za svoj siguran rast i opstanak i obrađivanje tla barem prve dvije sezone. Time dolazi do više korova, što naravno, povećava potrebu za kontroliranjem korova.



4.2. Raznolikost faune

Količina insekata na plantažama paulovnije manja je nego kod ostalih brzo rastućih vrsta. Mogu se naći lisni mineri i lisne uši. To je uzrok povećane potrebe za korištenjem insekticida. Vrste koje imaju zaštitnu ulogu nisu pronađene kod paulovnije.

Još nisu napravljena istraživanja u tlu na plantažama paulovnije. Kod drugih brzo rastućih vrsta uočeno je smanjenje faune u odnosu na ostale vrste. No na plantažama vrbe u Njemačkoj uočen je povećan broj.

Raznolikost faune na tlu najviše ovisi o flori koja je na tlu. Intenzivno obrađene plantaže rijetko će pružiti bogat životinjski svijet.

Nakon sječe za biomasu može se očekivati kratkotrajan vrhunac po pitanju količine i raznolikosti faune.

Fauna kod godišnjih usjeva bogatija je unatoč značajno većoj različitosti uvjeta za opstanak.