

Podizanje energetske nasade za proizvodnju biomase

Drvodelić, Damir

Source / Izvornik: **Gospodarski list, 2015, 39 - 49**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:396858>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-18**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



Podizanje energetskih nasada za proizvodnju biomase

mali

GOSPODARSKI SAVJETNIK

Korištenjem biomase pruža se mogućnost ostvarivanja pozitivnih socio-ekonomskih učinaka te pozitivnih učinaka za okoliš. Izvori poljoprivredne biomase koja se koristi u energetske svrhe su otpad i ostaci iz poljoprivredne proizvodnje, te energetski usjevi, dok su glavni oblici iskorištavanja biomase proizvodnja bioplina, biodizela i bioetanol. Bioplin se može koristiti za proizvodnju električne energije i topline, kao i za proizvodnju biometana koji se može koristiti kao pogonsko gorivo ili injektirati u mrežu prirodnog plina. Biodizel i bioetanol se koriste kao pogonsko gorivo za motorna vozila. Mogu se koristiti kao čisto gorivo, no radi tehničkih razloga najčešće umiješavaju u fosilna goriva. Drvenasta biomasa, npr. ostaci iz voćnjaka i vinograda, ali i posebno podignuti nasadi drvenastih kultura, primarno se koriste za proizvodnju električne energije i topline.



Proizvodnja sirovina za biogorivo

Specifičan način uzgajanja drveća u pravilnom rasporedu na kultiviranom tlu sličniji je uzgoju poljoprivrednih kultura nego klasičnom šumarstvu, te se primjenjuje i na poljoprivrednom zemljištu.

Brzorastuće vrste drveća mogu biti i zamjena za uzgoj poljoprivrednih kultura na površinama gdje poljoprivredna proizvodnja nije rentabilna odnosno na lošijim staništima, npr. na „podvodnim“ tlima koja treba meliorirati. Brzorastuće drveće također, pridonosi raznolikosti u uzgoju kultura na poljoprivrednom zemljištu, a može se koristiti za pročišćavanje otpadnih voda i tla, kao i vezivanje povećane količine atmosferskog ugljika. Ova proizvodnja je manje zahtjevnja spram konvencionalnih kultura, a uz značajno smanjeno korištenje pesticida, ekološke prednosti su i veća zastupljenost insekata, ptica itd. Neki od nedostataka su veći troškovi u podizanju nasada i sječi, skladištenju i mogućem dodatnom sušenju biomase, i tek se nakon nekoliko godina ostvaruje financijska dobit.

Usjevi i nasadi koji služe za proizvodnju biomase, te napredna oprema za sječu, žetvu ili baliranje, predstavljat će važnu tehnologiju u budućnosti poljoprivrede. Celulozni etanol ili bioetanol iz lignocelulozne biomase spada u drugu generaciju biogoriva. Proizvodnja bioetanola, kao obnovljivog goriva, dosad se uglavnom temeljila na sirovinama na bazi jednostavnih šećera ili škroba. Međutim, budući da se te sirovine koriste u ljudskoj prehrani i hranidbi životinja, proizvodnja bioetanola iz istih smatra se neekonomičnom. Stoga je cilj buduću proizvodnju bioetanola temeljiti na lignoceluloznoj biomasi, odnosno na sirovinama poput poljoprivrednih i šumskih ostataka, te kultura koje nisu pogodne za prehranu i krmivo, a mogu rasti i na manje pogodnim tlima, na kojima poljoprivredne kulture koje služe za prehranu



ljudi i stoke ne daju optimalne prinose.

Energetski sirak razlikuje se od krmnog sirka koji se uzgaja za stočnu hranu, po većem prinomnom potencijalu, međutim, njegova žetva može biti vrlo složena, budući da ima debele stabljike, te visok postotak vlage.

Bale energetskog sirka mogu sadržavati i do 25 % vlage, a budući da sadrži i veće količine saharoze, postoji i veća mogućnost za razvoj bakterija u balama i promjene sastava tijekom skladištenja. Uzgaji-

Prinos energetskih usjeva poput sirka (*Sorghum sp.*) može iznositi i do 37 tona suhe mase po hektaru. Za poljodjelce koji su zainteresirani za potencijalnu proizvodnju sirovina za etanol iz celuloze, jednogodišnji usjev poput energetskog sirka mogao bi u početku biti više poželjan, budući da je većina naših poljodjelaca i navikla uzgajati jednogodišnje usjeve.



Energetski usjev sirka

Intenzivni uzgoj brzorastućih vrsta drveća poput vrbe (*Salix L.*), topole (*Populus L.*), joha crne (*Alnus glutinosa L.*), breze (*Betula pendula Roth.*), bagrema (*Robinia pseudoacacia L.*) i dr. poznat je pod nazivom „kulture kratke ophodnje“ - KKO, odnosno engl. SRC (Short Rotation Coppice/Crop/Culture) ili SRF (Short Rotation Forestry).

vači koji nisu navikli uzgajati ovakve usjeve trebat će stručnu pomoć.

Napredak u tehnici i opremi nikad nije jeftin, stoga će se stvoriti nove mogućnosti za žetalačke strojeve izrađene po mjeri i narudžbi kupca, što će se dogoditi usporedno s razvojem industrije celuloznog etanola. Kad ta industrija uzme zamaha, a poljodjelci objedine genetičke mogućnosti i suvremenu opremu, proizvodnja energetskih usjeva sve će više sličiti konvencionalnom uzgoju usjeva, poput onih u redove. Uz porast potražnje, proizvođači etanola biti će voljni isplaćivati i veće iznose za proizvedenu biomasu.

Podizanje energetskih nasada brzorastućeg drveća na poljoprivrednim površinama dobiva na značaju kao alternativa. Na sjeveru Italije poljoprivrednici se sve više usmjeruju prema energetskim usjevima i osnivanju plantaža brzorastućeg drveća koje se sijeku prilagođenim krmnim kombajnima.

G. L.

Bambusi kao travnati nasad vrlo visoke produkcije biomase

Bambus je najveći i najviši produktivni predstavnik trava. Bambusa ima više od 1000 vrsta i 91 rodova koji rastu u cijelom svijetu u širokom rasponu vegetacijskih zona i regija. Bambusi rastu u tropskim, suptopskim i umjerenim područjima svijeta. Njihov raspon staništa kreće se od nizina do 4000 m n.v.

Posljednjih godina bambus je zasađen na pokusnim plohama u nekim šumskim rasadnicima s manje-više odgovarajućom njegom. Prve sječe donijele su i znatne novčane prinose. Bambus uspijeva na različitim tipovima tala, rahlom, mrvičastom i kompaktnom, zbijenom, vapnenom i silikatnom, vlažnom i močvarnom. Izdrži veliku sušu i jaku zimu do -20°C. Bambusi se na osnovu tipa podzemnog izdanka - rizoma dijele na brzorastuće (monopodijalne) i busenaste (simpodijalne). Stabljike bambusa nemaju sekundarnog rasta u debljinu što znači kako ne stvaraju godove.

Mladice bambusa rastu izrazito brzo, tj. imaju veliki visinski prirast. Na primjer, izdanak stabljike *Phyllostachys bambusoides* izraste na prirodnim staništima 1,2 m u samo 24 sata.

Zanimljiva je cvatnja bambusa. Dosadašnje spoznaje govore da je

cvjetanje unutar vrste neredovito. *Phyllostachys aurea* je poznata po tome da cvjeta u intervalima od 28, 18 i 14 godina. *Phyllostachys bambusoides* cvjeta u intervalima od 120 godina, a *Phyllostachys edulis* nakon stotinjak godina. Prilikom cvjetanja, bambus sve svoje rezerve troši na formiranje cvjetova i sjemena, pa se zna dogoditi da se, od iscrpljenosti, stabljike posuše nakon otpadanja sjemenki. Vrsta *Phyllostachys edulis* ili moso bambus je najvažnija vrsta bambusa u Kini, gdje raste na površini od oko 3 milijuna ha i treća je najvažnija vrsta za pridobivanje drveta pored vrste *Pinus massoniana* i *Cunninghamia lanceolata*. Moso bambus može narasti do 119 cm u 24 sata i 24 m visoko za 40 do 50 dana.

Hektar šume Moso bambusa može proizvesti 6 do 10 t/ha svježih stabljika, 5 do 8 t/ha mladica za prehranu. Optimalna gustoća plantaže je 4000 stabljika/ha. Dob stabljika za sječu ovisi o načinu daljnje uporabe, za građevinu je dob sječe 7 godina, dok je za uporabu u proizvodnji celuloze i papira dob sječe 4 godine.



Moso bambus

Brzorastući bambusi pomažu u borbi protiv erozije, a šume bambusa sprječavaju pojavu klizišta, površinsku eroziju, te učvršćuju obale rijeka i služe kao vjetrozaštitni pojasevi.

Gledajući klimu Republike Hrvatske postoji nekoliko lokaliteta, na kojima bi se moglo plantažno uzgajati bambus (Kvarner, kvarnerski otoci,...). Područja su to blage mediteranske klime s povoljnim količinama oborina. Južni dio Hrvatske je nepovoljan za uzgoj zbog aridnije klime i manjih količina oborina koja je uz to i nepovoljno raspoređena tijekom vegetacijskog razdoblja. U kontinentalnoj Hrvatskoj zbog hladnije klime, mogućnosti uzgoja bambusa su ograničene na južne padine sjeverozapadnog gorja od Medvednice, Ivančice, Bilogore, pa do Pšunja, Papuka i obronaka Krndije. Sjeverozapadna Hrvatska prihvatljivija je od istočnog dijela zemlje zbog veće količine oborina u vegetacijskom razdoblju.

Podizanje nasada brzorastućih vrsta drveća

Nasadi brzorastućih vrsta drveća umjetno su podignute šume nastale sjetvom sjemena (rijetko) ili sadnjom biljaka (često) na površinama koji dulje vremena nisu bile pod šumom i na tlima koja su izgubila značajke šumskih tala. Danas u Svijetu dominiraju nasadi listača (40%) s najvažnijim rodnom *Eucalyptus*. Od četinjača najčešće se sade vrste roda *Pinus* (31%). Najviše šumskih nasa-

da osniva se za industrijsku namjenu (48%), za neindustrijsku namjenu 26% i nespecificiranu namjenu 26%.

Industrijski nasadi priskrbuju sirovi materijal tj. drvo za drvene konstrukcije, proizvodnju ploča i namještaja, papira i dr. Neindustrijski nasadi imaju za cilj proizvodnju ogrjevnog drveta (cjepanica, drvene sječe, peleta, briketa,...), zaštitu tla i vode i zaštitu od vjetra.

Ovakav način korištenja drva može spriječiti pritisak na prirodne šume pogotovo tamo gdje nema trajnoga gospodarenja šumama. Godišnja potražnja za drvom raste 2-3% a 30% ukupnog drveta proizvede se u umjetnim šumskim nasadima kojih u svijetu ima oko 5%.

U svijetu vladaju trendovi u podizanju šumskih nasada. Postoje plantaže tvrdodrvnih vrsta (tikovina,

mahagonija, orasi,...) koje postižu vrlo visoku cijenu na svjetskom tržištu. Plantaže koje se rabe za dobivanje vlakancina podižu se od vrsta *Hevea brasiliensis*, *Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis* i dr.).

Nasadi za proizvodnju drveta za energiju u zemljama u razvoju zadovoljavaju 15% od ukupne energije. Drvo kao gorivo zadovoljava oko 7% svjetskih potreba a u razvijenim zemljama samo 2%.

Ophodnja

Ophodnja se definira kao vrijeme od podizanja nekog nasada do sječe, a ovisna je o konačnom korištenju i ekonomičnosti. Ophodnje se mogu kretati od 1 godine (biljarski štapovi, starački štapovi od paulownije i dr.), 2-3 godine (vinogardarski kolci od bagrema, kolci za sidrenje stabala, kolci za ograde i dr.), 6 godina (drvo za ogrjev,...), 7-8 godina (TT stupovi), 50-70 godina (za vrlo vrijedne sortimente, furnir od nekih spororastućih vrsta drveća kao što je oskoruša i brekinja). Borovi se obično uzgajaju u ophodnjama 20-30 godina, ako se radi o plantažnom uzgoju.

Prosječni godišnji prirasti selektiranih vrsta drveća koje se koriste za industrijske plantaže kreću se od 30-50 m³/ha/god kod vrste *Leucaena leucocephala*, 20-60 m³/ha/god kod vrste *Eucalyptus urophylla* i 20-50 m³/ha/god kod vrste *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Vrsta *Eucalyptus grandis* može imati prirast 40-50 m³/ha a uz oplemenjivačke mjere i do 100m³/ha. Za uspjeh pojedinih vrsta ključni su klimatski čimbenici i tlo. Puno bolji uvjeti postižu se u humidnijim uvjetima i na hranjivima bogatim tlama, za razliku od staništa sa sušnim razdobljima i degradiranim tlama.

Danas su trendovi kod podizanja šumskih nasada takvi da se od njih očekuje višenamjensko iskorištavanje, odnosno da ispunjavaju višestruke funkcije (dobivanje skupocjenih glijiva, pčelarenje, uzgoj

pogodnih poljoprivrednih kultura između redova, uzgoj životinja,...).

Možemo reći da šumske plantaže brzorastućih vrsta drveća povećavaju okolišne, socijalne i ekonomske blagodati. Koriste se u borbi protiv proširenja pustinja, za zaštitu tla i voda, oporavak tla od prijašnjeg korištenja, poniranje ugljika, povećanje raznolikosti krajolika i biodiverziteta i dr. Možemo reći da svako podizanje novih plantaža povećava i zaposlenost u ruralnim sredinama.

Prvi podaci o podizanju plantaža mekih listača (topola i vrba) na našim prostorima datiraju iz 60-ih godina prošloga stoljeća. U to doba podižu se masovno nasadi topola i vrba zbog dobivanja povoljnih državnih kredita. Sve je to dovelo i do masovne rasadničke proizvodnje ovih vrsta. U to doba masovno se pošumljava klonom topole I -214. Nakon 70-tih godina počinje unošenje novih klonova u proizvodnju, i to najviše američke crne topole. Počinje se i proizvodnjom sadnica vrbe. Prije Domovinskog rata u Hrvatskoj bilo je 18 rasadnika s površinom 239,86 ha koji su se bavili proizvodnjom vrba i topola.

Za unošenje selekcioniranih kultura i klonova topola kod nas su karakteristična tri vremenska razdoblja.

1) Prije 60-tih s niskim intezitetom tehnologije, kad su u upotrebi klonovi : Marilandica, Robusta, Serotina, Ostia i Regenerata.

2) Poslije 60-ih i skroz do polovine 70-tih uglavnom se rabio klon I-214.

3) U zadnje vrijeme uglavnom se sade klonovi američke crne topole.

Topola i vrba

Danas postoji 11 priznatih klonova vrba, a od topola se proizvode klonovi kanadske topole (*Populus x canadensis* Moench), klonovi američke crne topole (*Populus deltoides* W Bertram ex Marshall), klonovi crne topole (*Populus nigra* L.), selekcije unutarvrskih hibrida bijele vrbe. Uglavnom se u rasadnicima



Dvogodišnje sadnice crne topole

proizvode dvogodišnje (2/2 i 2/3) sadnice topola i vrba koje su prilagođene potrebama duboke sadnje.

Zbog globalne ekonomske krize i velikih troškova podizanja plantaža topola i vrba danas se podižu isključivo šumske kulture topola i vrba u različitim ophodnjama. Zadnje plantaže na području šumarije Osijek podignute su 1998. godine.

Kod topola radi se o klonovima hibrida europske i američke crne topole *P. x euroamericana* i američke crne topole *P. deltoides*, a kod vrba se koriste klonovi selekcija unutar vrskih hibrida bijele vrbe te u manjoj mjeri međuvrskih hibrida stablastih vrba.

Dvogodišnje sadnice topole i vrbe prilagođene su potrebama duboke sadnje (270-300 cm). Kod vrbe se proizvode dvogodišnje 2/2 i jednogodišnje 1/2 sadnice. Za duboku sadnju su potrebne sadnice koje nisu niže od 6,0 m. Zbog velikog broja divljači potrebno je saditi sadnice što većih visina i većih prsnih promjera. U slučaju velikog broja divljači sadnice topola se zaštićuju pojedinačnim ograđivanjem trstikom. Za podizanje plantaža topola i vrba koristi se traktor s hidrauličnom bušilicom koju pokreće hidromotor. U jednom danu normativ pošumljavanja je oko 270 rupa odnosno 1 ha površine.

Kulture kratkih ophodnji

Kulture kratkih ophodnji za proizvodnju biomase nose naziv još i energetske kulture. To su umjetno osnovani nasadi šumskog drveća gustog rasporeda sadnje. Energetska kriza ranih sedamdesetih ponovno je potaknula interes za podizanje plantaža i kultura kratkih ophodnji (1-5 god.) za proizvodnju biomase. Produkcija u ovakvim kulturama kreće se od 10-12 t/ha suhe tvari u rotacijama 1-5 god. Rodovi koji se koriste za osnivanje energetskih kultura su: Salix, Populus, Alnus, Betula, Picea, Fagus itd.

Mnogo se češće koriste listače nego četinjače iz razloga:

- sposobnost izbijanja iz panja, puno brži rast u mladosti
- bjelogorične vrste vežu manje asimilata u lišće, te su fotosintetski mnogo uspješnije

Energetske kulture mogu zadržati vitalitet do 30 godina kada je potrebna obnova kompletnog nasada. Tijekom zime nakon sječe stabljika do razine tla, u zemlji ostaje korijen kao podloga za iduću generaciju odnosno rotaciju. Već formiran korijen crpi velike količine hrana, te se stimulira rast novih i mnogobrojnih izbojaka.

Nakon zadnje siječe vadi se korijenje koje je izgubilo sposobnost

tjeranja velikog broja izbojaka, te se pristupa obradi tla koja se sastoji od jesensko-zimskog oranja te proljetnog tanjuranja. Zatim na red dolazi ponovna sadnja reznica odnosno formiranje novih nasada, koje će ako se bitno ne promjene ekološke prilike producirati biomasu idućih 30 godina.

Sječa kultura u vrijeme njihove ophodnje obavlja se strojno ili ručno što ovisi o površini nasada. Strojevi za sječu konstruirani su posebno za tu namjenu, te su podešeni prema zahtjevima kupaca kao krajnjim korisnicima.

Potreba za osnivanjem kultura kratkih ophodnji u energetske svrhe proizlazi zbog:

- učinka zračnih zagađivača kao nusprodukt fosilnih gnojiva („globalno zatopljenje“)
- brige o dugoročnoj raspoloživoj opskrbi energije (potrajno gospodarenje-održivi razvoj)

Drvo kao izvor energije ne pridonosi učinku staklenika, te je s tog gledišta potrebna veća primjena u svim sferama ljudskog života.

Kulture kratkih ophodnji kao izvor obnovljive energije ima potencijal za širenje. Ono nudi koristi za uzgajivače, potrošače, lokalne zajednice i okoliš. No kako je on novi element unutar krajolika zahtjeva dosta promatranja, planiranja te stručne njege i zaštite.

Uzgojni uvjeti i sadnja

Prilikom osnivanja plantaža ili kultura bilo koje namjene bitna nam je uz sve ostale i financijska komponenta. Brižljivim odabirom lokacije postizemo to da imamo manja ulaganja u prvih nekoliko ophodnji i da pri tom imamo zadovoljavajuću produkciju. Što je lokacija brižljivije odabrana, to će se kasnije svi uloženi naponi, rad i sredstva obilnije isplatiti.

Energetske kulture podnose širok spektar tala, ali skroz vlažna ili skroz suha tla treba izbjegavati. Tla kod kojih je prirodna odvodnja brza, treba izbjegavati jer neće biti adekvatne prirodne vodoopskrbe. Kulture ne bi trebali osnivati na tlima prezasićenim vodom iz razloga što prevelika količina vode negativno utječe na zakorjenjivanje reznica te je otežana strojna sadnja prilikom osnivanja a samim time i sječe.

Dobro prozračna tla te tla s optimalnom količinom vlage su idealna za osnivanje kultura. Idealna pH vrijednost tla za topole kreće se u rasponu od 5,5-7,5 te za vrbe 5,5-7,0. Prilikom odabira staništa treba izbjegavati strme terene. Prema istraživanjima dozvoljeni nagibi su od 7 - 15 % (4-8°). Zbog bolje produkcije poželjno je osnivanje kultura blizu potoka ili jezera s tim da je propisana udaljenost od vodene površine minimalno 30 m.

Prilikom osnivanja energetskih kultura prvo na red dolazi u sklopu osnovne obrade jesensko-zimsko oranje. Ore se kasno u jesen ili rano u zimi te tako obrađena zemlja tijekom zime promrzne.

Oranje je neizbježan zahvat koji pridonosi lakoći sadnje reznica, za formiranje zdravog korijenskog sustava te za učinkovito suzbijanje korova i gnojidbu. Ore se prema potrebi na različitim dubinama što ovisi o vrsti drveća, a minimalna dubina je 30 cm.

Neposredno prije sadnje u proljeće, potrebno je dovršiti obradu tla odnosno provesti dopunsku



Energetski nasad vrbe

obradu te proizvesti takovu strukturu koja će omogućiti kvalitetnu i brzu sadnju a također i rast i razvoj nasada. Dopunska obrada ima za cilj da pripremi sjetveni sloj i popravi strukturu, da spriječi preveliko isparavanje vode, uništava korov, te usitni biljne rezidue itd.

Nakon kvalitetne i uspješne osnovne i dopunske obrade tla površina je spremna za sadnju reznica.

Pitanje gnojidbe povlači za sobom mnoga pitanja i odgovore. Kako je već spomenuto jedan od glavnih limitirajućih faktora je financijska komponenta. Istraživanja su pokazala da upotreba gnojiva ne znači i povećanje količine proizvedene biomase. Jedna skupina znanstvenika smatra da gnojidba značajno ne utječe na prinose u onoj mjeri da bi bila isplativa.

Druga skupina znanstvenika smatra da je gnojidba preko potrebna te da je opravdana s ekološke i financijske strane. Alternativna primjena anorganskog gnojiva u vidu kanalizacijskog mulja ili stajskog gnojiva značajno je poboljšala prinose te je uz to gnojiva korištena kao malč.

Kvaliteti, zdravstvenom stanju i klonskoj čistoći reznica treba posvetiti najveću pažnju, jer od toga ovisi uspjeh cjelokupnog rada. Raspon vrsta i njihovih klonova pogodnih za osnivanje kultura kratkih ophodnji za proizvodnju biomase utvrđuje se testovima koje provode šumarski stručnjaci. Vrbe i topole su se pokazale kao najpovoljnije za osnivanje energetskih kultura. Uz to što brzo prirašćuju, otporne su na razne štetočine, bolesti i klimatske neprilike.

Prije formiranja nasada važno je selektirati i pravilno odabrati kultivare ili klonove koje ćemo upotrijebiti. Svaki kultivar ili klon mora biti posebno označen da ne bi došlo do nepotrebnih pogrešaka. Na snopove reznica se pričvršćuje etiketa ili se radi prsten od boje.

Reznice

Reznice se prave od jednogodišnjih, odrvenjelih izbojaka koji moraju biti svježiji i potpuno zdravi te se moraju nalaziti u stadiju mirovanja. Prut od kojih se izrađuju reznice je promjera 10-20 mm i duljine preko 2 m. Reznice topola moraju biti duljine od 20-25 cm, a debljine oko 10-20 mm. Ovisno o strojnoj sadnji odnosno samom stroju, izrađuju se reznice odgovarajuće duljine. Reznica topola mora biti najmanje jedan zdrav pup ispod gornjeg reza, dok za vrbu nema pravila jer ona može producirati izbojke po cijeloj dužini.

Reznica mora biti izrađena neposredno prije sadnje, kako bi postotak zakorjenjivanja bio što veći. Reznice se prave u razdoblju od prosinca pa do ožujka dok su pupovi u mirovanju. Prutevi i reznice se mogu čuvati određeno vrijeme u trapu, ali im to vremenom smanjuje vitalnost te su kao takve nepogodne za osnivanje nasada. Glavni razlog propadanja pruteva i reznica je prevelik gubitak vlage.

Reprodukcijski materijal tijekom čuvanja ne smije biti izložen direktnom sunčevom zračenju ili toploj okolini. Reznice se čuvaju vani na sjenovitim mjestima u vlažnom grubom pijesku. Prije same sadnje potrebno je izvršiti detaljni plan koji će sadržavati načine, metode i smjernice prilikom osnivanja kultura i daljnjeg upravljanja istim.

Plan sadnje

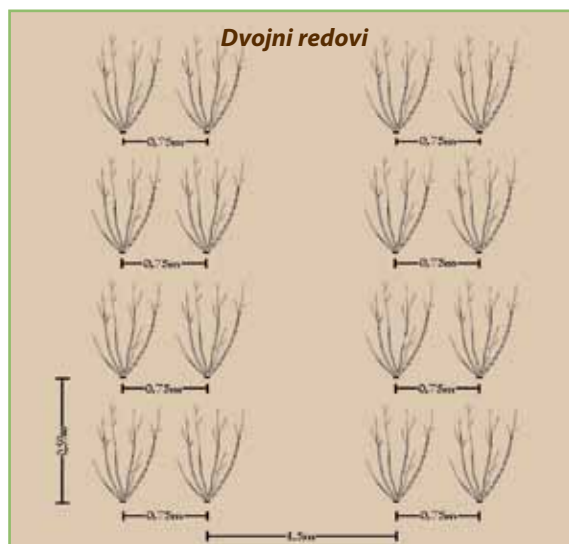
Prva stvar koju je potrebno napraviti je plan sadnje i plan za sječu koji mora biti prilagođen stroju koji će sjeći. Nacrt mora sadržavati broj biljaka po ha, razmak između redova, razmak između biljaka u redu, potrebne čisti-

ne oko kulture u svrhu lakše strojne sječe te lakše i brže intervencije u slučaju napada štetnika ili nekih prirodnih nepogoda.

U prošlosti rađena su mnoga istraživanja s obzirom na razmak sadnje. Prvi pokusi rađeni su na pravilnom rasporedu (kao u poljoprivredi npr. kukuruz) iz razloga maksimalne iskoristivosti prostora, gdje nije uzimana u obzir potreba strojne sječe.

Danas se u Švedskoj upotrebljava takozvani dvojni red ili pravokutni nacrt. Istraživanja provedena u Švedskoj su pokazala da ovakav raspored sadnje ne utječe negativno na produkciju, a uz to je omogućena strojna sječa. Gustoća sadnje se bitno promijenila zadnjih 10 godina. Broj biljaka po ha kretao se od 4 500 kom/ha do 15 625 kom/ha. Ovakav trend sadnje primjenjuje se za vrbe i topole.

Nedavna istraživanja bazirana na gustoći sadnje kod kojih je pokus rađen od 8625 kom/ha do 111 000 kom/ha pokazuju da gustoća sadnje kod koje po 1ha ima 15 625 komada biljaka pruža najveću produkciju suhe tvari i najbolji ekonomski povrat novca. Najčešći razmaci koji se rabe u Velikoj Britaniji su razmak između gređica ili „dvojnih redova“ je 0,75 m, razmak između dva dvojnog reda je 1,5 m, te razmak između biljaka u redu 0,59 m, što otprilike iznosi oko 15 000 kom/ha.



Pravilan raspored sadnje biljaka znači:

- lakšu strojnu sadnju
- lakšu njegu i zaštitu
- bolju preglednost
- lakšu strojnu sječu
- bolju estetsku vrijednost

U slučaju strojne sječe potrebno je na oba kraja reda ostaviti čistinu oko 8 m širine koja će omogućiti nesmetano okretanje stroja prilikom prelaska na idući red. Kada se prilikom sječe upotrebljava jedna prikolica tada najveća duljina reda mora iznositi 200 m kako ne bi morali na pola reda stati i vraćati se natrag zbog pražnjenja prikolice što nam donosi dodatne troškove.

Sadnja izrađenih reznica bi se trebala obavljati od veljače, pa prema ožujku, ako osobine tla te vremenske prilike to dozvoljavaju. Ako je tlo prezasićeno vodom sadnju bi trebalo odgoditi sve do vremena kada će se dopunska obrada i sadnja moći izvršiti. Sadnja poslije ožujka zahtjeva čuvanje reznica u hladnjacima na temperaturi od 2°C do 4°C gdje kao takve mogu zadržati vitalitet do 3 mjeseca. Jesensku sadnju treba izbjegavati, jer uz veće količine vode u tlu te zimske uvjete reznica ima smanjenu mogućnost formiranja zdravog korijena.

Poslije osnovne i dopunske pripreme tla obilježje se redovi, duž kojih će se zabadati reznice. Reznice se mogu zabadati ručno ili strojno. Nakon ručnog zabadanja reznica potrebno je zemlju sa strane dobro ugaziti, da se priljubi uz zabodenu reznicu. Pri tome treba paziti da se ne ošteti vršni pup kod reznica topola. Ručna sadnja se izvodi na manjim površinama uglavnom radi pokusnih testiranja pojedinih vrsta i njihovih kultivara.

Za komercijalnu sadnju vrba upotrebljava se strojna sadnja npr. Salix Maskiner „Step Planter“ strojem za sađenje. Ovaj stroj dizajniran je za prihvat cijelih šiba dužine 2 m do 3 m od kojih neposredno prije pikanja izrađuje reznice duljine 20 cm.



Strojna sječa

Ovakav način sadnje je najpovoljniji, jer su gubici zbog deficita vode svedeni na minimum. Ovakvom strojnom sadnjom formira se nasad sa oko 15 000 kom/ha. Ovaj stroj je nepogodan za sadnju topolovih reznica jer nije zajamčeno da će ispod reza ostati barem jedan zdrav pup. Preplitko pikirane reznice mogu stradati zbog nedostatka vlage ako je godina iznimno topla i bez oborina.

Sadnja reznica topola bi se trebalo odvijati što je moguće ranije u proljeće, ali tek nakon zadnjih mrazeva. Problem prilikom formiranja topolovih nasada predstavlja strojna sadnja, jer kod topola 1 cm ispod reza treba ostati barem jedan zdrav pup. Modificirani strojevi namijenjeni za topole mogu saditi već unaprijed pripremljene reznice. Gustoća sadnje kod topola iznosi oko 10 000 kom/ha do 12 000 kom/ha.

Nakon kvalitetno obavljenih postupaka pripreme tla, izbora sadnog materijala i pikanja reznica ili pruteva smatra se da je kultura osnovana. No s tim postupcima nije posao završen. Radovi na kulturama se nastavljaju sve do njene siječe. Ti radovi se sastoje u njezi kultura koji su po vrsti rada i vremenu izvođenja grupirani spram godišnjih doba, starosti kulture ili već prema potrebi kada to situacija od nas zahtjeva. Pod njegovom se podrazumijevaju svi postupci koje radimo u kulturama, a kojima utje-

ćemo u prvom redu na produkcijsku sposobnost biljaka a zatim i na njihovo zdravstveno stanje. Postupcima njege biljci nadoknađujemo sve one potrebe za hranivima i vodom koje sama iz prirode ne može dobiti.

Kultivacija

Kada je nasad osnovan potrebna je njega u smislu uklanjanja korova i ostale vegetacije koja je potencijalna prijetnja mladim tek potjeranim izbojcima. Uklanjanje korova se može raditi ručno odnosno strojno ili kemijskim putem. Ručno uklanjanje korova je primjenom različitih ručnih alata kao što su npr. trimeri uglavnom za parcele manjih površina ili pak upotrebom raznih priključnih alata za traktore kada se radi o većim površinama.

Kemijskim putem korov uništavamo upotrebom različitih vrsta herbicida s obzirom o kakvom se vrstu korova radi. Pri kemijskom načinu uklanjanja korova posebnu pažnju treba posvetiti izboru herbicida kako ne bi naštetili nasadu. Korov se uklanja sve do onog trenutka kada su mladi izbojci svojim rastom izašli iz zone korova te krošnjama stvorili sklop.

Natapanje

Da bi nasad izdržao sve klimatske prilike u smislu visokih temperatura i dugotrajnih dana bez oborina potrebno ga je natapati.



Čepovanje

Na kraju prve vegetacije vrši se postupak čepovanja mladih jednogodišnjih izbojaka. Postupak se sastoji u prerezivanju mladih izbojaka što bliže tlu kako bi pri zemlji ostao mali panj iz kojega će potjerati novi, ali ovog puta mnogo brojniji izbojci. Ova faza njege se radi s ciljem stimuliranja rasta novih mnogobrojnih izbojaka, jer je za kulture kratkih ophodnji za proizvodnju biomase važna baš količina drvene tvari koja se jedino može postići s vrstama koje imaju jaku izbojnu snagu iz panja. Rast mnogobrojnih izbojaka omogućuje i već formiran korjenov sustav koji crpi dovoljno hranjiva i vlage iz tla.

Postoje različiti sustavi, ali je kod ovakvog načina podizanja kultura najprimjereniji sustav „kap na kap“ gdje su crijeva položena po zemlji među redovima i gdje voda na određenim mjestima izlazi pod pritiskom u obliku kapljica. Kako i svaki umjetno osnovan nasad tako i ovaj zahtjeva stalnu njegu i brigu. Ako bilo koji postupak izostavimo ili ne uradimo na vrijeme posljedice će se osjetiti bilo u smanjenju produktivnosti bilo u vidu odumiranja stabala, a kao krajnji rezultat slabi novčani prihodi.

Zaštita

Kada govorimo o bolestima na kulturama prije svega se misli na gljivične bolesti koje nanose najviše štete, a zatim na insekte, sisavce itd. Kada se radi o gljivičnim bolestima tada se u prvi red stavlja hrđa (*Melampsora* sp.). Zaštita se u glavnom sastoji u upotrebi različitih fungicida.

Hrđe mogu inficirati i lišće i deblo, te ako nisu poduzete odgovarajuće mjere zaštite vrlo se brzo širi na ostale biljke. Kada kulture čini samo jedna vrsta klon i kultura takozvane monokulture tada je učestalost napada i širenja mnogo veća. Jedna od preventivnih mjera

koje se mogu poduzeti je pravilan izbor sadnog materijala odnosno izabiranje onih sorti koje su najotpornije na različite bolesti. Upotreba fungicida se ne preporuča s ekonomskog, praktičnog i ekološkog gledišta.

Najvažniji uzročnik gljivičnih bolesti vrba u Britaniji je vrsta *Melampsora epitea* koja uzrokuje defoliaciju a za posljedicu toga smanjuje se produkcija. Topole su osjetljivije na lisnu rđu *Melampsora larici-populina* ali i na lisnu gljivicu *Marssonina brunnea*.

Također ih često napada bakterija *Xanthomona populi* koja uzrokuje rak kore. Najveća opasnost koja se teško može kontrolirati je uvoz sadnog materijala i s njim različitih



Hrđa je najučestalija bolest kultura kratkih ophodnji te joj treba posvetiti osobitu pažnju

bolesti štetočina koje ako nađu povoljne prilike rade alarmantne štete većih razmjera.

Štete od rđe bile su velike posljednjih godina, osobito u kulturama koje su osnovane sa sadnim materijalom koji se koristi za osnivanje kultura dužih ophodnji za proizvodnju piljene građe, te su se kao takvi pokazali loši za osnivanje energetskih kultura. Kako se zaštita može obaviti upotrebom fungicida, ali zbog njihovih štetnosti za okoliš treba poraditi na proizvodnji otpornijih kultivara kako bi zaštita bila okolišno prihvatljiva.

Sječa

Sječa kultura kratkih ophodnji odvija se u ophodnjama koje iznose oko 2-4 godine, s tim da ne postoji strogo pravilo koje nam određuje vrijeme siječe odnosno ophodnju. Ophodnju uvjetuje:

- gospodarski ciljevi i povrat novca
- pravilan odabir zemljišta koje će maksimalno koristiti sunčevu energiju te hranjiva iz tla i pritom proizvoditi maksimalan prirast
- produkcijska sposobnost klon ili kultivara
- otpornost klon ili kultivara spram biljnih bolesti



Sječa se obavlja najčešće strojno, ako su kulture namijenjene u komercijalne svrhe, jer su samim time i površine veće, pa je ručna sječa spora i neučinkovita

Kulture kratkih ophodnji se sijeku nakon što su biljke odbacile listove pa sve do formiranja novih pupova. Sječa se odvija do kasno u veljaču, s tim da pri dnu ostane 10 cm pri-

danka kako bi se osiguralo izbijanje što većeg broja novih izbojaka.

Nasad može biti posječen i usitnjen u jednom zahvatu, ili se postupak sastoji prvo od sječe, zatim

sušenje, pa tek onda usitnjavanje. Strojevi koji odmah usitnjavaju nazivaju se „Stick harvester“. Većina strojeva prilagođena je prostornom rasporedu sadnje najčešće takozvanom „dvojnomo redu“ gdje se sječa obadva reda vrši u jednom prolasku stroja. Time su smanjeni troškovi a povećana učinkovitost stroja.

Usitnjeni dijelovi proizvedeni ovakvim strojevima moraju se brižljivo i brzo uskladištiti kako bi se izbjeglo njihovo raspadanje i gubitak kvalitete.

Empire 2000 pokazao se kao najbolji stroj za sječu bez usitnjavanja, ali su strojevi takve vrste još u razvoju. „Billet harvester“ je kombinacija „Stick harvestera“ i tradicionalnog „cut-and-chip“ harvestera.

Strojevi se neprestano usavršavaju. Informacije i ideje moraju biti zasnovane na postojećim nasadima kultura kratkih ophodnji.

Podizanje nasada vrsta i hibrida roda Paulownia

Rod *Paulownia* dolazi iz porodice *Scrophulariaceae*, obuhvaća 9 vrsta različitih provenijencija te brojne hibride. Svim vrstama roda *Paulownia* prirodni areal predstavlja Kina i susjedne zemlje. Riječ je o brzorasućim vrstama listača koje imaju izuzetnu mogućnost razmnožavanja pri čemu kroz hibridizaciju i selekciju nastaju mnogi danas poznati hibridi.

Za neke vrste roda *Paulownia* poznato je kako su visoko invazivne i rizične za ekosustav što je potvrđeno u mnogim znanstvenim istraživanjima rizika. Njihova invazivnost očituje se u mobilnosti širenja vjetrom (anemohorija) vrlo laganoga i mnogobrojnoga sjemena.

Tako na primjer sjeme vrste *Paulownia elongata* ima težinu od svega $2,17 \times 10^{-4}$ g odnosno broj čistih sjemenki u 1 kg kreće se u rasponu od 3 700 000 – 4 600 000. Ovako sitno sjeme vjetar raznosi na udaljenosti preko 1 km od roditeljskog stabla. Iz povijesti je poznato kako

je sjeme nekih invazivnih vrsta krajem 19. stoljeća brodovima prispjelo na područje SAD-a gdje danas predstavlja ozbiljan problem za autohtonu vegetaciju.

Paulownija – rizik ili zarada

Riječ je o alohtonim (stranim) brzorasućim vrstama drveća za koje šumarska znanost i praksa u Hrvatskoj nije utvrdila da li postoje rizici za ekosustav i ako postoje kakvi su. Iz tog razloga nikako se ne preporučuje sadnja vrsta koje plodonose već samo sterilnih hibrida.

Poznati su brojni varijeteti roda *Paulownia* koji su uzgojeni u laboratoriju metodom in vitro poput elongata super select, arctic super select, fortunei super select, kawakamii super select, catalpifolia super select, orientata super select (za sadnju u parkove kao ukrasno hortikulturno drvo), „big“ super select (za podizanje plantaža kratkih ophodnji za biomasu, tzv. energetske plantaže) i dr.



Preporuka je kod podizanja plantaža paulownija na poljoprivrednom zemljištu koristiti samo one koji su sterilni, što znači da ne rađaju sjemenom. Još uvijek ne možemo preporučiti neki hibrid za određeno stanište, jer ne postoje znanstvena istraživanja koja bi dala određene smjernice.

U Hrvatskoj se mogu pronaći hibridi paulownije pod nazivom OX1 (za proizvodnju biomase), bellissia (F2 hibrid nastao križanjem vrsta *P. elongata* x *P. fortunea* i povratnim križanjem s *P. elongata*), hibrid 9501 (nastao križanjem *P. fortunei* i *P. tomentosa*) i Snan Tong (nastao križanjem *P. tomentosa* i *P. fortunei*). Vjerojatno postoje još neki hibridi koji su uvezeni, ali su manje zastupljeni od nabrojanih.

Danas je tržište zasićeno sa sadnicama i sjemenom mnogih vrsta iz roda *Paulownia* za koje prosječan čovjek ne može znati o kojoj se vrsti točno radi odnosno da li je ona invazivna ili ne. Postoje primjeri gdje ljudi sabiru sjeme sa stabala u parkovima (*Paulownia tomentosa*) i prodaju pod drugim imenom. U mnogim trgovinama i rasadnicima može se kupiti sjeme i sadni materijal sumnjivoga podrijetla i načina uzgoja.

Struci nije poznato koje sve opasnosti prijete unošenjem ovih stranih vrsta drveća. Od prije je poznato kako neke strane vrste kad se unesu na novu područje stradavaju od raznih biotskih i abiotskih čimbenika.

U prvim godinama možda neće biti pojave nekog štetnika ili bolesti, ali što je u budućnosti?

Zna se koliku su štetu u novije vrijeme prouzročili štetnici uvezeni na sadnom materijalu iz „egzotičnih“ zemalja. Kod izbora stranih

vrsta drveća osim opasnosti za ekosustav treba poznavati njihova ekološka svojstva i biološke značajke.

Poznato je kako su vrste roda *Paulownia* osjetljive na ekstremno niske temperature, kasni proljetni mraz, poplavne vode, podzemne vode blizu površine tj. zone korijena i dr., dakle, potrebno je poznavati ekološke optimume za neku vrstu ili hibrid kako bi se mogla dati preporuka za određeno stanište gdje će se obavljati pošumljavanje.

Struka je zbog toga vrlo opreznna i za sada ne može preporučiti sadnju bilo koje vrste, varijeteta ili hibrida bez konkretnih znanstvenih istraživanja i potvrde neinvazivnosti po ekosustav.

Najbolji uspjeh dobije se podizanjem nasada paulownije jednogodišnjim čepiranim korijenom tzv. korjenjakom. Ovakav način podizanja ujedno je i najskuplji, ali garantira najbolji visinski rast i prirast u prvim godinama. Sličan način uzgoja sadnica je i kod topola.

Kad je riječ o sjemenu paulownije, stav je šumarske struke da ga ne treba kupovati i razmnožavati biljke generativnim putem, jer će zasigurno plantaža u skorijoj budućnosti plodonositi.

Osim toga, putem sjemena ne mogu se vjerno prenijeti sva obilježja roditeljske biljke na potomstvo, tako da će buduća plantaža od biljaka proizvedenih sjemenom imati raznolik rast i prirast, te neujednačenu kvalitetnu drvene sirovine.



Morfološki izgled kontrolne (lijevo) i mikorizirane (desno) sadnice iz korjenjaka hibrida paulownije 9501 starog 48 dana

Na Šumarskom fakultetu u tijeku su preliminarna istraživanja primjene ektomikoriznih micelija na korjenjacima hibrida paulownije 9501.

Dana 02.03.2015. u stakleničkim uvjetima posađeni su korjenjaci hibrida paulownije 9501. (Mirtalis d.o.o.) Korjenjaci su sađeni u posude volumena 7 l. Nakon što je korijenski sustav ispunio volumen posude, korjenjaci su presađeni u veće posude volumena 20 l.

Sadnice su tretirane ektomikoriznim micelijima (Bio-budućnost d.o.o.). Nakon 48 dana od sadnje izmjerene su visine i promjeri vrata korijena kontrolnih i tretiranih sadnica. Prosječna visina kontrolnih sadnica iznosila je 65 cm a promjer vrata korijena 1,91 cm.

Najveći list bio je dimenzija 34 x 26 cm. Prosječna visina mikoriziranih sadnica iznosila je 82 cm a promjer vrata korijena 2,30 cm. Najveći list bio je dimenzija 40 x 30 cm. Kontrolne i tretirane sadnice imale su 14 listova. Može se zaključiti kako primjena ektomikoriznih micelija značajno povećava visinski i debljinski rast sadnica hibrida paulownije 9501. Osim toga tretirane sadnice su imale veće lisne površine.

Potrebna su dugotrajna uzgojna i agrotehnička istraživanja kako bi se mogli donijeti određeni zaključci i ispravno mišljenje o upotrebi vrsta i hibrida paulownija za sadnju u šumske plantaže na našim prostorima.

doc. dr. sc. Damir Drvodelić

Kupujte samo certificirane sadnice

Sadnice paulownije ne treba kupovati po oglasnicima, rasadnicima, raznim trgovačkim i vrtnim centrima bez certifikata. Naime, bez certifikata vrlo je teško prepoznati o kojoj se vrsti ili hibridu radi. Budući se paulownija može razmnožavati autovegetativno tehnikama makropropagacije (reznicama od korijena, reznicama od stabljike, „zapercima“) i tehnikama mikropropagacije tj. *in vitro* treba biti oprezan kod kupnje sadnog materijala. Trgovci sadnim materijalom koriste ove genetske mogućnosti u razmnožavanju paulownije i prodaju raznovrstan sadni materijal s ciljem dobivanja što je moguće većeg prihoda pritom ne vodeći brigu da li će se sadnica primiti na terenu i kakav će joj biti rast.

Bespovratna sredstva za preradu drvene mase

Iako smo u zadnje vrijeme svjedoci objave velikog broja natječaja za dodjelu bespovratnih sredstava, raspisanih od strane više ministarstava, na koje se mogu javiti i tvrtke čija je glavna djelatnost prerada drvene mase, uskoro se očekuje objava natječaja u kojem će prihvatljive aktivnosti biti isključivo vezane za nabavku opreme za pridobivanje i preradu drvene mase.

Prihvatljivi troškovi

Naime, unutar Mjere 8- ulaganja u razvoj šumskih područja i poboljšanje održivosti šuma nalazi se *podmjera 8.6. potpora za ulaganja u šumarske tehnologije te u preradu, mobilizaciju i marketing šumskih proizvoda*, koja u sklopu dvije operacije omogućava nabavku nove, ali i rabljene opreme.

Operacija 1. Modernizacija tehnologija, strojeva, alata i opreme u pridobivanje drva i šumskouzgojnim radovima
Ova operacija namijenjena je šumoposjednicima i udruženjima šumoposjednika, ali i obrtima, mikro, malim i srednjim poduzetnicima registriranim sukladno nacionalnim propisima.
Intenzitet potpore je do 50%, a maksimalan iznos potpore je do 700.000 eura.

Prihvatljiv trošak je kupnja strojeva, alata uređaja i opreme za sječu, privlačenje, izvoženje i iznošenje drva za proizvodnju šumske biomase, kao i za daljinski prijevoz drva, šumsko uzgojne radove za pripremu šumskog tla za sjetvu ili sadnju. Isto tako moguće je izgraditi objekte i kupiti opremu za skladištenje, zaštitu i sušenje drvnih proizvoda uključujući silose, skladišta za drvenu sječku, sušare, atomizere i utovarivače.

Prihvatljiv trošak je kupnja strojeva, alata uređaja i opreme za predindustrijsku preradu drva uključujući blanjalice i pile,

Operacija 2. Modernizacija tehnologija, strojeva, alata i opreme u predindustrijskoj preradi drva
Korisnici potpore unutar ove operacije mogu biti obrti, mikro, mali i srednji poduzetnici registrirani za djelatnosti prerade drva.
Intenzitet potpore je do 50%, a maksimalan iznos potpore je do 1.000.000 eura.

te instalacija i kupnja informacijsko-komunikacijskih tehnologija u postupcima pridobivanja drva i predindustrijske prerade drva. Unutar ove operacije dozvoljena je nabavka opreme za proizvodnju peleta i briketa.



Sredstva za izgradnju objekata

Dozvoljena je i izgradnja objekata i kupnja opreme za sušenje, parenje, skladištenje i zaštitu proizvoda od drva uključujući sušare, parionice, silose, skladišta za drvenu sječku, utovarivače i atomizere.

Ako imate poslovnu ideju koju želite realizirati uz pomoć bespovratnih sredstava, a u planu imate nabavku neke od gore navedene opreme bilo bi uputno sačekati otvaranje natječaja za podmjeru 8.6. obzirom da će u navedenom natječaju sredstva biti namijenjena isključivo za pridobivanje i preradu drvene mase, tako da se na njega neće moći javljati poduzetnici iz ostalih djelatnosti, što nije slučaj sa dosad otvorenim natječajima. Također bitno je istaknuti kako je unutar podmjere 8.6. intenzitet potpore bitno veći nego kod drugih programa.

Sva pitanja zainteresirani mogu poslati na e-mail: eufondovi@concessum.com

www.paulovnija.hr

Rasadnik paulovnije, najveći domaći proizvođač sadnica i jednogodišnjih korijena hibrida paulovnije s dozvolom Ministarstva zaštite okoliša i prirode.



Mirtalis d.o.o. Zagreb mob.: 091.4421.287 e-mail: info@paulovnija.hr