# Produkcija biomase europskih klonova topola u pokusnoj kulturi kratke ophodnje

**Markoljević, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:317329

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**

**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

**IVAN MARKOLJEVIĆ**

# PRODUKCIJA BIOMASE EUROPSKIH KLONOVA TOPOLA U POKUSNOJ KULTURI KRATKE OPHODNJE

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2018.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

# PRODUKCIJA BIOMASE EUROPSKIH KLONOVA TOPOLA U POKUSNOJ KULTURI KRATKE OPHODNJE

**DIPLOMSKI RAD**

| | |
|---|---|
| Diplomski studij: | Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem |
| Predmet: | Oplemenjivanje šumskog drveća |
| Ispitno povjerenstvo: | 1. Prof. dr. sc. Davorin Kajba |
| | 2. Prof. dr. sc. Marilena Idžojtić |
| | 3. Dr. sc. Ivan Andrić |

Student: Ivan Markoljević

JMBAG: 00682032104

Broj indeksa: 458/13

Datum odobrenja teme: 14.5.2017.

Datum predaje rada: 28.8.2018.

Datume obrane rada: 14.9.2018.

**Zagreb, rujan, 2018.**

# Dokumentacijska kartica

| | |
|---|---|
| Naslov | Produkcija biomase europskih klonova topola u pokusnoj kulturi kratke ophodnje |
| Title | Biomass production of european poplar clones in experimental field plot of short rotation copice |
| Autor | Ivan Markoljević, univ. bacc. silv. |
| Adresa autora | Tunje Pejića 8, 32260 Gunja |
| Mjesto izrade | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu |
| Vrsta objave | Diplomski rad |
| Mentor | Prof. dr. sc. Davorin Kajba |
| Izradu rada pomogao | Dr. sc. Ivan Andrić; Valentino Pintar, mag. ing. silv. |
| Godina objave | 2018. |
| Obujam | Broj stranica: 35, tablica: 7, slika: 14, navoda literature: 16 |
| Ključne riječi | Klonovi topola, biomasa, kulture kratkih ophodnji |
| Key words | Poplar clones, biomass, short rotation copice |
| Sažetak | Na području Šumarije Darda u proljeće 2014. godine osnovan je pokusni nasad europskih topola po modelu kratkih ophodnji za produkciju biomase. U pokus je uključeno ukupno 10 klonova. Na cijelom nasadu, plantažne starosti 3/3, izmjereni su prsni promjeri te preživljavanje biljaka. Najmanje izmjerene promjere imali su klonovi 'Hybride 275', 'Koreana' kao i 'Matrix 21'. 'Delrive', 'Max 4' i 'Baldo' klonovi su koji su se isticali s najvećim prsnim promjerima. Najveća unutarklonska varijabilnost procjenjena je kod klonova 'Matrix 21', 'Hybride 275' kao i kod klona 'SV490'. Preživljavanje biljaka u pokusnom nasadu kretalo se u rasponu od 52,08 % kod klona 'Koreana' pa do 91,67 % kod klonova 'SV490' i 'SV885'. Analizom varijance za promatrana svojstva promjera i preživljavanja utvrđena je statistički značajna razlika između istraživanih klonova europskih topola. |

| | | |
|---|---|---|
| | **IZJAVA**<br>**O IZVORNOSTI RADA** | **OB ŠF 05 07** |
| | | Revizija: 1 |
| | | Datum: 28.6.2017. |

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

_____

*vlastoručni potpis*

*Ivan Markoljević*

U Zagrebu, *14.9.2018.*

## SADRŽAJ

Dokumentacijska kartica ..... I
SADRŽAJ ..... III
POPIS SLIKA ..... IV
POPIS TABLICA ..... IV
1. UVOD ..... 1
1.1. Ciljevi energetske politike EU ..... 1
1.2. Energetska strategija razvoja Republike Hrvatske ..... 2
1.3. Biomasa kao obnovljiv izvor energije ..... 3
1.4. Topole (*Populus* spp.) ..... 6
1.4.1. Obilježja roda *Populus* ..... 7
1.4.2. Rasprostranjenost roda *Populus* ..... 8
1.5. Kulture kratkih ophodnji ..... 12
1.5.1. Općenito ..... 12
1.5.2. Osnivanje i gospodarenje ..... 12
1.5.3. Krajnji cilj upotrebe biomase ..... 15
1.5.4. Utjecaj na okoliš ..... 16
1.5.5. Kulture kratkih ophodnji topola ..... 18
2. CILJ ISTRAŽIVANJA ..... 21
3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA ..... 22
3.1. Područje istraživanja ..... 22
3.1.1. Reljef ..... 22
3.1.2. Klima ..... 22
3.1.3. Hidrološka obilježja ..... 24
3.1.4. Hidrogeološka obilježja ..... 25
3.1.5. Pedološka i biovegetacijska obilježja ..... 26
3.1.6. Geološka i tektonska obilježja ..... 27
3.2. Pokusni nasad europskih topola Darda ..... 28
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA ..... 30
5. ZAKLJUČAK ..... 33
6. LITERATURA ..... 34

## POPIS SLIKA

**Slika 1.** Izvori biomase u SAD-u 2015. godine (*Izvor: www.need.org*) ..... 3

**Slika 2.** Upotreba biomase u SAD-u po sektorima 2015. godine (*Izvor: www.need.org*)..... 4

**Slika 3.** Proces fotosinteze (*Izvor: www.need.org*) ..... 4

**Slika 4.** Rast potrošnje biogoriva u SAD-u od 2004. do 2016. godine (*Izvor: www.need.org*) 6

**Slika 5.** Populus nigra (*Autor: D. Kajba*) ..... 7

**Slika 6.** Prirodna rasprostranjenost topola (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*) ..... 8

**Slika 7.** Rasprostranjenost topola iz sekcije *Turanga* (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*) ..... 9

**Slika 8.** Rasprostranjenost vrsta *Populus tremuloides* i *Populus grandidentata* iz sekcije *Leuce* (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*) .....10

**Slika 9.** Područje prirodne rasprostranjenosti topola sekcije *Aigeiros* (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*).....11

**Slika 10.** Ciklus biomase (*Izvor: http://www.poslovni-savjetnik.com*) .....18

**Slika 11.** Shema pokusnog nasada europskih topola (*Autor sheme: I. Andrić*).....28

**Slika 12.** Histogram vrijednosti srednjih promjera istraživanih klonova .....30

**Slika 13.** Prosječni koeficijent unutarklonske varijabilnosti (%) za promatrano svojstvo promjera.....31

**Slika 14.** Histogram vrijednosti preživljavanja istraživanih klonova.....32

## POPIS TABLICA

**Tablica 1.** Rasprostranjenost topola po sekcijama i podsekcijama..... 8

**Tablica 2.** Površine plantaža crne topole .....10

**Tablica 3.** Prikaz istraživanih klonova topole.....29

**Tablica 4.** Deskriptivna statistika promjera klonova u istraživanom pokusnom nasadu .....30

**Tablica 5.** Analiza varijance za promatrano svojstvo promjera.....31

**Tablica 6.** Deskriptivna statistika preživljavanja klonova u istraživanom pokusnom nasadu.31

**Tablica 7.** Analiza varijance za promatrano svojstvo preživljavanja .....32

# 1. UVOD

## 1.1. Ciljevi energetske politike EU

Ugovor o funkcioniranju Europske unije u članku 194. definira kao cilj energetske politike EU promicanje razvoja novih i obnovljivih izvora energije.

Obnovljivi izvori energije (energija vjetra, sunčeva energija, hidroenergija, energija oceana, geotermalna energija, biomasa i biogoriva) zamjena su za fosilna goriva i pridonose smanjenju emisija stakleničkih plinova, diversifikaciji opskrbe energijom te smanjenju ovisnosti o nepouzdanim i nestabilnim tržištima fosilnih goriva, posebno nafte i plina.

Direktivom o obnovljivoj energiji (Direktiva 2009/28/EZ od 23. travnja 2009.) utvrđen je obvezan cilj prema kojem do 2020. udio obnovljivih izvora energije u potrošnji energije u EU-u mora biti 20 %. Osim toga, od svih država članica traži se da do 2020. 10 % svojeg goriva za promet proizvode iz obnovljivih izvora. Direktivom su također utvrđeni razni mehanizmi koje države članice mogu koristiti za postizanje svojih ciljeva (programi potpora, jamstva o podrijetlu, zajednički projekti, suradnja između država članica i trećih zemalja) kao i kriteriji održivosti za biogoriva. Nacionalni ciljevi uzimaju u obzir polazišnu točku i ukupni potencijal za energiju iz obnovljivih izvora za svaku zemlju, pa je raspon tih ciljeva širok: od niskih 10 % na Malti, do visokih 49 % u Švedskoj. Države članice EU-a određuju vlastite planove za ostvarenje tih ciljeva i opći plan za politiku obnovljive energije u svojim nacionalnim planovima u području obnovljive energije. Napredak u postizanju tih nacionalnih ciljeva mjeri se svake dvije godine kada članice EU-a objavljuju nacionalna izvješća o napretku u području obnovljive energije.

EU trenutačno ima dva cilja za biogoriva: da se 10 % goriva u prometu do 2020. dobiva iz obnovljivih izvora energije (Direktiva o obnovljivoj energiji 2009/28/EZ) i da se dobavljače goriva obveže na to da do 2020. smanje koncentraciju stakleničkih plinova svojih goriva za 6 % (Direktiva o kvaliteti goriva 2009/30/EC); a prijedlog revidirane Direktive o obnovljivoj energiji iz studenog 2016. sadrži ažurirane kriterije održivosti za biogoriva koja se koriste u prometu te za tekuća biogoriva i kruta i plinovita goriva iz biomase koja se koriste za grijanje i hlađenje. Promicanje razvoja energije mora i energije iz odobalnih vjetroelektrana u EU-u objavljeno je 2013.

godine u „Energija iz odobalnih vjetroelektrana: mjere za postizanje ciljeva energetske politike za 2020. godinu i nakon nje” (COM (2008) 0768), dok je 2014. godine predstavljen akcijski plan za potporu razvoja energije oceana, uključujući energiju valova, snagu plime i oseke, pretvorbu toplinske energije i energiju gradijenta saliniteta ( „Plava energija: Djelovanje potrebno za iskorištavanje potencijala energije europskih mora i oceana do 2020. i kasnije” (COM (2014) 0008).

## 1.2. Energetska strategija razvoja Republike Hrvatske

Strategiju energetskog razvoja RH za razdoblje do 2020. godine donio je Hrvatski Sabor 16. listopada 2009. godine prije isteka desetogodišnjeg razdoblja koje propisuje Zakon o energiji, a kako bi se strategija uskladila s ciljevima i vremenskim okvirom strateških dokumenata Europske unije.

Svrha strategije je definiranje razvoja energetskog sektora Republike Hrvatske za razdoblje do navedene 2020. godine, a cilj je da Republika Hrvatska u neizvjesnim uvjetima globalnog tržišta energije i uz oskudne domaće energijske resurse izgradi održivi energetski sustav.

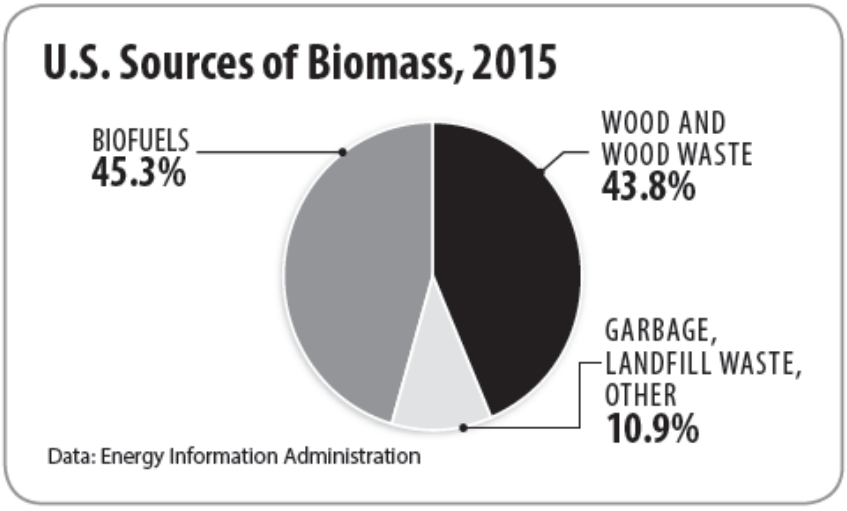
Dakle, cilj je strategije izgradnja sustava uravnoteženog razvoja odnosa između sigurnosti opskrbe energijom, konkurentnosti i očuvanja okoliša, koji će hrvatskim građanima i hrvatskom gospodarstvu omogućiti kvalitetnu, sigurnu, dostupnu i dostatnu opskrbu energijom. Takva opskrba energijom preduvjet je gospodarskog i socijalnog napretka.

## 1.3. Biomasa kao obnovljiv izvor energije

Biomasa je bilo koja organska tvar koja se može koristiti kao izvor energije (npr. drvo, usjevi, biljni i životinjski otpad i dr.), a smatrana je obnovljivim izvorom jer se može obnoviti u relativno kratkom periodu.

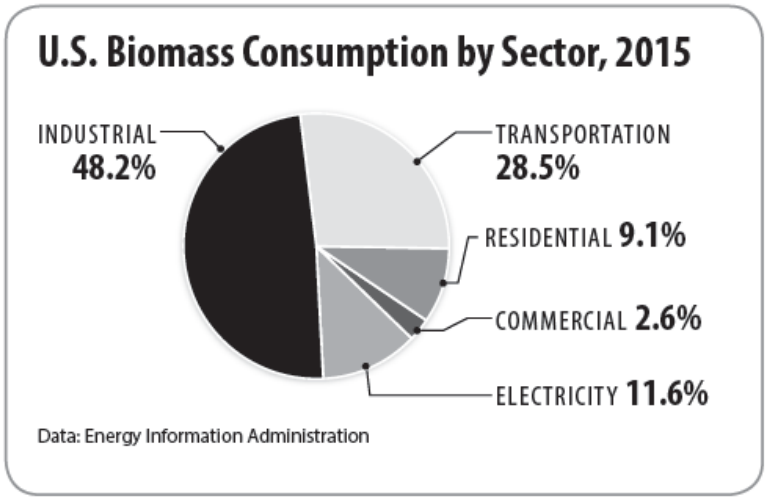
Čovječanstvo koristi biomasu kao izvor energije duže od bilo kojeg drugog izvora energije. Korištenje vatre je pouzdano potvrđeno na nalazištima mlađim od 250 000 godina, mada se smatra da se vatrom ovladalo mnogo ranije.

Do sredine 19. stoljeća, 90 % energije korištene na području SAD-a je potjecalo iz drvne mase. Danas, svega 5 % energije potječe iz biomase jer je ista zamijenjena ugljenom, prirodnim plinom, naftom i drugim izvorima. Glavnina biomase koja se koristi su drvna biomasa i biogoriva, dok su u upotrebi manje zastupljeni usjevi, otpad, poljoprivredni nusprodukti i prirodni plin (slika 1).



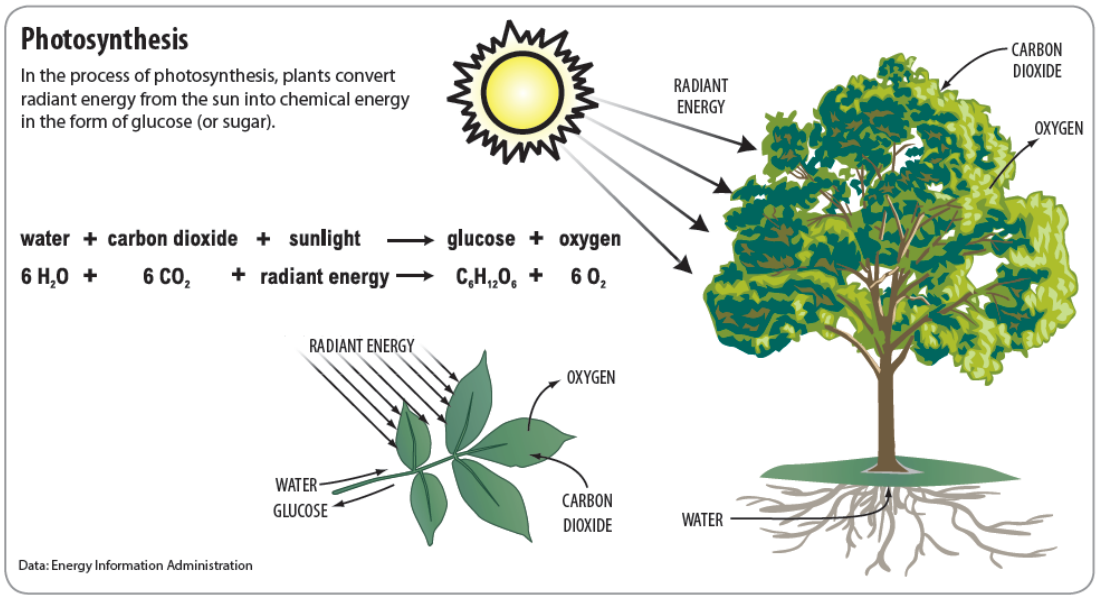

**Slika 1.** Izvori biomase u SAD-u 2015. godine (*Izvor: www.need.org*)

Najveći potrošač biomase (slika 2) je industrijska proizvodnja (48,2 %). Na prijevozni sektor otpada 28,5 % biomase a 12 % se koristi u elektranama za proizvodnju električne energije. Znatan dio koristi se u domaćinstvima i poduzetništvu kao primarni, odnosno dodatni izvor toplinske energije.




**Slika 2.** Upotreba biomase u SAD-u po sektorima 2015. godine (*Izvor: www.need.org*)

Predviđa se, da će se u budućnosti biljke ciljano uzgajati za sirovinu u elektranama, i proizvodnju etanola i drugih biogoriva.




**Slika 3.** Proces fotosinteze (*Izvor: www.need.org*)

Iako biomasa gorenjem zagađuje zrak, to je zagađenje puno manje nego ono nastalo korištenjem fosilnih goriva. Izgaranjem biomase ne oslobađa se sumpor, koji je jedan od bitnih faktora pri nastanku kiselih kiša. Uzgojem biljaka za upotrebu biomase smanjuju se stakleničkih plinova budući da biljke koriste ugljični dioksid i proizvode kisik procesom fotosinteze (slika 3).

**Upotreba energije biomase**

Otpuštanje energije pohranjene u biomasi je moguće na 4 načina: gorenjem, bakterijskim razlaganjem, fermentacijom, te pretvaranjem u plinovito ili tekuće gorivo.

- Gorenje

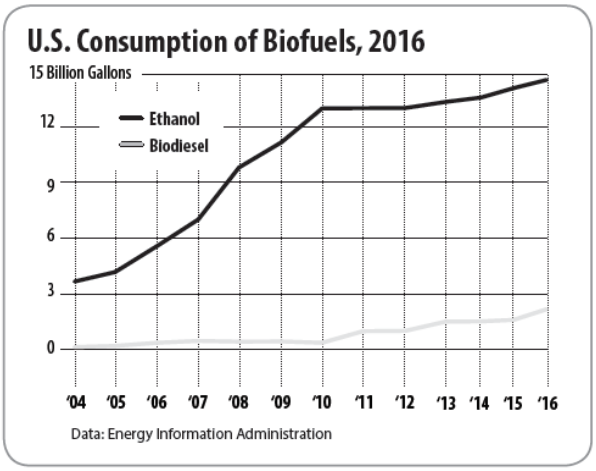
Do sredine 19. stoljeća najviše energije u svijetu je potjecalo od drvne mase. Danas, zalihe drvne mase nisu dovoljne da bi zadovoljile potrebe za energijom, pa se gorenjem energija otpušta i iz nusprodukata kao što su piljevina, koštice voća, gnojivo, kukuruznih klipova i dr. Otpad također gorenjem proizvodi paru i električnu energiju u postrojenjima za proizvodnju električne energije iz otpada (waste to energy plants). Ciljano se zbog njihove energetske vrijednosti uzgajaju određene kulture kao što je šećerna trska.

- Bakterijsko raspadanje ili bakterijska trulež

Razlaganjem biljaka i životinja pod posredstvom bakterija, nastaje plin bez boje i mirisa - metan. To je plin visoke energetske vrijednosti, a nalazimo ga u visokom postotku u prirodnom plinu. Gorenjem oslobađa toplinu ili proizvodi električnu energiju.

- Fermentacija

Dodavanjem kvasaca (gljivica) biomasi (pšenica, kukuruz, trave i dr.), procesom fermentacije nastaje etanol. Već je Henry Ford imao ideju da zamijeni benzin etanolom, no to nije bilo moguće zbog bitne razlike u cijeni. Etanol se može koristiti pomiješan s benzinom u omjeru 1:9 bez potrebe za adaptacijom motora automobila (gorivo E-10). Dodavanjem etanola, smanjuje se emisija ugljikovog dioksida. Slika 4 prikazuje rast potrošnje biogoriva u SAD-u od 2004. do 2016. godine.




**Slika 4.** Rast potrošnje biogoriva u SAD-u od 2004. do 2016. godine (*Izvor: www.need.org*)

- Konverzija

Zagrijavanjem biomase i/ili dodavanjem kemijskih sredstava ona se pretvara u plinovita ili tekuća goriva koja pak gorenjem daju toplinu ili se pretvaraju u el. energiju ili se mogu koristiti kao pogonsko gorivo za automobile.

## 1.4. Topole (*Populus* spp.)

Topole (*Populus* spp.) su popularna stabla za krajolik i poljoprivredu diljem svijeta te se smatraju jednim od važnijih rodova drvenastih biljaka za ljudsku uporabu. Zahvaljujući svom brzom rastu privlače pažnju ljudi već dugi niz godina. Tisućama godina koristile su se za izgradnju domova, izradu alata, te za vjetrozaštitne pojaseve.

Prvi su puta iz komercijalnih razloga zasađene na sjeverozapadnu Tihog oceana krajem 19. stoljeća, a komercijalne plantaže stabala proširile su se tijekom posljednjih 50-ak godina za industriju celuloze i papira.

U današnje vrijeme njihovo se područje upotrebe širi kako bi se osigurala zaštita okoliša, fitoremedijacija, odvajanje ugljika u tlu, smanjenje taloženja sedimenata, poboljšanje kakvoće tla i staništa za divlje životinje, a široko su korištene za drvo, furnir i bioenergiju. Istraživači rade na poboljšanju karakteristika bitnih za bioenergiju, sekvestraciju ugljika, fitoremedijaciju i zaštitu voda, a neki tvrde da bi iste mogle biti važna komponenta rješavanja gospodarskih i ekoloških problema 21. stoljeća, a to su povećanje ljudske populacije i stakleničkih plinova (Townsend, 2014).

### 1.4.1. Obilježja roda *Populus*

Topole su rod iz porodice *Salicaceae* (vrbovke) od više desetaka vrsta drveća. Samonikle su na sjevernoj hemisferi, a na južnu su prenesene umjetno.

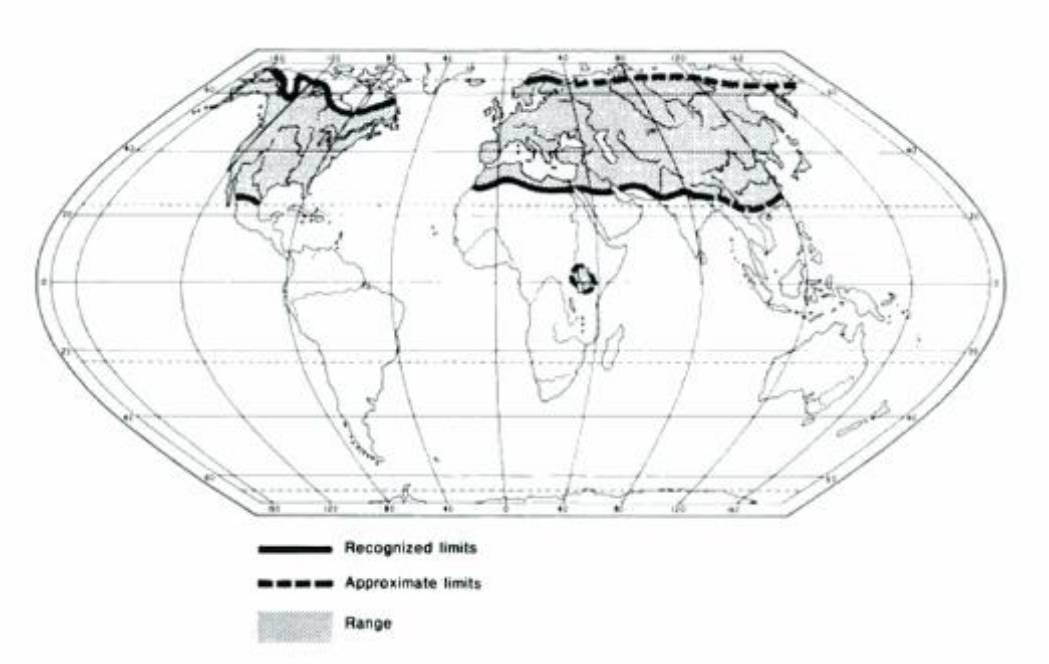
Topola je dvodomna biljka, pa u proljeće proizvode ili peludne ili sjemene rese. Pupovi i listovi su spiralno poredani, a oblik lišća jako varira među vrstama. Cvatnja nastupa prije izbijanja lišća, a oprašuju se vjetrom. Plodovi dozrijevaju prije potpunog razvoja lišća. Sjemenke su sitne, s bijelim „čuperkom pamuka“ (kunadra), te ih vjetar lako i daleko raznosi.

Topole zahtijevaju puno svjetla; plodno, svježe i prozračno tlo. Ne vole kisela tla, ni ustajalu vodu. Korijenje topola je površinsko, no razvija se vrlo energično u potrazi za hranom i vodom. Pojedine vrste topole dosižu visinu preko 30 m, s promjerom debla i preko 3 m.



**Slika 5.** Europska crna topola (*Autor: D. Kajba*)

## 1.4.2. Rasprostranjenost roda *Populus*




**Slika 6.** Prirodna rasprostranjenost topola (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*)

Rod topola podijeljen je u 5 sekcija koje se razlikuju po važnosti, rasprostranjenosti i ekonomskoj vrijednosti (tablica 1).

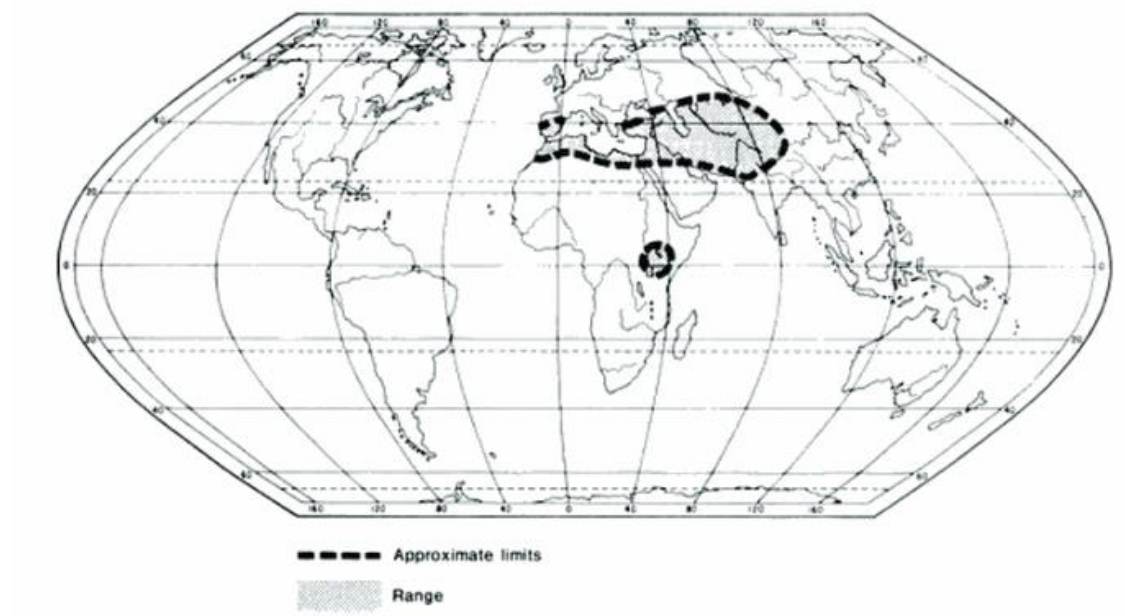
**Tablica 1.** Rasprostranjenost topola po sekcijama i podsekcijama

| Sekcija | Podsekcija | Rasprostranjenost |
|---|---|---|
| *Turanga* | | istočna i središnja Azija, Sjeverna Afrika |
| *Leuce* | *Trepidae* | sjeverni i planinski dijelovi Euroazije i Sjeverne Amerike |
| | *Albidae* | oko Mediterana i unutrašnjost istočne Europe |
| *Aigeiros* | | sjeverna Amerika i područje Mediterana |
| *Tacamahaca* | | sjeverna i planinska područja Sjeverne Amerike i središnja Azija |
| *Leucoides* | | istok Južne Amerike i središnja Azija |

## Sekcija *Turanga*

Topole sekcije *Turanga* rasprostiru se od Altajskog gorja (45°N) do Ekvatora.

Iako neki stručnjaci smatraju njihovim jedinim iskonskim staništem doline rijeka na Bliskom Istoku, pojavljuju se i na više lokacija na području sjeverne Afrike i Španjolske (slika 7).




**Slika 7.** Rasprostranjenost topola iz sekcije *Turanga* (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*)

## Sekcija *Leuce*

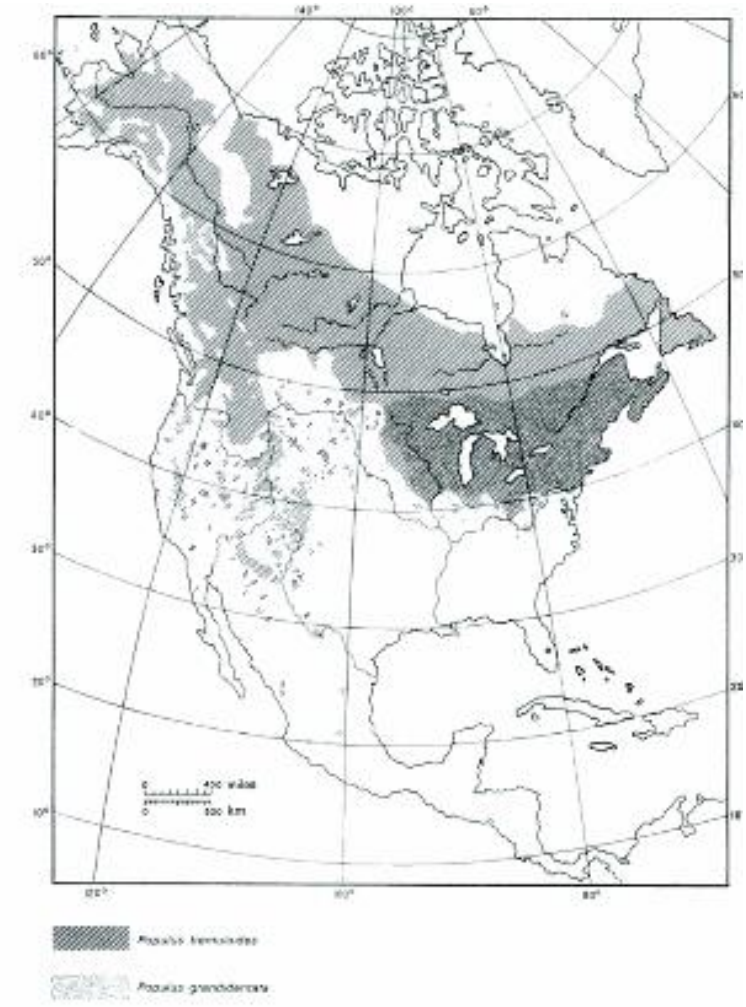
### Podsekcija *Trepidae* (jasike)

Jasike su vrste sjevera i planina, rasprostranjene između 40° i 68° sjeverne hemisfere. Nalazimo ih na području Europe, Azije i Sjeverne Amerike.

### Podsekcija *Albidae* (bijele topole)

Bijele tople rastu u dolinama mediteranskih rijeka (Europa, Azija, Afrika), na Balkanu i u zapadnoj Aziji.

Rasprostranjenost vrsta (Populus tremuloides) i (Populus grandidentata) iz sekcije *Leuce* prikazana je na slici 8.



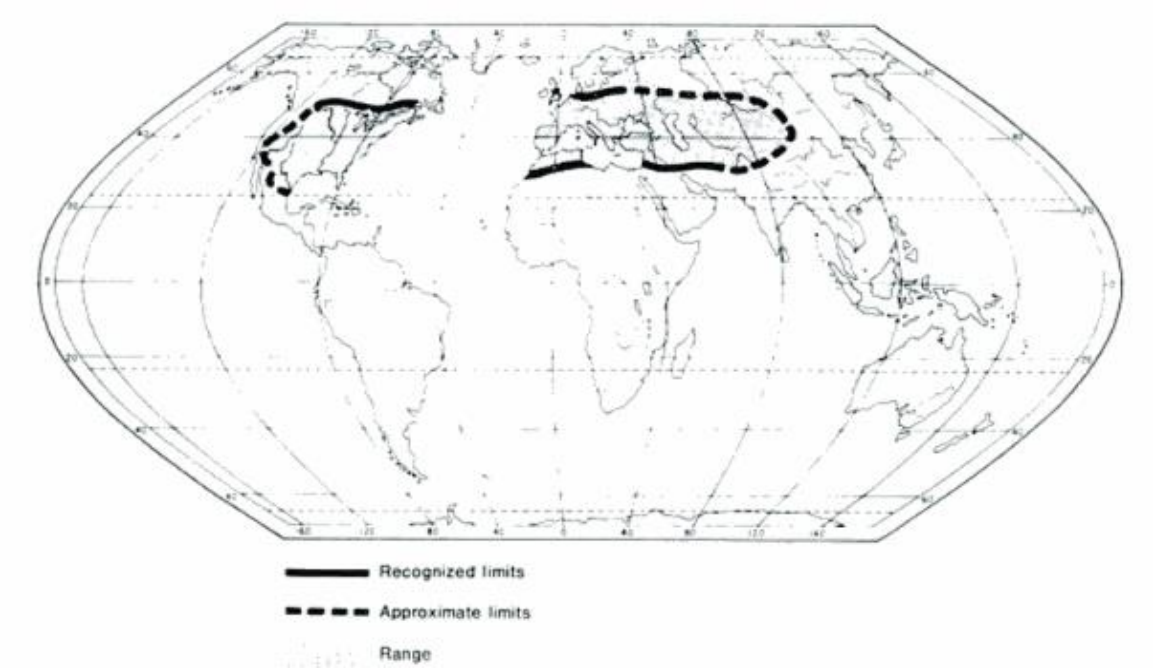
**Slika 8.** Rasprostranjenost vrsta *Populus tremuloides* i *Populus grandidentata* iz sekcije *Leuce* (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*)

## Sekcija *Aigeiros* (crne topole)

U ovu sekciju spada više od 90 % kultiviranih topola, no njihova prirodna rasprostranjenost je limitirana na dio Sjeverne Amerike i područje koje se proteže od mediteranske regije sjeverno do središnje Europe i istočno do središnje Azije.

**Tablica 2.** Površine plantaža crne topole

| Lokacija | Površina (ha) |
|---|---|
| Europa (južnije od 55° do zapada Crnog mora) | 1 000 000 |
| Bliski Istok (sjevernije od 30° do Afganistana i Pakistana) | 200 000 |
| Južna Amerika (južnije od 30°) | 100 000 (uključujući i vrbe) |




**Slika 9.** Područje prirodne rasprostranjenosti topola sekcije *Aigeiros* (*Izvor: Poplars and willows in wood production and land use, FAO*)

### Sekcija *Tacamahaca*

Ova sekcija okuplja sve topole-balzamovce koje su samonikle u Aziji od istočne Turske do Dalekog Istoka i sjevernoj Americi.

### Sekcija *Leucoides*

Vrste ove sekcije ograničene su na Daleki Istok, izuzevši jednu vrstu koju nalazimo u Sjevernoj Americi. Informacije o vrstama su jako oskudne, a vrste nemaju zabilježenu ekonomsku vrijednost.

## 1.5. Kulture kratkih ophodnji

### 1.5.1. Općenito

Biomasa je vodeći europski obnovljivi izvor energije s udjelom od gotovo 70 % te bilježi stalan porast. Realno je očekivati da će tržište u budućnosti težiti velikom potražnjom za drvom kao energentom za grijanje i za električnu energiju te kao građevinskim materijalom ili biomaterijalom. Kruta biomasa iz drvenastih kultura kratkih ophodnji (KKO) može značajno doprinijeti postizanju tih strateških ciljeva.

Kulture kratkih ophodnji (KKO), (engl. Short Rotation Coppice ili Short Rotation Intensive Culture) definiraju se kao intenzivni nasadi brzorastućih vrsta drveća na tlima koja su napuštena, na kojima poljoprivredna proizvodnja nije rentabilna ili su nepodesna za uzgoj vrjednijih šumskih vrsta, a nazivaju se i bioenergetski nasadi ili bioenergetske plantaže (Kajba, 2009).

Višegodišnje drvenaste vrste kultura kratkih ophodnji su: joha, jasen, južna bukva, breza, eukaliptus, topola, vrba, paulovnija, određene vrste duda, bagrem, australska akacija, javor i dr. Glavne vrste koje se upotrebljavaju u Europi su topola i vrba.

Kulture kratkih ophodnji su alternativa godišnjim energetskim usjevima i mogu biti nadopuna postojećem poljoprivrednom sustavu. To je poljoprivredna praksa s malim ulaganjima koja općenito podrazumijeva niske emisije stakleničkih plinova zbog ograničene primjene kemikalija, ali i zato jer se usjevi uzgajaju određen broj godina, što dovodi do ograničenih inputa kod upravljanja plantažom. Upotreba pesticida zanemariva je i u većini slučajeva se ne primjenjuje.

### 1.5.2. Osnivanje i gospodarenje

Za uspješno osnivanje nasada KKO-a vrlo je važan izbor lokacije. Lokacija polja je važan faktor, kao i postojeći uvjeti tla i vode koji su izravno povezani s prinosom biomase i stoga s prihodima plantaže KKO. Čimbenici povezani s tlom i vodom mogu biti određeni specifičnom vrstom. Stoga odabir vrste ima važnu ulogu za zahtjeve lokacije koji su specifični za svaki slučaj.

**Tlo**

KKO će rasti na različitim vrstama tla, a produktivnost će biti određena plodnošću tla, temperaturom i dostupnošću vode i svjetla.

Tla čija je pH vrijednost između 5 – 7,5 omogućuju zadovoljavajući rast.

U sušim područjima lagana pjeskovita tla vjerojatno će imati smanjenu dostupnost vode te ih je potrebno izbjegavati, kao i plitka tla.

U obzir valja uzeti važnost početne kontrole korova koja na organskom ili tresetnom tlu može biti otežana.

Srednja do teška glinasta ilovača s dobrom prozračnošću i mogućnosti zadržavanja vlage idealna je za uzgoj KKO-a, posebice ako dozvoljava minimalnu debljinu uzgoja od 200 do 250 mm, kako bi se omogućila mehanička sadnja.

Uzgajanje KKO-a na poplavljenim zemljištima ili na osjetljivim močvarnim područjima treba pažljivo procijeniti (strojna obrada tla).

Zbijanje tla može imati negativan učinak na mokrim zemljištima. Na takvoj bi zemlji teške strojeve trebalo upotrebljavati ili tijekom vrlo suhih razdoblja ili kad je tlo smrznuto.

**Dostupnost vode**

Potrebe KKO-a za vodom obično su veće od konvencionalnih poljoprivrednih usjeva koji se uzgajaju na istom području.

Prednost imaju područja s pristupom podzemne vode ili drugim dostupnim oblicima vode (površinske vode, otpadne vode).

Uzeti u obzir zabilježena velika odstupanja u pogledu različitih učinkovitosti upotrebe vode između različitih vrsti, hibrida te klonova iste vrste.

Dobro isplanirati vrijeme sadnje (izbjegavati sušna razdoblja).

Sadnja KKO je učinkovit mehanizam za zadržavanje prekomjernih količina hranjivih tvari u tlu. Smanjeni gubitci hranjivih tvari i povećana evapotranspiracija smanjuju ocjeđivanje opasnih količina hranjivih tvari u obližnje površinske ili podzemne vode.

**Pristup**

Plantaže KKO-a trebale bi imati osiguran pristup poljoprivrednim ili seoskim cestama za mehanizaciju potrebnu u upravljanju plantažom KKO-a.

Područja s nagibima strmijima od 10 % nisu pogodna za veće plantaže s automatiziranom sadnjom i sječom, posebice u vlažnim uvjetima.

Vozila će češće pristupati nasadima KKO-a zimi kada se obavlja sječa plantaže.

Zbog teškog tereta biomase KKO-a, zemljišta bi trebala biti čim bliže asfaltiranim cestama (ili imati pristup cestama čvrste površine).

**Veličina**

Veličina plantaže ima značajan učinak na upravljanje, logistiku i povezane troškove.

Ovisno o zemlji i svrsi plantaže veličina plantaže trebala bi biti najmanje 2 do 5 ha (ekonomska održivost).

Plantaže KKO-a mogu se uzgajati i na manjim područjima ako u blizini postoji nekoliko drugih plantaža koje omogućuju sinergiju (npr. koordinirana sječa u isto vrijeme kako bi se smanjili povezani troškovi).

Manje plantaže pogodne su i ako poljoprivrednik želi imati plantažu samo kako bi zadovoljio vlastite potrebe za energijom i ako ručno odrađuje većinu posla.

Izbor oblika plantaže KKO-a također utječe na ekonomsku isplativost plantaže. Duža pravokutna polja jednostavnija su i praktičnija kod sadnje i sječe, ali i kad je potrebno ograđivanje plantaže od divljih životinja.

**Položaj KKO-a u krajoliku**

Vizualne karakteristike KKO-a (npr. visina stabla) dodaju nove značajke poljoprivrednom krajoliku.

KKO se ne bi trebale saditi u neposrednoj blizini mjesta od povijesne ili arheološke važnosti, u slučaju da visina stabala ima negativne učinke na značajke lokacije.

Obratiti pažnju na zaštitu prirode i krajolika i na očuvanje karakteristika zaštićenih područja.

Plantaže KKO-a ispod dalekovoda trebaju uključivati i komunalnu uslugu upravljanja dalekovodom. Čak i najniže plantaže KKO-a (npr. panjače) mogu dosegnuti do 8 m prije sječe te ne bi smjele dodirivati dalekovode.

KKO bi općenito trebalo saditi u područjima u kojima se postiže manji utjecaj KKO-a na krajolik (npr. blizu šume, na brežuljkastima područjima, dalje od važnih kulturnih znamenitosti) te na način koji odgovara okruženju.

**Zakonodavni okviri**

Zakonodavni okvir koji se primjenjuje može biti na različitim razinama poput nacionalne, regionalne i lokalne. Obično nova plantaža KKO-a dovodi do prenamjene nekog zemljišta koje može biti poljoprivredno zemljište, pašnjak, šuma, napušteno zemljište itd.

Zakonodavstvo može utjecati i na izbor odabranih sorti i klonova jer je ponekad i to propisano.

Tijekom 2018. donesen je Zakon o drvenastim kulturama kratkih ophodnji (NN 15/18) i Pravilnik o popisu biljnih vrsta za osnivanje drvenastih kultura kratkih ophodnji, te načinu i uvijetima pod kojima se mogu uzgajati.

Kad je riječ o osnivanju plantaže, ponekad je regulirana i udaljenost do susjeda te se npr. zahtijeva 2 m praznog prostora do susjednog zemljišta.

## 1.5.3. Krajnji cilj upotrebe biomase

Mnoge energetske studije pokazuju da bi biomasa mogla postati jedan od najvažnijih izvora energije u budućnosti, tj. izvor energije nad kojim se može izgraditi ekonomija čiste energije. Za razliku od ostalih obnovljivih izvora energije biomasa ima jednu veliku prednost – može se proizvoditi gotovo svugdje na planetu.

Usprkos svim navedenim prednostima, nekontrolirano korištenje biomase moglo bi rezultirati većom štetom za okoliš nego da se jednostavno koriste fosilna goriva. Glavni razlog tome je što su fosilna goriva neaktivni prirodni čimbenik i njihovom eksploatacijom ne nastaje biološka rupa, kao što to nastaje recimo sječom šuma. No, prikladnim upravljanjem resursima biomase postiže se održivost korištenja iste.

To uključuje mjere predostrožnosti i mjere planiranja korištenja s vidom da se napravi najmanji negativni utjecaj na okoliš i ekonomiju. Potencijalan je problem stvaranje konkurencije između proizvodnje hrane i proizvodnje energije.

Bez obzira koji se način korištenja biomase koristio mora se zadovoljiti glavni kriterij obnovljivosti – količina biomase koja se koristi mora biti jednaka količini biomase koja se obnavlja u prirodi. Bez toga nema održivosti, a nije zadovoljen ni uvjet da je biomasa neutralni izvor energije što se tiče ispuštanja ugljičnog dioksida.

## 1.5.4. Utjecaj na okoliš

### 1. Borba protiv klimatskih promjena

Smanjivanjem ukupne emisije stakleničkih plinova u atmosferu znatno se pridonosi u borbi protiv klimatskih promjena. Iako je biomasa povezana s određenim nivoima ispuštanja stakleničkih plinova, to je puno manje nego kod fosilnih goriva. Glavna razlika biomase u odnosu na fosilna goriva kod ispuštanja stakleničkih plinova je u zatvorenom ugljičnom ciklusu kod biomase. To se manifestira iz činjenice da prilikom rasta biljke uzimaju iz atmosfere ugljični dioksid i da prilikom sagorijevanja to ispuštaju. Kod fosilnih goriva radi se o jednosmjernom procesu gledano iz perspektive životnog vijeka – ugljični dioksid se samo ispušta, nema procesa vraćanja natrag u zemlju.

### 2. Čišći okoliš

Broj ljudi na svijetu konstantno raste i s tim rastom naravno raste i problem sve veće količine otpada koja se stvara i treba biti primjereno zbrinuta. Trenutno velika količina otpada završi u rijekama, potocima, morima i oceanima i time se stvara veliki negativni utjecaj na ekologiju i ljudsko zdravlje. Veći dio ovog otpada mogao bi se iskoristiti za proizvodnju energije iz biomase i time bi se bacanje tog otpada direktno u prirodu znatno smanjilo.

### 3. Raznolikost biljnih vrsta

Plantaže KKO-a mogu povećati raznolikost biljnih vrsta poljoprivrednih područja kao dodatni strukturni element u krajoliku, te pružajući stanište vrstama koje preferiraju zasjenjena, grmovita staništa. Utvrđeno je da su plantaže KKO-a do tri puta bogatije

biljnim vrstama u usporedbi s poljoprivrednim zemljištem, a u nekim je slučajevima dokazano da su bogatije i od šuma četinjača i miješanih šuma.

### 4. Raznolikost životinjskih vrsta

KKO plantaže privlače divljač poput srna, jelena, zečeva i kunića, a postoji nekoliko rasprava o povećanju broja ptica. Još jedan pozitivan učinak KKO-a je raznolikost beskralješnjaka poput gujavica, pauka, kornjaša i leptira koji su zabilježeni na KKO u biomasi iznad tla i u tlu. Jedna od posebnih koristi određenih plantaža KKO je i pružanje ispaše za pčele medarice i slične kukce.

### 5. Tlo

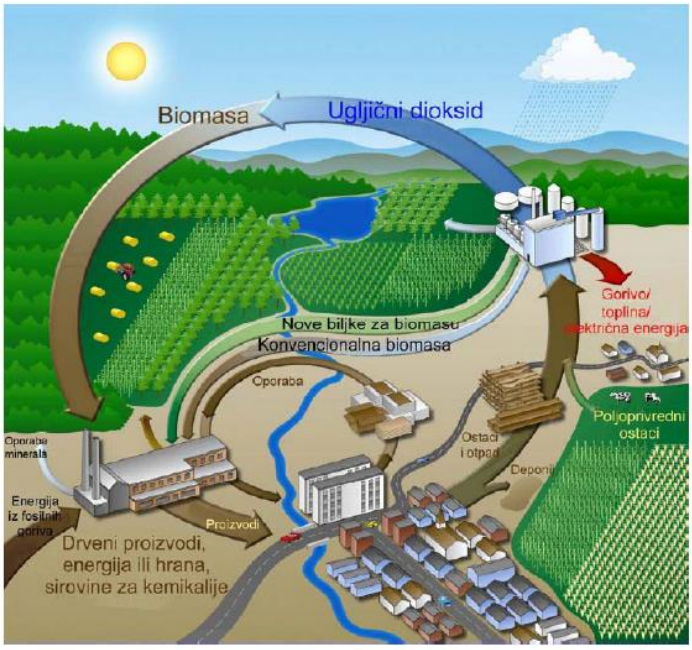
Viša pohrana ugljika (C) u organskoj tvari tla, kao i stabilnost iste. Erozija tla je manja. Povoljne razine i raspoloživost dušika i fosfora. Masa i gustoća tvari su nešto veće na plantažama, a pH tla nešto je niži. Mikrobiološka aktivnost je nešto niža kod KKO te doprinosi akumulaciji organske tvari. Koncentracije kadmija (Cd) u tlu kod KKO su niže.

### 6. Voda

Pri ispitivanju učinka KKO-a na vodu istraživanja su usmjerena na pitanja kvalitete, poput ispiranja hranjivih tvari u podzemne vode. Stoga je očekivani učinak obično pozitivan. Međutim, treba razmotriti i učinak na ocjedne vode u podzemnu vodu, na razinu same podzemne vode i na obližnje površinske vode. U tim je slučajevima očekivani učinak obično negativan, posebice u područjima gdje ljeti dolazi do oskudice vodom.

### 7. Agrošumarski sustavi

Agrošumarstvo je sustav upravljanja zemljištima u kojemu se drveće, u ovom slučaju vrste KKO-a, uzgaja oko usjeva ili pašnjaka ili između njih. Takav sustav kombinira poljoprivredne i šumarske tehnologije kako bi stvorio sustave iskorištavanja zemljišta koji su raznolikiji, produktivniji, isplativiji, zdraviji i održiviji. Prilike za agrošumarske sustave s KKO-om postoje, posebice na vrlo velikim poljima kojima prijeti velik rizik od erozije tla.




**Slika 10.** Ciklus biomase (*Izvor: http://www.poslovni-savjetnik.com*)

## 1.5.5. Kulture kratkih ophodnji topola

Kulture kratkih ophodnji (KKO) predstavljaju energetske nasade, najčešće vrba i topola, koji se nakon sječe pomlađuju iz panja ili korijena. Ovi nasadi se koriste kao panjače u vrlo kratkim ciklusima i sijeku se svake druge do pete godine, i osnivaju se sa velikom gustoćom sadnje (od 1 000 do 30 000 biljaka/ha). Nakon sječe potjeraju novi izbojci koji će se ponovo posjeći za dvije do pet godina, te će se na taj način sječi sukcesivno u šest do osam ophodnji, nakon čega se kultura mora iskrčiti i zamijeniti novim sadnim materijalom budući da vitalitet stabalaca, kao i produkcija biomase tada značajno otpada (Kajba, 2009.)

Vrbe i topole su se pokazale kao vrste izuzetne produkcijske sposobnosti. Topola je pogodna iz nekoliko razloga:

- Najproduktivnija vrsta umjerenog pojasa
- Dobra svojstva rasta u širokom rasponu geografskih širina
- Lagano vegetativno razmnožavanje
- Velika izbojna snaga
- Velika mogućnosti povećanja prinosa kroz genetičko oplemenjivanje

Upravo zbog svoje raznovrsnosti i širokog spektra mogućnosti topole su motivacija mnogim znanstvenicima za istraživački rad.

Tako su u istraživanju energetskog potencijala nasada topola sa dva razmaka sadnje i dvije dužine ophodnje (Klašnja i sur., 2012) prikazani rezultati koji se odnose na produkciju biomase pet klonova topola, u pokusnim plantažama starosti sedam godina, u razmaku sadnje 6 × 6 m (278 biljaka po jedinici površine) na dva tipa tla. Na osnovi vrijednosti volumne mase drveta ispitanih klonova, određena je masa suhe tvari drveta po jedinici površine, a zatim na bazi kalorijske vrijednosti drva za ispitivane klonove procijenjena je energija koja bi se mogla dobiti sagorijevanjem biomase. Rezultati su pokazali da klonovi maksimalnu godišnju biomasu, te maksimalnu vrijednost toplinske energije koja bi se mogla dobiti sagorijevanjem biomase postižu u prvoj i drugoj godini u kulturama kratkih ophodnji uz minimalne oscilacije.

U istraživanju na području istočne Hrvatske (Kajba i Andrić, 2012) izvršena je procjena genetskih parametara, produktivnosti i fenotipske stabilnosti za 14 klonova topola u plantažnoj dobi od 2+5 godina utvrđena je u pet klonskih testova.

U većini klonskih testova utvrđena je statistički značajna međuklonska varijabilnost u produkciji i preživljavanju.

Za istih osam klonova topola, u tri eksperimentalne plohe, izvršena su istraživanja adaptabilnosti i interakcije genotip × okolina. Na osnovi veličine regresijskih koeficijenata i regresijske analize možemo utvrditi da se testirani klonovi mogu podijeliti s obzirom na fenotipsku stabilnost i produktivnost na tri grupe:

a) fenotipski stabilne klonove, osrednje produktivnosti sa tendencijom adaptabilnosti na sve okoline

b) srednje stabilni klonovi, osrednje produktivnosti, a pokazuju tendenciju adaptabilnosti na sve okoline

c) fenotipski vrlo nestabilni klonovi, visoke produkcijske sposobnosti, sa specifičnom adaptacijom na optimalna staništa.

Vrijednosti procjene nasljednosti (h2) kretale su se od 0,40 do 0,90, što ukazuje da su svojstva produkcije i adaptabilnosti pod visokim stupnjem genetske kontrole.

Ostvarena genetska dobit (DG) u produkciji drvne zalihe za selekcioniranih najboljih pet klonova bila je nešto veća od očekivanih, a kretala se od 15,30 do 45,12 %, dok je kod selekcije jednog najboljeg klona ona iznosila od 30,88 do 81,03 %.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

1. Na osnovu terenskih izmjeru deskriptivnom statističkom analizom izračunati srednje promjere po istraživanim klonovima, kao i postotak preživljavanja biljaka u pokusnom nasadu.

2. Analizom varijance ispitati postojanje/nepostojanje statistički značajne razlike između klonova, kao i između repeticija unutar klonova za svojstva promjera i preživljavanja.

3. Utvrditi unutarklonsku varijabilnost za svojstvo promjera.

# 3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

## 3.1. Područje istraživanja

Prostor općine Darda pripada južnom dijelu geografskog područja Baranje, a koji zauzima krajnji sjeveroistočni dio Republike Hrvatske, odnosno geografske cjeline Istočne Hrvatske. Kao dio područja Osječko-baranjske županije, općina Darda pripada njezinom sjeveroistočnom dijelu s udjelom od 2,1 % ukupnog prostora Županije. Kao i cijelu istočnu Hrvatsku karakterizira je povoljan prostorno-prometni položaj. Prostorom Općine prolazi paneuropski koridor Vc u okviru kojeg je planirana trasa autoceste, kao i uređenje postojeće željezničke pruge.

### 3.1.1. Reljef

Obilježja reljefa općine Darda, kao dio šireg prostora, su dio nizinskog, ravničarskog dijela geografske cjeline Baranje, odnosno šireg područja istočne Hrvatske. Na širem području Baranje na taj način su nastala tri osnovna tipa reljefa: nizinski (fluvijalni i fluvio-močvarni), ravničarski (lesne zaravni) i brdski (tektonski). Prostor općine Darda, kao nizinsko područje Baranje, pripada reljefnom nizinskom području rijeke Drave, odnosno njezinoj terasnoj nizini. Riječne terase su ocjeditija područja od naplavnih ravni, te su stoga i prirodno pogodnija za naseljavanje i poljoprivredno korištenje. Nadmorske visine na području općine Darda kreću se u rasponu od 85 m.n.v. do 90 m.n.v.

### 3.1.2. Klima

Klimatska obilježja ukupnog prostora Istočne Hrvatske, pa tako i područja Baranje imaju obilježja umjereno kontinentalne klime, koju karakteriziraju česte i intenzivne promjene vremena. Klimatska obilježja općine Darda kao dio klimatskih obilježja šireg područja, karakterizira homogenost klimatskih obilježja, u čemu su male reljefne razlike odigrale najznačajniju ulogu. Prema Köppenovoj klasifikaciji ovaj tip klime označava se klimatskom formulom Cfwbx, što je oznaka za umjereno toplu, kišnu klimu, kakva vlada u velikom dijelu umjerenih širina.

Raspored prosječnih temperatura zraka ukazuje da se u godišnjem hodu temperature javlja jedan par ekstrema, jedan maksimum i jedan minimum temperature. Srednja godišnja amplituda temperature, između najhladnijeg i

najtoplijeg mjeseca iznosi za Osijek 22,3 ºC što je odlika kontinentalnih područja. U razdoblju 1981.-1998. godine, apsolutni maksimum iznosio je u srpnju 40 ºC, a apsolutni minimum zabilježen u vremenu od 1959. do 1978. godine, iznosio je u Osijeku – 25,4 ºC, međutim, vjerojatnost pojavljivanja ekstremnih temperatura je vrlo mala.

Prosječna godišnja količina oborine zabilježena na ovom području kreće se od 632 mm u Brestovcu (1948.-1960.) do 685,7 mm u Osijeku (1959.-1978.). U godišnjem hodu oborina izdvajaju se dva para ekstrema. Glavni maksimum se javlja početkom ljeta (najčešće u VI. mjesecu), a sporedni krajem jeseni, u XI. mjesecu. Glavni minimum oborine je sredinom jeseni u X. mjesecu, a sporedni krajem zime ili početkom proljeća u II. i III. mjesecu. Pojava dvostrukog para ekstrema ukazuje na utjecaj maritimnog režima oborina i njegovo duboko prodiranje u kontinent. Također je izražena i vrlo velika varijabilnost oborinskog režima, te i česta odstupanja od oborinskog režima.

Ukupne godišnje količine insolacije u dvadesetgodišnjem razdoblju (1959.-1978.) na meteorološkim postajama Osijek i Brestovac-Belje iznosila je 1.904,6 sati, odnosno 1.793,3 sata. Ukupna godišnja količina insolacije u vegetacijskom razdoblju kreće se od 1.290 do 1.350 sati.

Reljefna otvorenost Baranje prema sjeveru i nizinski reljef uvjetovali su dominaciju vjetrova iz sjevernog kvadranta, dok su strujanja zraka iz južnog kvadranta slabije prisutna. Učestalost vjetrova po pojedinim smjerovima tijekom godine veoma je nejednolika.

U proljeće i ljeto prevladavaju sjeverozapadni i sjeverni vjetrovi koji donose vlaže atlantske zračne mase, osobito u kasno proljeće i rano ljeto.

U jesen su intenzivnija strujanja s jugoistoka, juga i zapada i to su vlažnije zračne mase sa Sredozemnog mora.

U zimi je prevladavajuća cirkulacija iz južnog smjera te iz smjera sjeveroistoka, s područja sibirske i istočnoeuropske anticiklone, što su ujedno i najhladniji dijelovi godine.

U odnosu na jačinu vjetrova, u 80-90 % slučajeva prevladavaju vjetrovi jačine 1-2 bofora, tijekom godine. Broj dana s jakim vjetrom ≥ 6 bofora godišnje u Osijeku iznosi u prosjeku 2,6 dana (1959.- 1978.), a u Brestovcu 3,6 dana. Broj dana s olujnim vjetrom ≥ 8 bofora u Osijeku iznosi u prosjeku 0,2 dana.

Meteorološka pojava magle javlja se na ovom području u prosjeku od 30 do 50 dana godišnje.

Međutim, pojave mraza su nepovoljne ukoliko se pojave u vegetacijskom razdoblju, a osobito u travnju, na početku vegetacijskog razdoblja. Ponekad se mraz može javiti i u svibnju i lipnju, zbog utjecaja polarnih zračnih masa. U jesen se također javljaju mrazevi, ali ne u tolikoj mjeri kao u proljeće, dok se jaki mrazevi javljaju tek u studenom. Pojave mraza na ovom području također se javljaju u prosjeku od 30 do 50 dana u godini.

### 3.1.3. Hidrološka obilježja

Cjelokupni prostor općine Darda u hidrološkom smislu dio je šireg prostora sliva rijeke Drave, koja mu daje osnovna obilježja, kao i sliva rijeke Dunav. Obzirom na malu površinu i položaj, prostor Općine nema nikakav utjecaj na hidrološke osobine i režimske karakteristike ovih rijeka.

Rijeka Drava prolazi područjem županije u dužini od 104 km, a područjem općine Darda prolazi u dužini od 10 km. U svom donjem toku, a kojem pripada i predmetno područje ima karakter nizinske rijeke s puno meandara i sprudova. Drava ima pluvijalno-glacijalni (kišno-ledenjački) režim i karakterizira ga mala vodnost zimi, a velika u proljeće i početkom ljeta. Na predmetnoj dionici srednji protok Drave kreće se oko 555 m³/s. Srednje brzine donjeg toka rijeke Drave kreću se oko 0,7 m/s, dok maksimalna brzina toka može dosegnuti i 1,5 m/s pri ekstremno velikim protocima.

Rijeka Dunav ima karakteristike nizinske rijeke. Širina korita kreće se u rasponu od 500+800 metara, prosječna brzina toka je 0,9 m/s, dok se srednji godišnji protoci kreću od 2.443 m³/s kod Batine do 3.144 m³/s kod Erduta. Visoke vode Dunava najčešće se javljaju u travnju, svibnju i lipnju kao posljedica topljenja snijega u Alpama, a pojava velikih voda Dunava također je vezana uz intenzivne i dugotrajne kiše u gornjem dijelu sliva. Područjem županije prolazi u dužini od 86,06 km.

Općenito, hidrološki režim se odlikuje izuzetno naglašenim odstupanjima od prosječnih veličina otjecanja tako da se i u ravničarskom dijelu (općina Darda) može govoriti o velikim specifičnim dotocima za vrijeme jakih kiša ali i o gotovo intermitentnom otjecanju jer za vrijeme duljih suša u vegetacijskom periodu manji vodotoci presušuju.

### 3.1.4. Hidrogeološka obilježja

U geografsko regionalnoj podjeli Hrvatske Osječko-baranjska županija smještena je u istočnoj Hrvatskoj u subregiji poznatoj kao „Istočnohrvatska Ravnica“ čiju sjevernu granicu definira kopnena granica prema Mađarskoj, južnu vododjelnice gorskih masiva Papuka i Krndije te pribrežja Dilja i Đakovačko-vinkovačke grede dok je na istoku omeđena tokom Dunava.

Glavninu prostora istočne Hrvatske čine mlađe naslage koje pokrivaju stare blokove u većim dubinama. Spuštanje blokova podloge uvjetovalo je okupljanje mreže tekućica, a izdizanje pojedinih dijelova prouzrokovalo je njihova skretanja. U geološkoj građi najvažniju ulogu imaju pleistocenski sedimenti predstavljeni fosilnim crvenim glinama, fluvijalnim, eolskim i deluvio-proluvijalnim pijescima i šljuncima i lesom i lesu sličnim naslagama, u okviru kojih je česta pojava slojeva pijeska deluvijalnog i eolskog porijekla, te reliktnih pedoloških horizonata.

Područje općine Darda, najvećim dijelom pripada nizinskom području izgrađenom od kvartarnih naslaga koje su svrstane u najznačajniju hidrogeološku jedinicu formiranu tijekom pleistocena i holocena. Holocenski sedimenti, najrasprostranjeniji upravo na predmetnom području, su fluvijalni pijesci i pjeskovite ilovače i fluvijalno-močvarne glinovite ilovače i gline koje prevladavaju u inundaciji, te fluvijalne pjeskovite ilovače i pijesci koji su zastupljeniji u području izvan inundacije.

Karta terena izrađena prema podobnostima za iskorištavanje podzemne vode, a koja je izrađena za potrebe Prostornog plana bivše ZO Osijek, područje općine Darda nalazi se u zoni sa značajnim potencijalima podzemnih vodonosnih slojeva za vodoopskrbu (vodonosna područja I kategorije ), te je pogodno za lociranje crpilišta grupnih vodovoda sa izdašnošću, maksimalno do 1.000 l/s. Izdašnost pojedinih (tehnički ispravno izvedenih bunara) je između 10 i 50 l/s. Prosječna izdašnost bunara je do 20 l/s.

### 3.1.5. Pedološka i biovegetacijska obilježja

Pedološka obilježja područja općine Darda dio su pedoloških obilježja šireg prostora. Na postanak i rasprostranjenost pojedinih pedoloških jedinica utjecali su reljef, te specifične vodne prilike u određenim klimatskim uvjetima. Na području Općine zastupljena su, uglavnom automorfna (klimazonalna tla), ali i hidromorfna tla, što je rezultat reljefne raznolikosti i kontakta s naplavnom ravni na istoku područja.

Na prostoru općine Darda zastupljene su 4 različite pedološke jedinice:

1. Aluvijalna (fluvijalna) tla - vrlo duboka, karbonatna, pjeskovito ilovasta i pjeskovita - koriste se kao šume, oranice i pašnjaci;

2. Lesivirano semiglejno i eutrično smeđe semiglejno tlo - pretežno antropogenizirana tla - koriste se kao oranice i šume;

3. Močvarno hipoglejno i ritska crnica - pretežno nepotpuno hidromeliorirana tla - koriste se kao šume, travnjaci i oranice;

4. Močvarno amfiglejno i močvarno hipoglejno - dijelom nepotpuno hidromeliorirano - koriste se kao šume, travnjaci i oranice.

Među navedenim pedološkim jedinicama javlja se eutrično smeđe tlo koje pripada automorfnim (klimazonalnim) tlima koja su ujedno i među najrasprostranjenijim tlima u Baranji. Ona su uglavnom nastala na lesu i njemu sličnim sedimentima, a ujedno su i najplodnija tla Baranje, pogodna za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju. Među hidromorfnim tlima na području općine javljaju se hipoglejna tla u kombinaciji s ritskim crnicama. Najrasprostranjenija hidromorfna tla su ritske crnice i močvarna glejna tla koja su danas hidromeliorirana, te su stoga i pogodna za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju.

Prirodni vegetacijski pokrov na području Baranje, kojeg je činila klimazonalna vegetacija, u velikoj je mjeri reduciran, najvećim dijelom utjecajem antropogenih činitelja.

Na području terasne nizine prirodnu vegetaciju čine šume hrasta lužnjaka i graba, uz nešto bagrema. Ove šume se javljaju na terenima izvan dohvata podzemnih voda. U ovakvim šumama, u sklopu grmlja javlja se lijeska, svib, obična kurika, klen i glog.

Također, javljaju se i površine mozaičnih travnjačkih vrsta, dok su ostala područja pod niskom vegetacijom. S obzirom na kvalitetu zemljišta, te nizinski karakter područja, velike površine su pod poljoprivrednim kulturama.

### 3.1.6. Geološka i tektonska obilježja

U geološkom sastavu površinskog dijela Baranje prevladavaju sedimenti pleistocenske i holocenske starosti. Fluvijalne naslage Drave pokazuju neujednačen vrtikalni razvoj - da bi kod Darde dosegle čak 60 m.

Prema geotektonskoj rajonizaciji područje Baranje pripada Panonskom bazenu i to južnom njegovom dijelu - Dravskoj potolini. Područje općine Darda je unutar Darđanskog horsta. Za seizmotektonska razmatranja najvažnija su kvartarna tektonska kretanja koja pripadaju neotektonskom razdoblju razvitka Baranjskog područja.

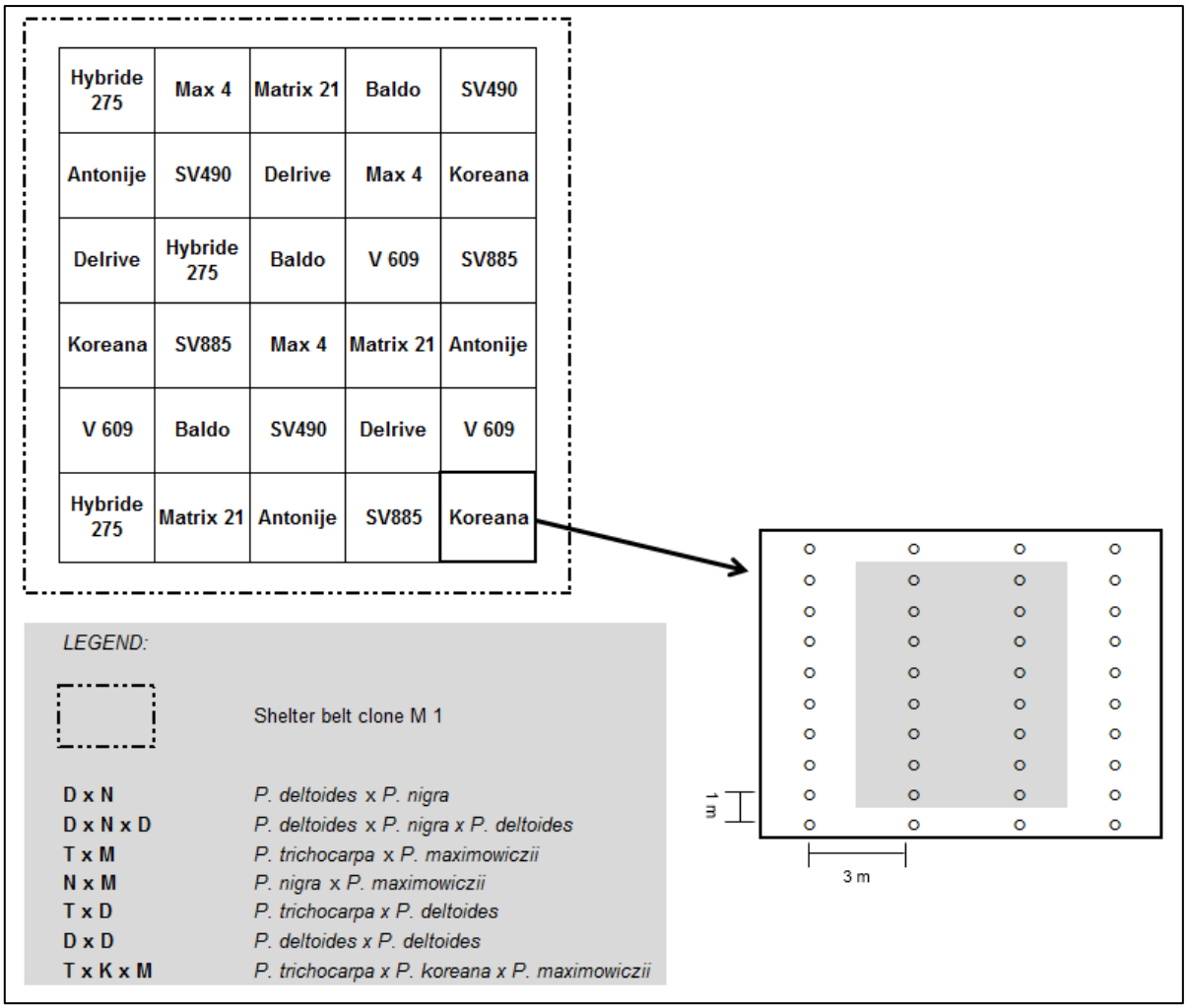
Epicentri dosadašnjih potresa koncentrirani su oko četiri lokaliteta: Darde, Grabovca, Zmajevca i Batine. Prva dva i druga dva lokaliteta su vrlo blizu. Također se svi nalaze između Darde i Batine, ustvari u jednoj zoni pružanja sjeveroistok-jugozapad. Ta se zona podudara sa širom zonom "Osječko-đakovačkog rasjeda".

Prema seizmotektonskoj rajonizaciji u toj je zoni moguće javljanje potresa s maksimalnim magnitudama između 5 i 5,5. Najjači potresi magnitude do 5,5 mogu se dogoditi u predjelu između Čeminca, Bilja, Sokolovca i Grabovca.

Naselja općine Darda unutar su predjela s očekivanim potresima magnitude 5,0. Sjeveroistočni dio općine Darda (uključujući sva četiri naselja u općini) nalazi se unutar zone očekivanih potresa maksimalnog intenziteta do VIII° MCS ljestvice, a južni dio prema Dravi unutar je zone u kojoj se očekuju potresi maksimalnog intenziteta VII° MCs.

## 3.2. Pokusni nasad europskih topola Darda

Pokusni nasad europskih klonova topola osnovan je u proljeće 2014. godine na području Šumarije Darda, Uprava šuma Podružnica Osijek. Nasad je osnovan nezakorijenjenim reznicama na površini na kojoj nisu primjenjene intenzivne agrotehničke mjere. U pokus je uključeno 10 priznatih klonova topola. Razmještaj sadnje je 3 × 1 m, te je svaki klon razmješten kroz tri repeticije, a unutar svake repeticije je po 40 biljaka (slika 11).




**Slika 11.** Shema pokusnog nasada europskih topola (*Autor sheme: I. Andrić*)

**Tablica 3.** Prikaz istraživanih klonova topole

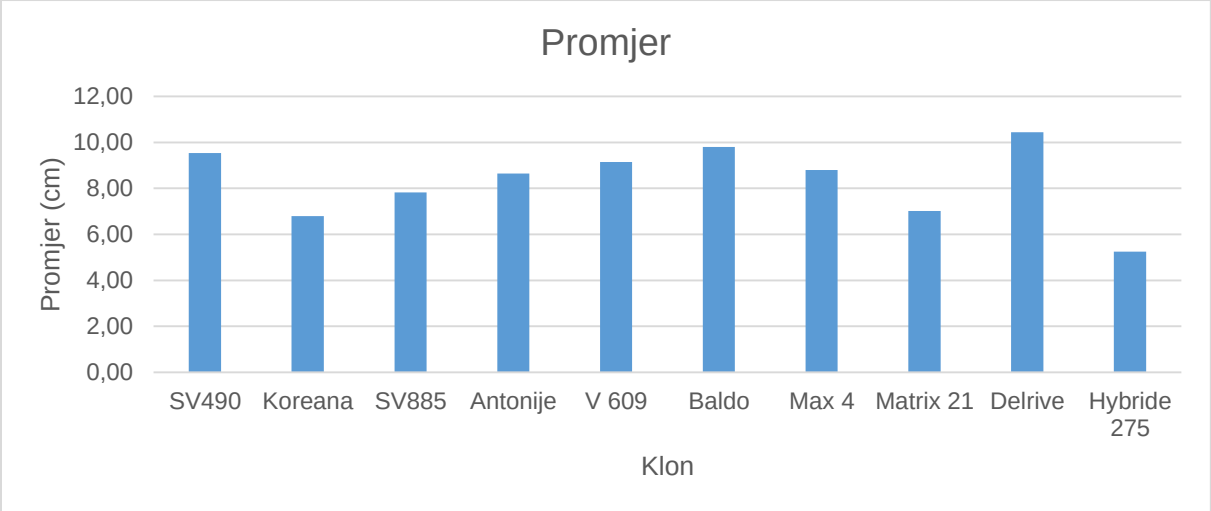
| No. | Clone | Hybrid/ Species |
|---|---|---|
| 1. | Hybride 275 | N x M |
| 2. | Max 4 | N x M |
| 3. | Antonije | D x N x D |
| 4. | Koreana | T x K x M |
| 5. | SV490 | T x D |
| 6. | SV885 | T x D |
| 7. | V 609 | D x N |
| 8. | Delrive | D |
| 9. | Matrix 21 | T x M |
| 10. | Baldo | D x D |

# 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U tablici 4, te na slici 12 prikazani su deskriptivni statistički podatci o vrijednostima prsnih promjera istraživanih klonova topola u pokusnom nasadu u Dardi. Srednji prsni promjer izračunat je za svaku repeticiju zasebno, kao i za sve repeticije unutar jednog klona. Najmanje izmjerene promjere imali su klonovi 'Hybride 275', 'Koreana' kao i 'Matrix 21' (tablica 4). 'Delrive', 'Max 4' i 'Baldo' klonovi su koji su se isticali s najvećim prsnim promjerima (tablica 4). Vrijednosti prsnog promjera dobivene ovim istraživanjem vrlo su slične nedavno dobivenim vrijednostima istraživanjima klonova topole (Gavran, 2018).

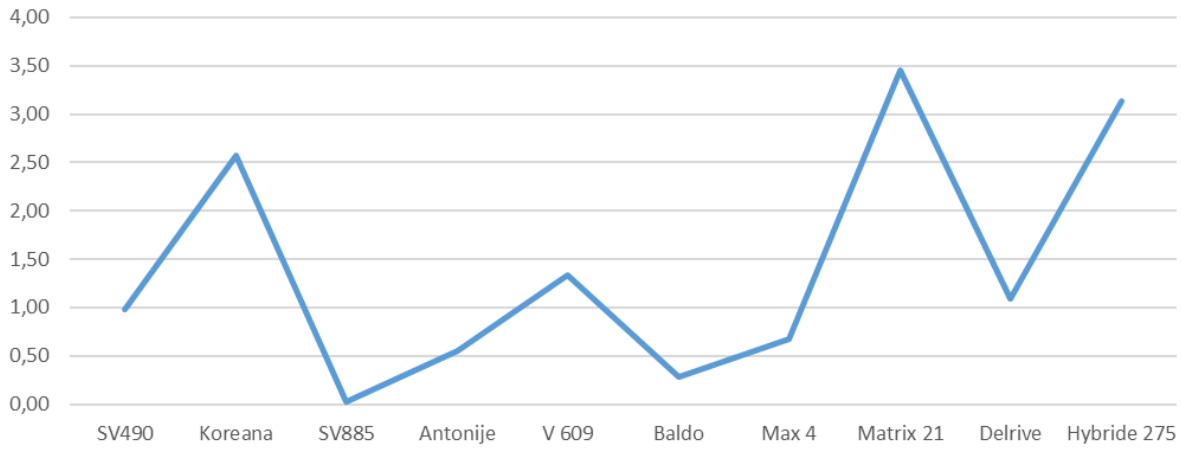
**Tablica 4.** Deskriptivna statistika promjera klonova u istraživanom pokusnom nasadu

| Klon | PROMJERI | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Repeticija | | | Prosjek |
| | I | II | III | X |
| 'SV490' | 10,38 | 8,44 | 9,78 | 9,53 |
| 'Koreana' | 6,44 | 8,54 | 5,39 | 6,79 |
| 'SV885' | 7,98 | 7,85 | 7,63 | 7,82 |
| 'Antonije' | 9,43 | 7,95 | 8,55 | 8,64 |
| 'V 609' | 10,45 | 8,77 | 8,23 | 9,15 |
| 'Baldo' | 10,41 | 9,44 | 9,55 | 9,80 |
| 'Max 4' | 8,01 | 9,65 | 8,73 | 8,80 |
| 'Matrix 21' | 8,01 | 8,16 | 4,87 | 7,01 |
| 'Delrive' | 11,65 | 9,79 | 9,89 | 10,44 |
| 'Hybride 275' | 6,99 | 5,29 | 3,45 | 5,24 |




**Slika 12.** Histogram vrijednosti srednjih promjera istraživanih klonova

Unutarklonska varijabilnost procjenjena je na osnovu statističkog modela koeficijenta varijacije (C.V.). Najveća unutarklonska varijabilnost zabilježena je kod klonova 'Matrix 21', 'Hybride 275' kao i kod klona 'SV490' (slika 13).




**Slika 13.** Prosječni koeficijent unutarklonske varijabilnosti (%) za promatrano svojstvo promjera

Analizom varijance za promatrano svojstvo promjera utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike između istraživanih klonova (tablica 5).

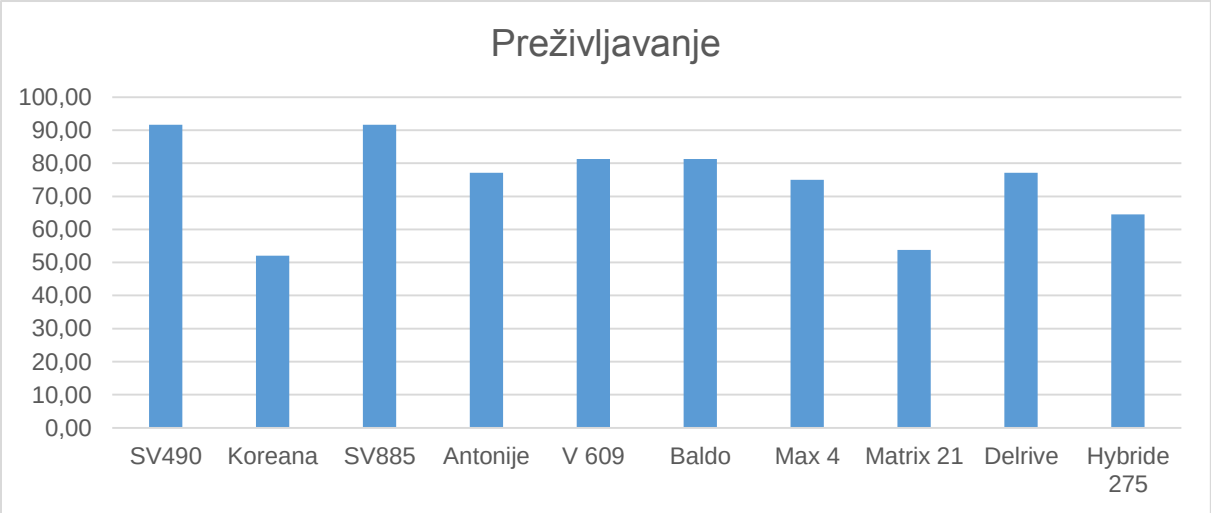
**Tablica 5.** Analiza varijance za promatrano svojstvo promjera

| Izvor varijabilnosti | SS | DF | MS | F | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Klon | 68,86 | 9 | 7,65 | 5,41 | 0,00 |
| Greška | 28,25 | 20 | 1,41 | | |

Preživljavanje biljaka u pokusnom nasadu kretalo se u rasponu od 52,08 % kod klona 'Koreana' pa do 91,67 % kod klonova 'SV490' i 'SV885' (tablica 6, slika 14).

**Tablica 6.** Deskriptivna statistika preživljavanja klonova u istraživanom pokusnom nasadu

| Klon | PREŽIVLJAVANJE Repeticija | | | Prosjek |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | X |
| 'SV490' | 93,75 | 100,00 | 81,25 | 91,67 |
| 'Koreana' | 62,50 | 50,00 | 43,75 | 52,08 |
| 'SV885' | 87,50 | 93,75 | 93,75 | 91,67 |
| 'Antonije' | 87,50 | 93,75 | 50,00 | 77,08 |
| 'V 609' | 75,00 | 93,75 | 75,00 | 81,25 |
| 'Baldo' | 81,25 | 100,00 | 62,50 | 81,25 |
| 'Max 4' | 93,75 | 68,75 | 62,50 | 75,00 |
| 'Matrix 21' | 73,75 | 43,75 | 43,75 | 53,75 |
| 'Delrive' | 81,25 | 93,75 | 56,25 | 77,08 |
| 'Hybride 275' | 75,00 | 56,25 | 62,50 | 64,58 |




**Slika 14.** Histogram vrijednosti preživljavanja istraživanih klonova

Analizom varijance za promatrano svojstvo preživljavanja utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike između istraživanih klonova (tablica 7).

**Tablica 7.** Analiza varijance za promatrano svojstvo preživljavanja

| Izvor varijabilnosti | SS | DF | MS | F | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Klon | 5176,5 | 9 | 575,2 | 2,55 | 0,04 |
| Greška | 4506,2 | 20 | 225,3 | | |

# 5. ZAKLJUČAK

U pokusnoj kulturi kratkih ophodnji na području Šumarije Darda, testirano je 10 europskih klonova topola, kod plantažne starosti 3/3 godine.

Prosječan promjer iznosio je 8,32 cm. Najmanji promjer s vrijednošću od 5,24 cm utvrđen je kod klona 'Hybride 275', dok je najveći promjer imao klon 'Delrive' čija je vrijednost iznosila 10,44 cm.

Prosječno preživljavanje u pokusnom nasadu iznosilo je 74,54 %. Najnižu vrijednost preživljavanja imao je klon 'Koreana' (52,08 %), dok je najviša vrijednost zabilježena za klon 'SV885' (91,67 %).

Analizom varijance za promatrana svojstva promjera i preživljavanja utvrđena je statistički značajna razlika između istraživanih klonova europskih topola.

Najveća unutarklonska varijabilnost zabilježena je kod klonova 'Matrix 21', 'Hybride 275' kao i kod klona 'SV490'.

# 6. LITERATURA


1) Dimitriou, I., Rutz, D., 2015: Kulture kratkih ophodnji - Priručnik o održivom uzgoju. http://www.srcplus.eu/images/Handbook/D2_6_Handbook_FINAL_hr.pdf

2) Kajba, D., 2009: Contribution of Poplars and Willows to Sustainable Livelihoods and Land-use in Croatia: Status and Needs, Presentation at the International Workshop “Improve the contribution of Poplars and Willows in meeting sustainable livelihoods and land-use in selected Mediterranean and Central Asian countries” FAO Project GCP/INT/059/ITA, Izmit, Turkey, 27-31 July 2009.

3) Poplars and willows, FAO, Rome, Italy, 1979. https://books.google.hr/books?id=OEKMuuFrtgC&pg=PR29&lpg=PR29&dq=poplars%20distribution&source=bl&ots=KOKiF7NPhn&sig=h3Wj3zOg_FY6EcKLL3BKZFsp4F0&hl=hr&sa=X&ved=0ahUKEwjRxLSyotPSAhUCuBoKHb3HAcwQ6AEIRDAF#v=onepage&q=poplars%20distribution&f=false

4) Prostorni plan uređenja općine Darda, Osijek, 2006. http://www.prostorobz.hr/Planovi/PPUO/PPUO%20DARDA/doc/PPUO-Darda%20Usvojeni%20plan.pdf

5) Šumarska enciklopedija 1-3; Jugoslavenski leksikografski zavod ''Miroslav Krleža'', Zagreb, 1987.

6) Townsend P.A., 2014: Poplar (*Populus* spp.) Trees for Biofuel Production, http://articles.extension.org/pages/70456/poplar-populus-spp-trees-for-biofuel-production

7) http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html

8) http://www.freenatureimages.eu/plants/Flora%20O-R/Populus%20nigra,%20Black%20Poplar/index.html#Populus%20nigra%205%2C%20Zwarte%20populier%2C%20Saxifraga-Roel%20Meijer.jpg

9) Dimitriou, I., Fištrek, Z., 2014: Optimising the Environmental Sustainability of Short Rotation Coppice Biomass Production for Energy. South-east Eur. for. 5 (2): 81-91.
10) Kajba, D., Domac, J., Šegon, V., 2011: Estimation of short rotation crops potential in the Republic of Croatia: Illustration Case within FP7 project Biomass Energy Europe. Šum. list 7–8:361–370.
11) Kajba, D., Andrić, I., 2012: Procjena genetske dobiti, produktivnosti i fenotipske stabilnosti klonova topola na području istočne Hrvatske. Šum. list 5-6:235–243.
12) http://www.need.org/files/curriculum/infobook/biomassi.pdf
13) http://oie.mingo.hr/UserDocsImages/Biomasa%20prezentacija.pdf
14) NN 130 / 2009: Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske, Narodne novine
15) Bojana KLAŠNJA, Saša ORLOVIĆ, Zoran GALIĆ, 2012: Energetski potencijal nasada topola sa dva razmaka sadnje i dvije dužine ophodnje. Š.L. 3-4, s.161
16) http://www.sumari.hr/sumlist/201205.pdf#page=9