

2

**Univerzitet u Tuzli**  
**Tehnološki fakultet Tuzla**

Projekat: „Mogućnost uzgoja Paulovnie Elongate hibrid Shan Tong na baznim tlima i njen  
uticaj na smanjenje zagađenosti zraka,,

04

**Bosna i Hercegovina**  
**Federacija Bosne i Hercegovine**  
**FEDERALNO MINISTARSTVO OKOLIŠA I TURIZMA**

Primljeno: **06-01-2025**

Org. jed.	Broj	Priloga

**STUDIJA PROCJENE RIZIKA UVOĐENJA, PONOVRNOG UVOĐENJA I UZGOJA  
STRANIH SVOJTI I POSTUPAK IZDAVANJA DOZVOLE ZA UNOŠENJE  
STRANIH SVOJTI U FEDERACIJU BOSNE I HERCEGOVINE**

Tuzla, 2024.

**Naziv projekta;**

„Mogućnost uzgoja Paulovnie Elongate hibrid Shan Tong na baznim tlima i njen uticaj na smanjenje zagađenosti zraka“

**Trajanje projekta;**

Od 01.03.2024. do 31.11.2028. (5 godina)

**Mjesto realizacije projekta;**

Grad Lukavac,

**Korisnici projekta:**

Sisecam Soda Lukavac, naučni radnici i studenti Tehnološkog fakulteta u Tuzli

**Ukupan broj istraživačica/istraživača: 5****NAUČNI PROFILI – UŽE SPECIJALNOSTI ISTRAŽIVAČICA/ISTRAŽIVAČA I OSTALIH ČLANOVA TIMA**

<i>Ime i prezime</i>	<i>zvanje</i>	<i>specijalnost</i>
1. Besim Salkić	doktor nauka	biljna proizvodnja
2. Sead Ćatić	doktor nauka	fizikalna hemija i elektrohemija
3. Franc Andrejaš	doktor nauka	inženjerstvo zaštite okoline
4. Vedran Stuhli	doktor nauka	inženjerstvo zaštite okoline
5. Avdul Adrović	doktor nauka	biosistematika i morfologija životinja

Za sadržaj Studije su isključivo odgovorni implementatori projekta; „Mogućnost uzgoja Paulownia elongata hibrid Shan Tong na baznim tlima i njen uticaj na smanjenje zagađenosti zraka“

## SADRŽAJ

UVOD .....	- 4 -
SADRŽAJ STUDIJE PROCJENE RIZIKA .....	- 4 -
a) Svrha i cilj uvođenja, ponevnog uvođenja ili uzgoja svojte,.....	- 4 -
b) Opis korištene metodologije za procjenu rizika,.....	- 6 -
c) Opis bioloških i ekoloških karakteristika strane divlje svojte ili nestale zavičajne divlje svojte .....	- 7 -
c.1. Taksonomski status .....	- 7 -
c.2. Ekologija svojte.....	- 8 -
c.3. Nalazi li se svojta na evropskom i/ili nacionalnom popisu invazivnih stranih svojti-	8 -
c.4. Područje prirodne rasprostranjenosti, specifičnosti podvrste ili populacije .....	- 9 -
c.5. Način razmnožavanja i širenja svojte.....	- 9 -
c.6. Tačna lokacija uvođenja, ponovnog uvođenja ili uzgoja,.....	- 9 -
d. Opis ekološkog sistema u koji se svojta uvodi, ponovno uvodi ili se uzgaja.....	- 11 -
d.1. Biološka raznolikost s popisom prisutnih zavičajnih biljnih, životinjskih i svojti gljiva, staništa na koje se očekuje Uticaj svojti koje se uvode, ponovno uvode ili uzgajaju...-	11 -
d.2. Prisustvo i blizina zaštićenih prirodnih vrijednosti, ekološkoj mreži, te staništima rijetkih i ugroženih svojti.....	- 12 -
d.3. Prisustvo stranih svojti, uključujući podatke o njihovoj brojnosti.....	- 13 -
d.4. Prostorne osobine s opisom terena - reljef, plodnost tla, stabilnost, nosivost, hidrološke osobine .....	- 14 -
d.5. Infrastruktura područja .....	- 15 -
e) Opis namjeravanog uvođenja, ponovnog uvođenja ili uzgoja .....	- 15 -
f) Ocjena očekivanih uticaja na prirodu i promjena u prirodi .....	- 15 -
g) Prijedlog mjera za sprječavanje mogućih štetnih uticaja na staništa i ekološke sisteme i u njima prisutne svojte. ....	- 17 -
h) Specijalna upozorenja, upute i preporuke .....	- 18 -
i) Zaključna procjena rizika.....	- 18 -
j) Sažetak .....	- 19 -
LITERATURA.....	- 20 -
STUDIJU IZRADILI .....	- 22 -

## UVOD

Projekat pod nazivom „Mogućnost uzgoja Paulovnie Elongate hibrid Shan Tong na baznim tlima i njen uticaj na smanjenje zagađenosti zraka,, ima nekoliko ciljeva:

1. Ispitati mogućnost uzgoja Paulownia elongata hibrid Shan Tong na degradiranom (baznom) tlu jer je poznato da je mali broj biljaka koje bi se mogle uspješno uzgajati na degradiranom tlu.
2. Uticaj na bilans stakleničkih plinova jer bi Paulownia svojim rastom na takvom tlu mogla funkcionirati kao ponor ugljičnog dioksida i emiter kisika, uz prateću remedijaciju tla.
3. Proizvodnja drvene biomase, drvo paulovnije predstavlja održivi izvor biomase koji može pomoći u rješavanju globalne energetske krize.

Talag “bijelo more” nastaje kao nusproizvod u proizvodnji sode po amonijačnom Solvay postupku, što spada u baznu industriju. Osnovne sirovine za proces proizvodnje su prirodne mineralne sirovine neorganskog porijekla - sol (NaCl) otopljena u vodi i u proces ulazi kao slanica i kamen krečnjak. Predmetni talog se uglavnom sastoji od natrijevih i kalcijevih hlorida i karbonata.

Nakon svojedobnog pucanja taložnice došlo je do potopljanja parcele na kojoj se planira sadnja. Izliveni mulj ima visoku pH vrijednost i visok sadržaj materija koje prirodno ne ulaze u sastav tla, te je i tlo, nakon izlivanja, promijenilo svoj hemijski sastav i, posljedično, pH vrijednost.

Remedijacija degradiranog tla sadnjom pogodnih kultura suvremen je i efikasan koncept, koji je u ovom Prijedlogu projekta osmišljen na taj način da se na degradiranom tlu zasadi paulownia koja bi svojim rastom mogla funkcionirati kao ponor ugljičnog dioksida i emiter kisika, uz eventualnu prateću remedijaciju tla. Periodične analize tla sa težištem na analizi polutanata u biljnoj masi i tlu će biti temelj za izvođenje zaključaka o uspješnosti remedijacije.

## SADRŽAJ STUDIJE PROCJENE RIZIKA

a) Svrha i cilj uvođenja, ponovnog uvođenja ili uzgoja svojte.  
(*Paulownia elongata*, hibrid Shan Tong)

Zbog brojnih prednosti i potencijala pogodnosti u poljoprivredi, okolini i industriji sadnja drveća paulovnije predstavlja održivi izvor biomase koji može pomoći u rješavanju globalne energetske krize. Glavni dobijeni proizvod je tvrdo drvo, koje je lagano, otporno i lako se obrađuje, ima vrlo dobru komercijalnu vrijednost. To je najbrže rastuće drvo na svijetu, koje

može da raste za 2-3 m/god u ranim godinama, dobivši ogromnu popularnost, a zbog činjenice da relativno brzo regeneriše, dobro je medonosno drvo (plodnije je nego bagrem u proizvodnji meda) i odlično je za sekvestraciju ugljika i oslobađanje kisika, doprinoseći usporavanju efekta globalnog zagrijavanja i predstavlja moguće rješenje za problem globalnog krčenja šuma.

Razlog uvođenja jeste i taj što su zemljišne karakteristike (na lokaciji sadnje) takve da ne obezbjeđuju uspješno gajenje drugih kultura, a ogledom će se utvrditi mogućnost i uspješnost uzgoja paulovnije na ovakvom zemljištu. U pripremi tla za sadnju, popravka (korekcija) zemljišta neće se vršiti ali paulovnja svojim rastom i razvojem poboljšava tlo i to korijeni paulovnije imaju sposobnost da razbijaju kompaktno tlo, poboljšavajući drenažu i prozračnost, što omogućava bolji razvoj drugih biljaka, kada lišće i grančice opadnu, doprinosi se stvaranju humusa, čime se povećava plodnost tla, jak korijenski sistem pomaže u stabilizaciji tla i smanjuje eroziju, paulovnja može povećati biološku aktivnost u tlu, stvarajući povoljne uvjete za mikroorganizme koji su važni za zdravlje tla.

Na osnovu pregleda literature koji je prikazan, može se zaključiti da je glavna svrha uzgoja paulovnije u kratkim ciklusima proizvodnja drvene biomase za industriju energije i celuloze, kao i za druge industrije vezane za preradu drveta, stvaranje drvnih kompozita i biopolimera, gasifikacija drveta, itd. Paulovnja i njeni hibridi nude ozbiljnu alternativu mnogim autohtonim vrstama drveća u Evropi, ali nije potpuno univerzalna vrsta i zahtijeva dalja istraživanja, selekciju sorti i poboljšane metode uzgoja za uvođenje u proizvodnju u nespecifične regije (Jakubowski, 2022).

Otpalo lišće paulovnije poboljšava kvalitet zemljišta povećanjem organske materije, a nektarno cvijeće je bogat izvor hranljivog meda (Zhu, ZH, Chao, CJ, Lu, XY i Xiong, YG (1986)).

Cilj uvođenja jeste provedba istraživanja koja će obuhvatiti sledeće:

- sve faze rasta i razvoja zasađenih biljaka,
- prosječna visina porasta biljke,
- prosječan broj razvijenih listova,
- prosječna površina listova,
- broj bočnih razgranjenja,
- prosječna dužina bočnih razgranjenja,
- prosječna debljina stabla na visini od 30 cm.
- naklijavanje sjemenki u kontroliranim uslovima,
- sjetva sjemenki u uslovima otvorenog polja,
- periodične analize tla uz određivanje sadržaja organske materije (minimalno dvije analize godišnje),

- periodične analize tla sa težištem na analizi polutanata u tlu,
- periodične hemijske analize dijelova biljke,
- određivanje apsorbiranog CO<sub>2</sub>,
- određivanje otpuštenog O<sub>2</sub>,
- mjerenje količine apsorbiranih različitih polutanata u biljkama.
- pisanje naučnih radova,
- publikovanje naučnih radova u relevantnim časopisima,
- prezentacija rezultata Projekta na stručnim i naučnim skupovima.

Morfometrijska mjerenja će se vršiti kako na mikro tako i na makro ogledu uz praćenja razlika u zavisnosti od količine i vrste primjenjenog gnojiva kao i na kontrolnim biljkama.

Morfometrijska mjerenja će također dati i ulazne parametre za matematički model za ocjenu bilansa ugljičnog dioksida, na temelju naučno verificiranih alometrijskih metoda.

Periodične analize tla sa težištem na analizi polutanata u tlu će biti temelj za izvođenje zaključaka o uspješnosti njegove remedijacije, te istovremeno kao izvor podataka za kalibraciju matematičkog modela za procjenu bilansa ugljičnog dioksida.

Periodične hemijske analize dijelova biljke će biti temelj za ocjenu potencijala za smanjenje koncentracije polutanata u okolnoj atmosferi.

Veza između početnih parametara (bolje rečeno vrijednosti) koncentracije polutanata u zraku i hemijske analize dijelova biljke nije direktna.

Periodične analize dijelova biljne kulture će ukazati na potencijal (da li ili ne apsorbuje zagađujuće materije i kojoj mjeri) biljne kulture za usvajanje zagađujućih materija čime se utiče na trenutni kvalitet okolne atmosfere.

Tokom projekta bit će, u referentnim časopisima, publicirana najmanje dva naučna rada sa temom projekta, u cilju dobijanja naučne verifikacije rezultata.

b) Opis korištene metodologije za procjenu rizika,

Metodologija obuhvaća sljedeće postupke:

1. Proučavanje biologije *Paulownia elongata* hibrid Shan Tong na osnovu dostupne i najnovije literature navedene u prilogu (Literatura). Na osnovu literaturnih podataka doneseni su zaključci o biologiji *Paulownia elongata*.
2. Korištene su reference i iskustva iz zemalja gdje se već godinama uzgaja (naučni radovi na ovu temu, navedeni u Literaturi)

3. Vlastita iskustva u proizvodnji sadnica kulturom In vitro (Voćni rasadnik, Srebrenik), u višegodišnjem praćenju zasada paulovnije na prostorima Bosne i Hercegovine (zasadi na lokalitetima; Voćni rasadnik Srebrenik, zasad paulovnie u Stuparima i Živinicama, zasad na području opštine Modriča, zasad u parku Tehnološkog fakulteta u Tuzli). Zasadi su na područjima gdje vlada umjereno-kontinentalna klima, s izraženim četiri godišnja doba.

c) Opis bioloških i ekoloških karakteristika strane divlje svojte ili nestale zavičajne divlje svojte

Paulownia (Pavlonija, Paulovnija) je drvo iz roda koji broji 6 – 17 vrsta (zavisno o taksonomskoj pripadnosti) iz porodice Scrophulariaceae.

c.1. Taksonomski status

Carstvo: *Plantae*

Podcarstvo: *Tracheobionta*

Superdivizija: *Spermatophyta* -Sjemenjače

Divizija: *Magnoliophyta* –Cvjetnjnice

Razred: *Magnoliopsida*–Dvosupnice

Podrazred: *Asteridae*

Odjeljak: *Scrophulariales*

Porodica: *Scrophulariaceae*

Rod: *Paulownia* Sieb. & Zucc

Vrsta: *Paulownia elongata*

Bitna karakteristika uzgoja paulovnije je da ne traži posebno plodna tla, te postoji mogućnost uzgoja na degradiranim tlima. Osim navedenog dobra je za proizvodnju stočne hrane. Za proizvodnju stočne hrane biljke se kose kada porastu 80-90 centimetara i daju 6 do 7 otkosa na godinu. Neki stručnjaci uspoređuju paulovniju s kukuruznom silažom, a drugi pak sa silažom ili sijenom lucerne, te smatraju da se u kombinaciji sa pšeničnom slamom ili sijenom može koristiti u hranidbi preživara.

Listovi koji su pali sa drveta paulovnije mogu biti jeftin izvor hrane u obroku svinja u završnom tovu. Također, mješavina hrane za perad koja sadrži više od 19% suhog lišća paulovnije povećava proizvodnju jaja za 3,3%, te masu jaja za 1,7%. Lišće vrste Paulownie elongate smatra se i energetske krmivom te se može uspoređivati s kukuruznom silažom, pošto je bogato makro i mikro elementima.

Medonosna je, cvjeta obilno, 20-tak dana prije bagrema, cvjetovi su puni nektara, a med je visokog kvaliteta. Daje 900 do 1000 kg meda po ha. Med od paulovnije je kvalitetan, jasan, vrlo svijetao i aromatičan, po boji se može usporediti s bagremovim medom.

### c.2. Ekologija svojte

Paulovnja je autohtona vrsta u Kini gdje ima veoma široko područje rasprostranjenosti. Sjeverna granica je Liaoning i Peking, na istok ide do Tajvana, južna granica je Kwangtung i Kwangsi, jugozapad Gansu i Szechuan. Visinska rasprostranjenost i do 2400 m nv. Raste u asocijaciji sa Metasekvojom (*Metasequoia glyptostroboides*).

Antropogeno unešena odnosno proširena na teritoriju Sjedinjenih Američkih Država kao i Australije, te u još nekim Latino-američkim zemljama.

### c.3. Nalazi li se svojta na evropskom i/ili nacionalnom popisu invazivnih stranih svojti

Neke vrste Paulovnie se smatraju i proglašene su invazivnim. Tako recimo zbog velike prilagodljivosti svojte na različite stanišne uvjete i spolnog razmnožavanje preko sjemena nije moguće isključiti mogućnosti nekontroliranog širenja svojte *Paulownia tomentosa* izvan predloženog nasada.

Svojta *Paulownia tomentosa* je fertilna i plodonosna te postoji mogućnost širenja iste izvan poljoprivrednih površina, te usprkos višegodišnjoj prisutnosti na području Evrope, ne nalazi se na dostupnom crnom ili sivom popisu za Evropu (EPPO 2016) niti na dostupnim nacionalnim popisima invazivnih vrsta zemalja u koje je unesena. Prema njemačko-austrijskoj crnoj listi stranih biljnih svojta (GABLIS), koja dijeli svojte u tri kategorije: "Crna lista", "Siva lista" i "Bijela lista", *P. tomentosa* se vodi kao udomaćena strana svojta te je smještena na sivu listu s još 41 stranom svojtom koje se smatraju potencijalno invazivnim stranim vrstama. U Velikoj Britaniji ima status strane svojte, a službeno je prvi put zabilježena 1995. U Švicarskoj je 2013. godine dodana na listu promatranih invazivnih biljnih vrsta (Observation list of Invasive Alien Plants). Prema IFAS Assessment of Non-Native Plants in Florida's Natural Areas (IFAS Invasive Plant Working Group 2008), *Paulownia tomentosa* se smatra invazivnom vrstom i ne preporučuje se njen uzgoj. Za razliku od Evrope, u SAD-u joj stalni antropogeni i prirodni promećaji šumskih ekosistema pogoduju za invazivno širenje (Williams 1983, 1993).

U Evropi nema poznatog nasada iz roda Paulownia vrstama koje su plodonosne, već su prisutne samo plantaže različitih hibrida koji su sterilni što znači da ne proizvode sjeme.



Vrsta *Paulownia elongata* hibrid 'Shan Tong', prema literaturnim podacima nisu zabilježeni slučajevi nekontroliranog širenja ili prijenosa bolesti i štetnika unatoč dugogodišnjem korištenju predmetnog hibrida i čestom unosu u područja izvan prirodnog areala (Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska).

#### c.4. Područje prirodne rasprostranjenosti, specifičnosti podvrste ili populacije

*Paulownia elongata* je autohtona vrsta koja se prvenstveno nalazi u kineskim regijama, posebno u južnim i centralnim dijelovima Kine. Međutim, zbog svoje prilagodljivosti i svojih korisnih svojstava i brzog rasta, paulovnja se sve više uzgaja i van svog prirodnog staništa.

#### c.5. Način razmnožavanja i širenja svojte

Vrste roda *Paulownia* u rasadniku se mogu razmnožavati generativnim načinom ili sjemenom. Razmnožavanje korjenskim reznicama, najčešća je metoda razmnožavanja paulovnije koja se provodi se u Kini već više od pola stoljeća.

U zadnjih trideset godina *Paulownia* se razmnožava *In vitro*, kulturom meristema.

#### c.6. Tačna lokacija uvođenja, ponovnog uvođenja ili uzgoja

Parcela predviđena za podizanje Paulovnie, nalazi se na nadmorskoj visini 180 m. Klimatski uslovi su veoma povoljni jer ima dovoljno padavina čime su obezbeđeni zahtevi Paulovnie za dosta vlage u zemljištu i u zraku. Na slici 1. prikazana je tačna lokacija planiranog uzgoja.



Slika 1. Lokacija parcele za sadnju Paulovnie

Na vlastitom zemljištu, koje se administrativno nalazi na području Grada Lukavac, planira se zasnivanje zasad vrste *Paulownia elongata*, hibrid Shan Tong, 3600 sadnica na površini od 6 ha.

Parcela je ravna i nalazi se u blizini odlagališta (Bijelo more).

Projekat podrazumijeva zasnivanje zasada paulovnije na površini od 6 ha, 3600 sadnica i to na način da se 1 ha iskoristi za mikro a 5 ha za makro ogled.

Životni prostor biljaka iznosio bi 15 m<sup>2</sup> (međuredni razmak 5 m a redni 3 m).

Mikroogled će biti raspoređen na 10 mini parcela od po 1 000 m<sup>2</sup> a makro ogled na dvije parcele od po 25 000 m<sup>2</sup>.

P 1	P 2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P 11	P 12
pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u
vodi	vodi	vodi	vodi	vodi	vodi	vodi	vodi	vodi	vodi	vodi	vodi
8,48	8,93	8,91	8,47	8,30	8,57	7,95	7,51	8,44	8,31	8,92	7,50

Sadnja paulovnije obaviti će se u jesen 2024. godine i proljeće 2025. godine, sa sadnicama golog korijena i kontejnerskim sadnicama. Vrsta paulovnije koja će se saditi je *Paulownia elongata*, hibrid Shan Tong.

Prema podacima pedološke analize tla koju je vršila laboratorija TQM d.o.o. Lukavac, tlo je bazno. Ostali parametri su dati u prilogu "Izveštaj o ispitivanju kvaliteta zemljišta".

Grad Lukavac je jedna od najznačajnijih tačaka na industrijskoj, rudarskoj i turističkoj karti Bosne i Hercegovine.

d. Opis ekološkog sistema u koji se svojta uvodi, ponovno uvodi ili se uzgaja

d.1. Biološka raznolikost s popisom prisutnih zavičajnih biljnih, životinjskih i svojti gljiva, staništa na koje se očekuje Uticaj svojti koje se uvode, ponovno uvode ili uzgajaju.

S obzirom na geografski položaj predmetnog područja, vegetacija ima odlike planinske i panonske florne oblasti. Šire područje okoline Lukavca, u ekološko – vegetacijskom pogledu pripada području sjeverne Bosne koje obuhvata njen središnji dio od Save do obronaka brdsko – planinskih Dinarida. Ovo područje se na zapadu i jugozapadu graniči sa bosanskom a na istoku s prijelaznom ilirsko – mezijskom oblasti, linijom Brčko – greben Majevice – istočni rub Sprečkog polja (Stefanović, 1983). Brežuljkasti tereni i niži položaji oko Sprečkog polja predstavljaju staništa klimazonalnih šuma kitnjaka i običnog graba. Za njih su karakteristična duboka tla, čiju dubinu povećavaju trošni slojevi flišnih supstrata, što uz umjereno – kontinentalnu klimu ova staništa čini izuzetno mezofilnim. U okviru područja klimazonalnih šuma kitnjaka i običnog graba (*Quercus – Carpinetum – illiricum* Horvat i sar., 1974), ova tla istovremeno predstavljaju i staništa lužnjaka i običnog graba (*Carpinus – betuli – Quercetum roboris* s.l.). Zemljišta su pod uticajem velike količine podzemnih voda, zbog čega u Sprečkom polju dominiraju pseudogleji. Zbog različitih antropogenih uticaja, slika primarne šumske vegetacije je bitno izmijenjena (Beus, 1998). Te promjene su najdrastičnije na klimatski i reljefski povoljnim terenima, tako da su u nižim predjelima šume potpuno nestale ili su se zadržale samo sporadično i mozaično unutar poljoprivrednih zemljišta. U dolini Spreče i njenih pritoka nalaze se manje šume (tzv. formacije «obalnih šuma») crne johe (*Alnus glutinosa*), a u vrlo uskim i isprekidanim pojasevima pored vodotoka i vrbe (*Salix alba*). Ovdje se pojavljuje i poljski jasen (*Fraxinus oxycarpa*).

Usljed deforestacije i degradacije staništa, šume kitnjaka i običnog graba na brežuljkastim terenima su takođe pretrpjele različite promjene. Preostale površine ovih šuma pretežno predstavljaju izdanačke šume, koje su izložene daljim negativnim antropogenim uticajima.

Na pojedinim dijelovima uz akumulaciju Modrac se zadržao dio klimazonalne vegetacije *Quercus – Carpinetum illiricum*, a na pojedinim dijelovima sjeverne i istočne obale od Kiseljaka do ušća Spreče, smjenjuju se fragmenti higrofilne vegetacije johe klase *Alnetea glutinosae* i higrofilna vegetacija klase *Isoetes – Nanojuncetea*, koja ima azonalni mozaični karakter i karakteristična je po tome što ostvaruje kontinuitet s riječnim tokom i nastavlja se i u priobalnom pojasu južne, zapadne i dijela sjeverne obale, Spreče.

Područje naseljavaju uobičajene životinjske vrste, kao što su lisica, zec, vjeverica, lasica, krtica, puhovi, miševi, voluharice, i druge, a od gmizavaca, su prisutni zelembać, sljepić, zmija ribarica i bjelouška. Od vodozemaca su zastupljeni, daždevnjak, kreketuša, krastava žaba. Pored navedenih vrsta, ovo područje je i stanište velikog broja različitih vrsta insekata.

d.2. Prisustvo i blizina zaštićenih prirodnih vrijednosti, ekološkoj mreži, te staništima rijetkih i ugroženih svojti.

Na ovom području nema zaštićenih prirodnih vrijednosti, niti se nalaze zaštićene i ugrožene životinjske vrste.

Na internet stranici <http://e-prirodafbih.ba/en/protectedsites/> mogu se pronaći podaci o 12 zaštićenih područja u Federaciji Bosne i Hercegovine. Od tog broja, u Tuzlanskom kantonu se nalazi samo zaštićeni pejzaž Konjuh, koji je geografski najbliži planiranoj lokaciji za planirani uzgoj paulovnije. Na istoj stranici nalazi se popis od 217 zaštićenih vaskularnih biljaka. Većina biljaka koje se nalaze na ovom popisu su one koje naseljavaju planinska i krška staništa, kakvih nema u blizini ogledne lokacije.

Uvidom u popis zaštićenih vrsta životinja, gdje se nalazi 22 vrste, od kojih su pogrešno navedene dvije iz roda *Lampetra* i to *L. planeri* i *L. fluviatilise* evidentno je da niti jedna od ove dvije vrste nije prisutna u vodama ovog područja. Navedene vrste pripadaju rodu *Eudontomyzon*. Kao ugrožena vodozemaca navedena je vrsta *Proteus anguinus*, a od gmizavaca *Vipera ursinii*. Niti jedna od ovih vrsta ne egzistira na ovim prostorima. Slična situacija je s pticama i sisarima. Činjenica je da neke vrste ptica i sisara koje se nalaze na popisu imaju određene kategorije ugroženosti, ali paulovnja ni na koji način ne doprinosi njihovoj ugroženosti.

Pored navedenog izvora, korišten je Zakon o zaštiti prirode Federacije Bosne i Hercegovine i Zakon o izmjenama zakona o proglašenju dijela područja planine Konjuh zaštićenim pejzažom Konjuh.

#### d.3. Prisustvo stranih svojiti, uključujući podatke o njihovoj brojnosti

U gradskoj i prigradskoj zoni grada Tuzle Kamberović i sar. (2023) su identificirali su 24 invazivne biljne vrste, unutar 22 roda i 13 porodica. Najbrojnije vrstama bile su porodice Compositeae i Fabaceae. Najzastupljenija životna forma su terofite, a najveći broj vrsta geografski potiče sa područja Sjeverne Amerike. Područje naseljavaju vrste s visokim invazivnim potencijalom sa EPPO i DAISIE liste: *Ailanthus altissima*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Asclepias syriaca*, *Amorpha fruticosa*, *Helianthus tuberosus*, *Reynoutria japonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Solidago canadensis* i *Solidago gigantea*. Vrste su široko zastupljene na degradiranim i zapuštenim staništima, na nanosima uz riječne tokove, zapuštenim poljoprivrednim površinama, nasutim terenima i odlagalištima.

Na predmetnoj lokaciji koja je ranije bila poljoprivredno zemljište na kome su se uzgajale poljoprivredne kulture, u prvom redu pšenica i kukuruz, a trenutno je zapušteno i ne koristi se, identificirane su sljedeće drvenaste biljne vrste: *Salix alba*, *Robinia pseudoacacia* i *Acer negundo*. Ove vrste su zastupljene u uskom obalnom pojasu neposredno uz rijeku Spreču, a samo sporadično se javljaju na pojedinim dijelovima parcele, planirane za ugoj paulovnije.

Od zeljastih biljaka prisutne su: *Vicia sativa*, *Galium aparine*, *Dipsacus silvester*, *Prunella vulgaris*, *Arctium lappa*, *Helianthus tuberosus*, *Veronica persica*, *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Daucus carota*, *Salix alba*, *Urtica dioica*, *Polygonum lapatifolium*, *Erigeron canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Taraxacum officinale*, *Matricaria discoidea*, *Typha angustifolia*, *Poa annua*, *Rumex obtusifolius*, *Sonchus oleraceus*, *Cirsium arvense*, *Artemisia annua*, *Datura stramonium* i *Amaranthus retroflexus*.

Oblaskom terena je utvrđeno da u ovoj biljnoj zajednici *Ambrosia artemisiifolia* ima dominantno uščešće. Iz popisa je vidljivo da je većina biljnih vrsta alohtona te da među njima ima veliki broj invazivnih vrsta. Vrlo je vjerovatno da pored navedenih postoje i druge biljne vrste, koje zbog otežanog kretanja kroz polegnutu vegetaciju nisu pronađene.

Kvalitet zraka na području Grada Lukavca je izuzetno zagađen, što je posebno izraženo u periodu jesen zima kada se aktiviraju individualna ložišta koja predstavljaju tačkaste izvore

emisije. Dominanti parametar zagađenja zraka na području Grada Lukavca predstavljaju suspendirane čestice PM2.5 sa satnim vrijednostima koje vrlo često prelaze 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nulto stanje kvaliteta zraka moguće je izraziti preko rezultata monitoringa kvaliteta zraka na Mjernoj stanici Lukavac (<http://www.monitoringzrakatk.info/lukavac-today.html>). Vrijednosti kvaliteta zraka na Mjernoj stanici Lukavac na dan 19.12.2024. godine predstavljeni su u tabeli.

SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (mg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Suspendovane čestice PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
23.7	40.5	5.014	28.6	233.8

Prema podacima hrvatskih autora (Ostojić i sar. 2017) u Evropi nema poznatog nasada vrstama iz roda *Paulownia* koje su plodonosne, već su zastupljene plantaže različitih hibrida. Pošto hibridi ne proizvode sjeme, preporučuje se sadnja sterilnih hibrida.

*Paulownia elongata* cvjeta slično kao i *P. tomentosa*, obično u šestoj sedmici proljeća. Cvjetanje je bujno, a cvjetovi su boje svijetle lavande do tamno plave, dužine do 25 cm i vrlo dekorativni. Uvažavajući biologiju paulovnije i nedostatak istraživanja o invazivnosti ove vrste u prirodi, može se zaključiti da u konačnici postoji mogućnost da u određenim uslovima postane invazivna u prirodi. Zbog toga se za uzgoj daje prednost certificiranim sadnicama sterilnih hibrida, s ciljem smanjenja rizika od negativnih uticaja na prirodu i ne takmiče sa prehrambenim kulturama za hranljive materije ako se koriste kao međuusjevi.

[https://mingo.gov.hr/UserDocsImages/NASLOVNE\\_FOTOGRAFIJE\\_I\\_KORI%20TENI\\_LOGOTIPOVI/doc/sazetak\\_studije\\_3.pdf](https://mingo.gov.hr/UserDocsImages/NASLOVNE_FOTOGRAFIJE_I_KORI%20TENI_LOGOTIPOVI/doc/sazetak_studije_3.pdf)

Ostojić, A. (voditelj projekta) (2017): Studija o procjeni Uticaja strane vrste *Paulownia tomentosa* na prirodu. Netehnički sažetak. Oikon d.o.o. Zagreb.

d.4. Prostorne osobine s opisom terena - reljef, plodnost tla, stabilnost, nosivost, hidrološke osobine

Grad Lukavac se nalazi u sjeveroistočnom dijelu BiH, smještan u dolini rijeke Spreče, pored koje prolazi željeznička pruga Tuzla-Doboj, magistralni put koji spaja pomenute gradove te se nalazi u blizini međunarodne zračne luke u Tuzli. Grad Lukavac nalazi se na 180 m nadmorske visine i pruža se, kao i dolina rijeke Spreče, dinarskim pravcem sjeverozapad-jugoistok. Pored doline Spreče, ovaj grad zahvata i dio teritorije koji predstavlja padine i ogranke triju bosanskih planina: Konjuha, Ozrena i Majevice. Grad Lukavac se graniči sa gradom Tuzla na istoku, gradom Živinice na jugoistoku, općinom Banovići na jugu, općinom Zavidovići na jugozapadu. Grad Lukavac zauzima površinu od 337 km<sup>2</sup> na kojoj živi 44520 stanovnika.

Prema podacima pedološke analize tla koju je vršila laboratorija TQM d.o.o. Lukavac, tlo je bazno. Analiza je obuhvatila sledeće parametre; humus, sadržaj kalija, fosfora, sadržaj ukupnog azota i karbonate.

Vrijednosti analiziranih parametra su dati u prilogu "Izveštaj o ispitivanju kvaliteta zemljišta".

#### d.5. Infrastruktura područja

Parcela se nalazi neposredno uz Magistralni put M4, Doboj-Tuzla, jedan je od najfrekventnijih u našoj zemlji. U blizini se nalazi željeznička pruga Tuzla-Doboj.

#### e) Opis namjeravanog uvođenja, ponovnog uvođenja ili uzgoja

Svrha namjeravanog uvođenja Paulovnije ogleda se u sledećem;

1. Paulovnja je atraktivna za komercijalnu upotrebu jer brzo proizvodi visokokvalitetno drvo, koje je lagano, ali čvrsto.
2. Koristi se u agrošumarstvu za proizvodnju biomase, drveta, stočne hrane i kao izvor medonosnih cvjetova.
3. Može pridonijeti obnovi degradiranog tla, smanjenju erozije i sekvestraciji ugljika.
4. Može osigurati dohodak za poljoprivrednike i proizvođače drveta.

#### f) Ocjena očekivanih uticaja na prirodu i promjena u prirodi

Vrsta, *Paulownia elongata* hibrid 'Shan Tong, koja će se koristiti je sterilna – pa neće doći do genetičkog miješanja sa drugim vrstama.

Lišće i korijenov sistem paulovnije mogu mijenjati pH vrijednost tla i uticati na mikrobiološku zajednicu. Monokulture *Paulownia* mogu zamijeniti prirodne ekosisteme bogate vrstama, što dovodi do smanjenja biodiverziteta. Može povećati zelenu masu i privremeno poboljšati kvalitet tla u područjima gdje je tlo prethodno bilo degradirano.

U uzgoju *Paulownia elongata x fortunei* na tri plantaže u sjevernoj Italiji (Criscuoli i sar. 2022) su postignuti izvanredni rezultati rasta u prečniku i visini, ali je naglašeno da biljke u unutrašnjosti nasada sporije rastu od rubnih, te da pri sadnji treba voditi računa o razmaku. Gyuleva i sar. (2020) u Bugarskoj su pratili rast (visinu i debljinu) *Paulownia elongata x fortunei* i. Autori su konstatairali da je *Paulownia tomentosa* otpornija na mraz od *Paulownia*

*elongata x fortunei*, ali su obje klonske populacije zadržale visok regenerativni kapacitet korijenovog sistema tokom sljedeće sezone rasta.

Paulovnja (*Paulownia* spp.) u Austriji nije odobrena kao šumska vrsta (Huber i sar. 2023.). Zbog brzog godišnjeg prirasta i naglašenih mehaničkih i fizičkih svojstava, uzgaja se u kratkim rotacijama i cijeni drvene plantaže u srednjoj Evropi.

Sagledavajući rezultate provedenih studija uočeno je da niti jedna od vrsta ne sugerise moguću invazivnost paulovnije, niti precizno definirane negativne uticaje na autohtonu floru i faunu. Činjenica je da u Bosni i Hercegovini do danas nisu provedena nikakva istraživanja vezana za uzgoj paulovnije, te stoga ova studija predstavlja pionirski pokušaj planiranog uzgoja s jasnom namjerom. Takođe nisu urađena istraživanja vezana za procjenu korištenja paulovnije u tehničko-tehnološke svrhe.

Iz rezultata gore citiranih autora je vidljivo da je uzgoj paulovnije u pojedinim državama zabranjen, dok se u nekim uzgaja u kontroliranim eksperimentalnim uslovima, na način koji je sličan planiranom uzgoju u okviru ovog projekta.

Upravo ta činjenica poslužila je kao motiv za izradu ove studije procjene rizika, pored svega navedenog, dat je i prijedlog mjera za sprječavanje mogućih štetnih uticaja na staništa i ekološke sisteme i autohtone vrste.

Zauzimanja prostora zavičajnih svojti, borbe za hranu i sl.,

1. Kako nije utvrđeno nekontrolirano širenje to ne postoji bojazan zauzimanja prostora zavičajnih svojti i borbe za hranu.
2. Samo neke vrste paulovnije mogu se koristiti kao prikladan pratilac za međusjeve jer se ne takmiče sa prehrambenim kulturama za hranljive materije (Jiang, Z., Gao, L., Fang, Y. i Sun, X. (1994.))
3. Za sada nije evidentirano da na njima postoje ekonomski značajnije bolesti i štetnici.

Tabela za procjenu rizika unosa vrste Paulovnja s procjenama vjerovatnoće za ključne analizirane elemente. Procjena vjerovatnoće rizika koristi skalu: nisko, srednje i visoko.

Procjena rizika	Opis	Skala uticaja
Širenje izvan područja sadnje	Mogućnost nekontroliranog širenja putem sjemena ili korijenskih izdanaka.	Srednje
Konkurencija s autohtonim vrstama	Uticaj na autohtone biljke zbog bržeg rasta i zauzimanja resursa (svjetlosti, vode, tla).	Srednje



Izmjena tla	Promjena hemijskih i fizičkih svojstava tla (npr. smanjenje nutritivnog balansa za lokalne biljke).	Nisko
Invazivni potencijal	Rizik da postane invazivna vrsta u specifičnim klimatskim i ekološkim uslovima.	Nisko
Uticaj na faunu	Promjene u staništima koje mogu utjecati na životinjske zajednice.	Nisko do srednje
Sekvestracija ugljika i obnova tla	Pozitivan Uticaj na klimatske promjene i degradirana područja.	Visoko
Gospodarski potencijal	Mogućnost stvaranja ekonomskih koristi kroz drvenu industriju, agrošumarstvo i proizvodnju biomase.	Visoko
Troškovi upravljanja i kontrole	Potencijalni troškovi kontrole širenja i upravljanja nasadima.	Srednje do visoko
Rizik od bolesti ili štetnika	Podložnost vrstama štetnika ili mogućnost uvođenja novih patogena u lokalni ekosistem.	Nisko

g) Prijedlog mjera za sprječavanje mogućih štetnih uticaja na staništa i ekološke sisteme i u njima prisutne svojte.

Kontrola širenja paulovnije u Bosni i Hercegovini zahtijeva kombinaciju metoda, uključujući tehničke, edukativne, hemijske i zakonske mjere. Uz pravilan monitoring i saradnju između institucija, uzgajivača i lokalnih zajednica, moguće je iskoristiti njene koristi bez značajnih negativnih ekoloških posljedica.

1. Sadnja, isključivo, na predhodno definiranom i ograničenoj površini koja je namjenjena za obnovu.
2. Isključiva sadnja sterilnih hibrida paulovnije da bi se spriječilo njeno razmnožavanje putem sjemena.
3. Kontrola regeneracije iz korijena, uklanjanje svih izdanaka koje izrastaju iz korijena izvan željenog područja.
4. Fizikalna metoda, mehaničko uklanjanje.
5. Redovan pregled u toku trajanja projekta. Plantaža se mora redovno pregledavati kako bi se brzo uočilo širenje biljke izvan željenih područja.
6. Redovan monitoring od strane investitora a nakon završetka projekta (nakon pet godina). Obavezuje se investitor da po osnovu rezultata monitoringa, a u slučaju neuspjele introdukcije i plantažiranja, a nakon što se projekt okonča pripremi plan rekultivacije s fokusom na autohtone vrste flore i vegetacije.

7. Saradnja s lokalnim zajednicama, kroz edukaciju lokalnih zajednica o prepoznavanju i upravljanju širenjem paulovnije radi pomoći u njenoj kontroli.

#### h) Specijalna upozorenja, upute i preporuke

Imajući u vidu bioakumulacijski potencijal biljne kulture Paulownia, u toku projektnih aktivnosti realizirati će se monitoring akumulacije polutanata u korijenu, deblu i listu biljke i poduzimanje odgovarajućih mjera za sprečavanje biomagnifikacije polutanata u lancima ishrane tokom i nakon završetka projekta.

#### i) Zaključna procjena rizika

Uticao unosenja svojte na postojeće svojte u ekološkom sistemu, osobito na zaštićene i strogo zaštićene svojte i ostale svojte bitne za očuvanje integriteta staništa i ekološkog sistema.

Na osnovu Studije o procjeni rizika može se zaključiti sledeće:

1. Sa povećanom globalizacijom, hiljade biljnih vrsta je introdukovano iz njihovog izvornog areala u nova područja. Iako se većina ovih stranih vrsta može naći samo u kultivaciji, preko 13000 vrsta širom svijeta je formiralo stabilne i otporne populacije – naturalizovane vrste.
2. U Evropi nema poznatog nasada iz roda Paulownia vrstama koje su plodonosne, već su prisutne samo plantaže različitih hibrida koji su sterilni što znači da ne proizvode sjeme. *Paulownia elongata* hibrid 'Shan Tong', prema literaturnim podacima nisu zabilježeni slučajevi nekontroliranog širenja ili prijenosa bolesti i štetnika unatoč dugogodišnjem korištenju predmetnog hibrida i čestom unosu u područja izvan prirodnog areala (Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Americans ranging from diversified farmers to businessmen and even former president Jimmy Carter (<http://dx.doi.org/10.1080/14728028.2014.952353>)).
3. U Federaciji Bosne i Hercegovine postoji nekoliko zasada paulovnije. Dugogodišnjim praćenjem (deset godina) nije se utvrdilo spontano širenje paulovnije hibrida 'Shan Tong'. U „Voćnom rasadniku“ Srebrenik umnožavao se ovaj hibrid tehnikom in vitro, kulturom meristema za potrebe kupca iz Srbije. Jedan broj biljaka je zasađen u krugu Rasadnika prije deset godina i nema ni jedne nekontrolirano proširene biljke.

4. Procjena mogućnosti nekontroliranog širenja putem sjemena ili korijenskih izdanaka je srednja.
5. Uticaj na autohtone biljke zbog bržeg rasta i zauzimanja resursa (svjetlosti, vode, tla) procenjen je kao srednji do visok.
6. Procjena je da postoji srednji rizik da *Paulownia elongata* hibrid 'Shan Tong', postane invazivna vrsta u specifičnim klimatskim i ekološkim uslovima.
7. Kada su upitanju promjene u staništima koje mogu utjecati na životinjske zajednice, procjena je da su niske do srednje.
8. Visok je pozitivan uticaj na klimatske promjene i degradirana područja.

#### j) Sažetak

Na prostoru Tuzlanskog kantona postoje velike zemljišne površine koje su degradirane usljed djelovanja industrije (rudarstvo, hemijska industrija) te se kroz projekat „Mogućnost uzgoja Paulovnie Elongate hibrid Shan Tong na baznim tlima i njen uticaj na smanjenje zagađenosti zraka,, želi doprinijeti rješavanju problema zagađenosti zraka, proizvodnji biomase i iskorištenju površina koje nisu pogodne za uzgoj drugih kultura.

Paulovnja je autohtona vrsta u Kini gdje ima veoma široko područje rasprostranjenosti. *Paulownia elongata* je autohtona vrsta koja se prvenstveno nalazi u kineskim regijama, posebno u južnim i centralnim dijelovima Kine. Međutim, zbog svoje prilagodljivosti i svojih korisnih svojstava i brzog rasta, paulovnja se sve više uzgaja i van svog prirodnog staništa. Sa povećanom globalizacijom, hiljade biljnih vrsta je introdukovano iz njihovog izvornog areala u nova područja.

Kako nije utvrđeno nekontrolirano širenje to ne postoji bojazan zauzimanja prostora zavičajnih svojti i borbe za hranu.

Samo neke vrste paulovnije mogu se koristiti kao prikladan pratilac za međusjevere jer se ne takmiče sa prehrambenim kulturama za hranljive materije. Na njima nema ekonomski značajnih bolesti i štetnika.

## LITERATURA

1. Kamberović, J., Gajić, A., Nešković, R., Bektić, S., Huseinović, S., Palangetić, M., Jusufović, A. (2023): Invazivne biljke grada Tuzle (Bosna i Hercegovina). Radovi Poljoprivredno-prehrambrnog fakulteta, Sarajevo 73/2 (65-77).
2. Edward F. Gilman i Dennis G. Watson, (2023), *Paulownia tomentosa* : princess-tree, Univerzity of Florida.
3. Jakubowski M.,(2022), Cultivation potential and uses of paulownia wood: Poznań University of Life Sciences.
4. Damir Drvodelić, (2018), Pantažni uzgoj paulovnije, Gospodarski list, Hrvatska.
5. Damir Drvodelić, (2018), Propagation of Paulownia by root cuttings, Šumarski list, 5–6 (2018): 297–307, UDK 630\* 181.5.
6. Salkić B., Salkić A., Keran H., Noćajević S., Salkić S., Imširović E., (2018), Production of Seedlings of Fast - Growth Tree of Paulownia elongata S. Y. Hu, International Journal of Plant & Soil Science 25(1): 1-8, 2018; Article no.IJPSS.43348, ISSN: 2320-7035
7. Aurel Danciu, Valentin Vlăduț, Ion Grigore, Cristian Sorică, Mihaela A. Cristea, Adriana Muscalu, Augustina Pruteanu, Eugen Marin, Mykhaylo Usenko, (2015) , Considerations on the importance of the paulownia trees planting , Annals of Faculty Engineering Hunedoara– International Journal of Engineering Tome XIV [2016] – Fascicule 4 [November]ISSN: 1584-2665 [print; online] ISSN: 1584-2673 [CD-Rom; online]
8. Bergmann, B.A., Rubin, A.R. and Campbell, C.R. (1997) Potential of Paulownia elongata Trees for Swine Waste Utilization. American Society of Agricultural Engineers, 40, 1733-1738. <https://doi.org/10.13031/2013.21401>
9. Jiang, Z., Gao, L., Fang, Y. i Sun, X. (1994.) Analiza međukulturnih tipova paulovnije i njihove prednosti u okrugu Woyang u provinciji Anhui. Ekologija i upravljanje šumama, 67, 329-337. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)90027-2).
10. Zhu, ZH, Chao, CJ, Lu, XY i Xiong, YG (1986) Paulownia in China: Cultivation and Utilization. Azijska mreža za biološke nauke, Republika Singapur i Međunarodni razvojni istraživački centar, Kanada.  
<http://dx.doi.org/10.1080/14728028.2014.952353>eFloras (2014): Paulownia. Paulownia In: Flora of China <http://www.efloras.org/florataxon.aspx?>

flora\_id=2&taxon\_id =124177, [24. März 2014], Missouri Botanical Garden, St.Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA

11. Williams, C.E. (1983): The exotic empress tree, *Paulownia tomentosa*: an invasive pest of forests. *Natural Areas Journal* 13, 221-222
12. Williams, C.E. (1993): Age structure and importance of naturalized *Paulownia tomentosa* in a central Virginia streamside forest. *Castanea* 58, 243-249
13. Woods V.B. (2008) *Paulownia* as a novel biomass crop for Northern Ireland?, AFBI, Hillsborough, No. 7, str. 42.
14. Ostojić, A. (2017): Studija o procjeni Uticaja strane vrste *Paulownia tomentosa* na prirodu. *Netehnički sažetak*. Oikon d.o.o. Zagreb.
15. Berg, EC; Zarnoch, SJ; McNab, WH. 2020. Survivorship, attained diameter, height and volume of three *Paulownia* species after 9 years in the southern Appalachians, USA. *JOURNAL OF FORESTRY RESEARCH*, 31 (6): 2181-2191.
16. Criscuoli, I; Brunetti, M; Goli, G. 2022. Characterization of *Paulownia elongata* x *fortunei* (BIO 125 clone) Roundwood from Plantations in Northern Italy. *FORESTS*, 13 (11).
17. Gyuleva, V; Stankova, T; (...); Andanova, E. 2020. Growth and development of *Paulownia tomentosa* and *Paulownia elongata* x *fortunei* in glasshouse experiment. *Bulgarian Journal of Soil Science*, 5 (2): 126-142.
18. Huber, Ch. Et al. 2023. *Paulownia* (*Paulownia elongata* S.Y. Hu) – importance for forestry and a general screening of technological and material properties. *Wood Material Science & Engineering* , 18 (5).
19. Ivanova, K; Tzvetkova, N; Georgieva, T; Markovska, Y. 2014. Photosynthesis and growth responses of five *Paulownia* lines to salt stress. *Comptes rendus de l'academie bulgare des sciences*, 67 (8): 1101-1106.
20. Kadlec, J; Novosadová, K; Pokorny, R. 2021. Preliminary results from a plantation of semi-arid hybrid of *Paulownia* Clone in vitro 112® under conditions of the Czech Republic from the first two years. *Baltic forestry*, 27 (1).
21. <https://bs.wikipedia.org/wiki/Lukavac>
22. <http://e-prirodafbih.ba/en/protectedsites/>
23. [https://mingo.gov.hr/UserDocsImages/NASLOVNE fotografije i kori % c5% a0teni logotipovi/doc/sazetak\\_studije\\_3.pdf](https://mingo.gov.hr/UserDocsImages/NASLOVNE_fotografije_i_kori_%c5%a0teni_logotipovi/doc/sazetak_studije_3.pdf)
24. <http://www.monitoringzrakatk.info/lukavac-today.html> (pristupljeno 19.12.2024.)

Tuzla, 20.12.2024. godine

STUDIJU IZRADILI

1. dr.sc. Besim Salkić, vanr.profesor



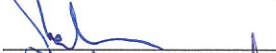
2. dr.sc. Sead Ćatić, redovni profesor



3. dr.sc. Franc Andrejaš, redovni profesor



4. dr.sc. Vedran Stuhli, vanr.profesor



5. dr.sc. Avdul Adrović, redovni profesor

