

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

УНИВЕРСИТЕТ В БЕЛГРАДЕ
АГРОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

UNIVERSITE DE BELGRADE
FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES



newenergy
SOLUTIONS
Br. 267/202C
10. 02. 2026. god.
BEOGRAD

Београд, 10.02.2025. год

Број: 507/12

New Energy Solutions d.o.o
Tošin bunar 270
11070 Novi Beograd

Predmet: Studija procena uticaja vetroturbina na produktivnost ratarskih useva u vetroparku Kovačica u proizvodnoj 2024/25. godini

Na osnovu Ugovora 507/1 od 30.12.2024. (naš broj 2346 od 31.12.2024.) urađena je **Studija procene uticaja vetroturbina na produktivnost ratarskih useva u vetroparku Kovačica** i dato mišljenje.

Prilog:

- **Izveštaj o Studiji procene uticaja vetroturbina na produktivnost ratarskih useva u vetroparku Kovačica u proizvodnoj 2024/25. godini**

Odgovorno lice i rukovodilac
ispitivanja:

Prof. dr Ljubiša Kolarić

V. D. Dekana:



Prof. dr Vladan Bogdanović

10.02.2025.

New Energy Solutions d.o.o
Tošin bunar 270
11070 Novi Beograd

507/1

Na osnovu Ugovora 507/1 od 30.12.2024. (naš broj 2346 od 31.12.2024.) urađena je **Studija procena uticaja vetroturbina na produktivnost ratarskih useva u vetroparku Kovačica u proizvodnoj 2024/25. godini** i dato mišljenje, o čemu Vam dostavljamo sledeći:

IZVEŠTAJ

U ovoj studiji, kao nastavak istraživanja obavljenih u proizvodnoj sezoni 2022/23., proučavan je potencijalni uticaj vetroturbina na prinos i kvalitet zrna kao, finalnog proizvoda ratarskih useva, koji su najviše zastupljeni u setvenoj strukturi obradivih površina koja su u sklopu vetroparka Kovačica i to: pšenica, kukuruz, suncokret i soja, a nalaze se na parcelama neposredno uz vetroturbine.

Polazna osnova i potreba za izradu ove studije su primedbe i negodovanja individualnih poljoprivrednih proizvođača koji su vlasnici ili korisnici ratarskih parcela, da se prinos ratarskih useva kao što su kukuruz, i naročito soja, smanjuje u neposrednoj blizini radnog pojasa vetroturbina.

Kao polazne osnove za izražavanje sumnje poljoprivrednih proizvođača u smanjenu produktivnost ratarskih useva mogu da se navedu:

1. Nepoželjna mikroklima na parcelama neposredno uz vetroturbine kao posledica rada elise, odnosno smanjenje relativne vlažnosti vazduha u radnom pojasu, smanjenje količine padavina i izmenjen temperaturni režim koji menja sumu „toplotnih jedinica“ potrebnu za optimalni prinos za svaki pojedinačni ratarski usev.

ANALIZA METEOROLOŠKIH USLOVA U PROIZVODNOJ GODINI 2024/25.

Tabela 1. Analiza kretanja mesečnih temperatura i relativne vlažnosti vazduha za period
JANUAR (2025) - SEPTEMBAR (2025) u proizvodnoj sezoni

Mesec	Temperature vazduha (°C)			Relativna vlažnost vazduha (%)
	srednje	minimalne	maksimalne	
I	2,66	-5,29	17,61	92,84
II	1,48	-9,88	17,07	69,62
III	9,57	-5,95	23,44	71,74
IV	13,59	-4,19	28,72	65,22
V	15,82	3,78	30,82	67,78
VI	<u>24,06</u>	9,34	<u>38,9</u>	<u>50,57</u>
VII	<u>23,7</u>	11,92	<u>39,79</u>	<u>59,97</u>
VIII	<u>23,23</u>	7,22	<u>37,89</u>	<u>51,99</u>
IX	20,37	6,86	33,69	60,84

NAPOMENA: Podaci za temperature i relativnu vlažnost vazduha su preuzeti sa automatske merne stanice koja se nalazi u selu Debeljača, koja je najbliža vetroparku Kovačica, a u sklopu je mernih stanica koje su u vlasništvu razvojno-istraživačkog Instituta Tamiš ([www.https://ng.fieldclimate.com/station/00000E99/data](https://ng.fieldclimate.com/station/00000E99/data)). Podvučene vrednosti označavaju ekstremne vrednosti za prikazane parametre, u određenim danima.

Iz tabele se može videti da temperaturni režim do početka klimatološkog leta (početak juna) nije bio limitirajući faktor za normalno rastenje i razviće pšenice, naročito u reproduktivnim fenofazama (klasanje, cvetanje, naliivanje zrna), kao i za početne fenofaze razvića kod širokoredih useva obuhvaćenih ovim istraživanjima (kukuruz, suncokret i soja). Prinosi pšenice ostvareni u ovim istraživanjima se smatraju zadovoljavajućim za proizvodne uslove kao i lokalitet (oko 8 t/ha).

Međutim, u periodu jun-avgust (naročito u junu) zabeležene su veoma visoke vrednosti srednjih mesečnih temperatura (označene crvenim u tabeli) kao i niske vrednosti relativne vlažnosti vazduha (označene crvenim) koje su dovele do drastičnog pada prinosa kod širokoredih useva (okopavina).

Analiza uslova vlažnosti za period JANUAR (2025)-SEPTEMBAR (2025) u proizvodnoj sezoni

Tabela 2. Analiza kretanja mesečnih količina padavina za period JANUAR (2025) - SEPTEMBAR_(2025) u proizvodnoj sezoni

Mesec	Suma padavina (l/m ²)
I	15,0
II	24,2
III	52,8
IV	35,4
V	69,6
VI	<u>10,4</u>
VII	<u>15,8</u>
VIII	<u>2,4</u>
IX	3,6

NAPOMENA: Podaci za padavine su preuzeti sa automatske merne stanice koja se nalazi u selu Debeljača, koja je najbliža vetroparku Kovačica, a u sklopu je mernih stanica koje su u vlasništvu razvojnog Instituta Tamiš ([www.https://ng.fieldclimate.com/station/00000E99/data](https://ng.fieldclimate.com/station/00000E99/data))

Do trenutka pisanja ovog izveštaja, na lokaciji Debeljača koja je najbliža vetroparku Kovačica, ukupno je od početka kalendarske godine izmereno 337 mm (l/m²) kiše, što se smatra izuzetno malom količinom vodenog taloga.

Međutim, kada je u pitanju pšenica, rezerve vodenog taloga iz zimskog i rano prolećnog dela vegetacionog perioda (52,8 mm u martu i 35,4 mm u aprilu mesecu), a naročito tokom najvećeg kritičnog perioda za vodu (klasanje i cvetanje-maj mesec) sa 69,6 mmm vodenog taloga doprineli su, u kombinaciji sa optimalnim temperaturnim režima (bez znatnih ekstrema), sasvim zadovoljavajućem prinosu pšenice u celini, kao i na ispitivanoj lokaciji.

Širokoredi usevi ispitivani u ovim istraživanjima reagovali su znatnim smanjenjem prinosa usled veoma malih količina padavina tokom perioda jun-avgust (ukupno samo 28,6 mm) u kojem su se oni nalazili u najvećem kritičnom periodu za vodu. Ovo smanjenje prinosa se prema našim procenama kretalo od oko 50 % kod suncokreta, zatim 70% kod kukuruza i najviše kod soje do 80%.



Analizom temperaturnih uslova kao i uslova vlažnosti (količina i raspored padavina) obuhvaćen je kritični period za vodom kod pšenice (april i maj) i širokoredih ratarskih useva, kukuruz, soja i suncokret (jun i jul) u kojima nedostatak padavina može eventualno da se odrazi na smanjenje prinosa u kombinaciji sa nadprosečnim temperaturama vazduha. Količina i raspored padavina nisu bili limitirajući faktor za postizanje optimalnih prinosa pšenice u datoj proizvodnoj godini, dok su kod najznačajnijih širokoredih useva (kukuruz, suncokret i soja) uticali na drastično smanjenje prinosa i to za čak 50-80% u odnosu na prosečni prinos.

Generalno posmatrano, proizvodna 2025. godina, sa stanovišta prinosa strnih žita, a naročito pšenice, može da se oceni kao sasvim zadovoljavajuća. Ostvareni prinosi pšenice su se uglavnom kretali na nivou prosečnih vrednosti, odnosno u intervalu od 7-9 t/ha, kako na nivou AP Vojvodine tako i na prostoru užeg dela Srbije.

Nasuprot ovome, proizvodna 2025. godina sa aspekta prinosa širokoredih (letnjih) useva odnosno okopavina može da se oceni kao izuzetno loša. U prilog ovome mogu da se iznesu podaci o prinosima, koji su se kod kukuruza kretali u intervalu od 500-3.000 kg/ha na većini parcela, a kod suncokreta od 1.000-2.000 kg/ha najčešće (izuzetno, na pojedinim parcelama prinos je dostizao i preko 4.000 kg/ha). Soja, kao mahunarka, je najviše reagovala smanjenjem prinosa u ovoj proizvodnoj godini sa prinosima a_koji su se najčešće kretali u intervalu od 500-1.500 kg/ha. Izuzetak čine parcele pod sojom koje su bile u zalivnim sistemima gde su se prinosi kretali najviše do 2.500 kg/ha.

PLAN I PROGRAM PRAĆENJA I ŽETVE RATARSKIH USEVA

Pšenica

Stanje useva pšenice na izabranoj parceli u trenutku uzorkovanja i mehanizovane žetve specijalizovanim kombajnom za oglede bilo je izuzetno dobro. Usev pšenice je imao sasvim zadovoljavajući sklop (gustina useva) sa dobrim opštim zdravstvenim stanjem, bez uočenog prisustva značajnijih bolesti koje mogu dosta da redukuju prinos (fuzarioza klasa, rđa itd.). U prilog ovome govori visina ostvarenog prinosa kao i izuzetno dobra hektolitarska masa.

Usev pšenice je praćen od početka naliivanja zrna (mlečna zrelost) do trenutka žetve (krajem juna), izlascima na teren i uz konstatovanje eventualnih nepravilnosti koje bi mogle negativno da se odraze na produktivnost pšenice. Ovaj vid monitoringa proizvodnje pšenice je realizovan uz neophodnu fotodokumentaciju koja je priložena u konačnom izveštaju.

U punoj (fiziološkoj) zrelosti izvršena je mehanizovana žetva specijalizovanim kombajnom za mikro i makrooglede ("plot kombajn") i to u delu parcele koji je označen kao tretman-T i neposredno je uz vetroturbinu i delu parcele koji je udaljen ne manje od 100 m od vetroturbine (kontrola-O)

Za analizu praćenja produktivnosti pšenice, kao reprezentativna i odgovarajuća, izabrana je parcela pod usevom pšenice kod vetroturbine označene kao WTG 39. Žetva je obavljena 27.6.2025. godine u 6 otkosa (ponavljanja) veličine po 45 m² (30 x 1,5 m²), dok je veličina obračunske parcele iznosila ukupno 270 m² (6 x 45 m²).

Dobijeni podaci obrađeni su metodom jednofaktorijalne analize varijanse (ANOVA), a značajnost razlika testirana je Duncan-ovim testom.

Analiza produktivnosti pšenice

Tabela 3. Analiza produktivnosti pšenice u zoni vetroturbine WTG 39

Analizirani parametar	Kontrola (O)	Tretman (T)	Prosek
Hektolitarska masa (kg/hl)	86,52a	84,90a	72,6
Prinos zrna (kg/ha)	8.078,1a	8.142,2a	8.110,2
Prinos zrna u kg po obračunskoj parceli (270 m ²)	218,11a	219,84a	218,98
Sadržaj vode u zrnu pšenice (%)	13,48a	13,48 a	13,48

Napomena: Vrednosti označene istim slovima se statistički ne razlikuju značajno ($\alpha=0,05$; $df=12$)

Kukuruz i suncokret

Stanje useva kukuruza i suncokreta na izabranim parcelama nije bilo zadovoljavajuće. Biljke su bile niskog rasta, sa slabo razvijenim klipovima (kukuruz) i glavicama (suncokret) koji su bili slabo ozrnjeni kao posledica dužeg perioda suše odnosno visokih temperatura u kombinaciji sa izraženim nedostatkom padavina (jun mesec). Prinosi su bili znatno ispod proseka za konkretno područje gajenja, a smanjenje prinosa se prema procenama kretalo u intervalu od 50-70%.

Usevi kukuruza i suncokreta su praćeni od juna meseca, do trenutka žetve, izlascima na teren radi konstatovanja eventualnih nepravilnosti koje bi mogle negativno da se odraze na prinos kukuruza i suncokreta. Praćenje proizvodnje kukuruza i suncokreta je obavljeno uz neophodnu fotodokumentaciju koja je priložena u konačnom izveštaju.

U punoj (fiziološkoj) zrelosti pred kombajniranje, od strane vlasnika ili korisnika parcela zbog specifičnosti samih useva, ručno su uzimani uzorci kukuruza i suncokreta počevši od dela parcele koji je označen kao „tretman-T“, koji neposrednu uz vetroturbine i deo parcele udaljen najmanje 100 metara do vetroturbine (kontrola-O) i to po metodologiji koja je detaljno opisana i sprovedena tokom proizvodne 2023. godine, na odabranim i pogodnim parcelama.

Markiranje delova parcela radi uzimanja uzoraka za merenje i obračun prinosa obavljeno je takođe pred samu žetvu putem formiranja „obračunskih parcelica“ veličine 50 m² (5 redova dužine 14,3 m²). Iz ovih parcelica uzimane su sve biljke za obračun prinosa, a deo biljaka (50, po 10 iz sredine svakog reda) su poslužile kao materijal za utvrđivanje eventualnih razlika u morfološkim osobinama, osobinama rodnosti (komponente prinosa).

Manuelna žetva uzoraka suncokreta je izvršena 29.8._2025._godine. Za analizu praćenja parametara produktivnosti suncokreta, kao reprezentativna, izabrana je parcela pod usevom suncokreta kod vetroturbine označene kao WTG 11. Izmarkirana su 2 polja označena kao kontrola i 2 polja označena kao tretman, iz kojih su posle obračuna prinosa izračunati proseci i prikazani u tabeli 2.

Dobijeni podaci obrađeni su metodom jednofaktorijalne analize varijanse (ANOVA), a značajnost razlika testirana je Duncan-ovim testom.

Tabela 4. Analiza parametara produktivnosti suncokreta u zoni vetroturbine WTG 11

Analizirani parametar	Kontrola (O)	Tretman (T)	Prosek
Masa 1.000 semena (g)	53,73a	59,4a	56,57
Prinos semena (kg/ha)	1.115a	1.290a	1.202,5
Sadržaj vode u zrnju suncokreta (%)	6-7	6-7	6-7

Napomena: Vrednosti označene istim slovima se statistički ne razlikuju značajno ($\alpha=0,05$; $df=12$)

Ručna žetva uzoraka kukuruza obavljena je 9.9.2025. godine. Za praćenje pokazatelja produktivnosti kukuruza, kao pogodne, izabrane su parcele kod vetroturbina označenih kao WTG 36 i WTG 40. Na parceli pod usevom kukuruza kod WTG 36, u delu parcele neposredno uz tubinu, izmarkirana su 2 polja (obračunske parcele) označene kao tretmani T1 i T2, iz kojih je izračunat prosek i prikazan u tabeli 3.

Stanje i kondicija useva suncokreta i kukuruza u različitim fenofazama praćena je najmanje dva puta mesečno, počev od juna meseca, obilascima uz priloženu fotodokumentaciju.

Dobijeni podaci obrađeni su metodom jednofaktorijalne analize varijanse (ANOVA), a značajnost razlika testirana je Duncan-ovim testom.

Tabela 5. Analiza parametara produktivnosti kukuruza u zoni vetroturbine WTG 36

Analizirani parametar	Kontrola (O)	Tretman (T)	Prosek
Masa 1.000 zrna (g)	361,5a	336,25a	348,8
Prinos zrna (kg/ha)	1.900,0a	1.710,0a	1.805,0
Sadržaj vode u zrnu kukuruza(%)	14	14	14

Napomena: Vrednosti označene istim slovima se statistički ne razlikuju značajno ($\alpha=0,05$; $df=12$)

Tabela 6. Analiza parametara produktivnosti kukuruza u zoni vetroturbine WTG 40

Analizirani parametar	Kontrola (O)	Tretman (T)	Prosek
Masa 1.000 zrna (g)	295,0a	297,5a	296,3
Prinos zrna (kg/ha)	1.410a	1.500a	1.455
Sadržaj vode u zrnu kukuruza(%)	14	14	14

Napomena: Vrednosti označene istim slovima se statistički ne razlikuju značajno ($\alpha=0,05$; $df=12$)

Soja

Soja je, uopšteno posmatrano, ratarski usev koji je u ovoj proizvodnoj godini najviše reagovao smanjenjem prinosa i to čak do 80%. Prinosi zrna soje ostvareni na izabranoj parceli (oko 700 kg/ha) kretali su se na nivou prosečnih vrednosti u većini proizvodnih područja pogodnih za gajenje soje kao i u konkretnom području gajenja (južni Banat). Biljke u usevu soje su bile izuzetno niske, sa malim brojem slabo ozrmljenih mahuna i nižom hektolitarskom masom.

Usev soje je praćen od juna meseca, do trenutka žetve, izlascima na teren radi konstatovanja eventualnih nepravilnosti koje bi mogle negativno da se odraze na prinos soje, a sve po potrebi i dogovoru. Praćenje proizvodnje soje je obavljeno uz neophodnu fotodokumentaciju koja je priložena u konačnom izveštaju.

U punoj (fiziološkoj) zrelosti izvršena je mehanizovana žetva specijalizovanim kombajnom za mikro i makrooglede ("plot kombajn") i to u delu parcele koji je označen kao „standard“ ili „kontrola“ i neposredno je uz vetroturbinu (kontrola-O) i delu parcele koji je udaljen ne manje od 100 m od vetroturbine (tretman-T).

Za analizu praćenja produktivnosti soje, kao reprezentativna i odgovarajuća, izabrana je parcela pod usevom soje kod vetroturbine označene kao WTG 6. Žetva je obavljena 18.9.2025. godine u 5 otkosa (ponavljanja) veličine po 30 m² (20 x 1,5 m²), dok je veličina obračunske parcele iznosila ukupno 150 m² (5 x 30 m²).

Dobijeni podaci obrađeni su metodom jednofaktorijalne analize varijanse (ANOVA), a značajnost razlika testirana je Duncan-ovim testom.

Tabela 7. Analiza parametara produktivnosti soje u zoni vetroturbine WTG 6

Analizirani parametar	Kontrola (O)	Tretman (T)	Prosek
Hektolitarska masa (kg/hl)	65,38a	76,07a	70,73
Prinos zrna (kg/ha)	652a	728a	690
Prinos zrna u kg po obračunskoj parceli (150 m ²)	9,78a	10,92a	10,35
Sadržaj vode u zrnu soje (%)	11,24a	10,84 a	11,04

Napomena: Vrednosti označene istim slovima se statistički ne razlikuju značajno ($\alpha=0,05$; $df=12$)

ZAKLJUČAK I PREDLOG

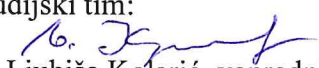
Izbor parcela u okviru vetroparka za praćenje uticaja vetroturbina na produktivnost najvažnijih ratarskih useva je bio sužen. Odabrane su parcele neposredno uz postavljene vetroturbine sa usevima i primenjenom metodologijom tzv. "poljskog oglada" koje bi po našem mišljenju dale najprecizniji mogući odgovor po pitanju eventualnog uticaja vetroturbina na njihovu produktivnost. Parcele su uglavnom u vlasništvu manjih poljoprivrednih proizvođača na kojima je primenjen srednji nivo agrotehnike.

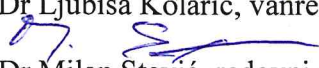
Praćenje navedenih ratarskih useva realizovano je od trenutka ulaska u generativne (reproduktivne) faze rastenja tokom proizvodne 2024/25. godine. Vizuelnim pregledom useva na odabranim parcečama nije uočena značajnija razlika u stanju, kondiciji i ujednačenosti biljaka, u delovima parcele neposredno uz vetroturbine u odnosu na deo parcele koji je udaljen 100 m od vetroturbina, a koje bi ukazivale na eventualni uticaj vetroturbina na njihovu produktivnost. Razlike u dobijenim vrednostima analiziranih parametara produktivnosti i kvaliteta zrna između delova parcela označenih kao tretman (T) i kontrola (O), a koje su prilikom statističke obrade podataka označene kao statistički beznačajne ($P > 0.05$) najverovatnije su posledica heterogenosti zemljišta, zatim neujednačene i neprecizne setve koja je uslovlila različit sklop odnosno različit broj biljaka po hektaru u žetvi. Ovo se najviše odnosi na soju kao posmatrani usev koja je i najznačajnije reagovala smanjenjem prinosa čak i do 80% u odnosu na prosečne vrednosti u konkretnim agroekološkim uslovima. Važno je da se istakne da su u usevu soje veći prinosi zrna ostvareni u delu parcele bliže vetrenjači što je bio slučaj i u proizvodnoj 2023. godini.

Područje gde je postavljen vetropark je pod stalnim i svakodnevnim uticajem vetra različitih pravaca i jačine ("ruža vetrova") koji utiču na veće ili manje isušivanje površinskog sloja zemljišta, naročito u toku letnjih meseci, kada je, usled visokih temperatura intenzivnija i evaporacija ("fenski efekat"). Osim toga, elise vetroturbina pokreće vetar određene brzine (5 m/s) a time, što je jači, više utiče na gubljenje površinske vlage zemljišta, koja je jedan od glavnih preduslova optimalne i stabilne proizvodnje i produktivnosti svih ratarskih useva u tzv. "suvom ratarenju".

Istraživanje uticaja vetroturbina na produktivnost najvažnijih ratarskih useva bi trebalo kontinuirano pratiti u dužem vremenskom period (ne manje od 2 proizvodne godine) i isto tako posmatrati sa više aspekata, kao što su agrotehnički i agroekološki, odnosno različitih pravaca, do konačnog donošenja zaključka o eventualnom uticaju vetroturbina na produktivnost ratarskih useva. Takođe, napominjemo da je svaka proizvodna godina u ratarstvu specifična i posebna, te ako se monitoring vrši u dužem vremenskom periodu i rezultati će biti relevantniji i pouzdaniji.

Studijski tim:


Dr Ljubiša Kolarić, vanredni profesor


Dr Milan Stević, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet

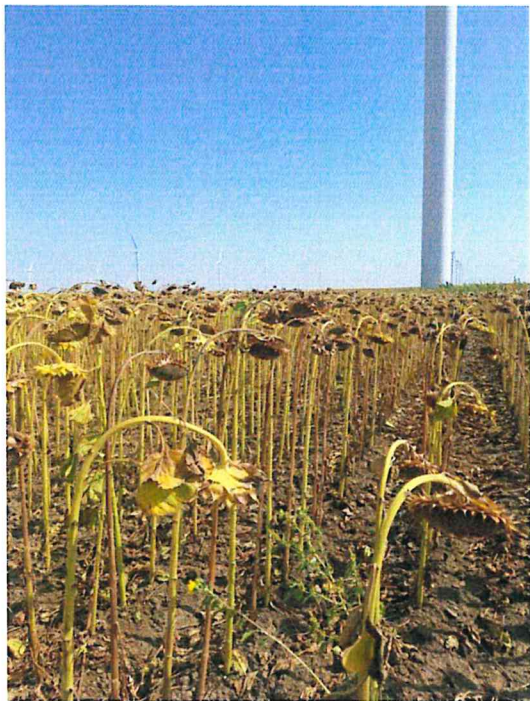
Nemanjina 6, 11080 Zemun

PRILOG 1. Fotodokumentacija

Usevi pšenice kod vetroturbine WTG 39



Usev **suncokreta** kod vetroturbine WTG 11





Usevi **kukuruza** kod vetroturbina WTG 36 i 40





Usev **soje** kod vetroturbine WTG 6



