

## УГРОЖЕНОСТ ЗАПАДНЕ БАЧКЕ ПРОЦЕСОМ ЕОЛСКЕ ЕРОЗИЈЕ

ЉУБОМИР ЛЕТИЋ<sup>1</sup>  
РАДОВАН САВИЋ<sup>2</sup>  
ВЕСНА НИКОЛИЋ<sup>1</sup>

**Извод:** Западни део Војводине, посебно Бачке, угрожен је штетним утицајем ветра који се нарочито истиче на простору општине Апатин. Угроженост овог простора дефинисана је применом емпиријских модела прорачуна интензитета еолске ерозије, Пасак (1967.) и ИВЕП (1989.). Посебна пажња посвећена је утицајним параметрима као што су: ветар, структура и влага земљишта, еродибилност и вегетација и др. У овом раду приказани су потенцијални интензитети еолске ерозије према типовима земљишта.

**Кључне речи:** еолска ерозија, типови земљишта, еродибилност, модели процене.

### WIND EROSION HAZARD IN WESTERN BAČKA

**Abstract:** West side of Vojvodina, a special Bačka, is imperil by harmful influence of the wind which is a special related on the side of community Apatin. Imperil part of this area is define by the applied empirical methods were the models of wind erosion intensity assesment after Pasak (1967), and model IVEP after Letić (1989) . Special attention was focused to the parameters that condition sand deflation: wind, soil moisture, particle size composition, erodibility and vegetation.

The aim of the study was to identify the potential intensity of wind erosion, quantity of sediment and the degree of risk for the study soil types.

**Key words:** wind erosion, soil types, erodibility, assessment models.

## 1. УВОД

Пространство војвођанске равнице угрожено је ветровима различитог интензитета и праваца који премештају честице земљишта са незаштићених пољопривредних површина, засипају каналску мрежу, комуникације, насеља и друге површине, и на тај начин чине непроцењиве штете пољопривреди, водопривреди, урбанизму, животној средини и др (слика 1). Ови процеси су нарочито развијени у западном делу Бачке, где су доминантни северни и северозападни ветрови, нарочито у зимско-пролетњем и јесењем периоду кад су пољопривредне површине углавном без заштите. У овом раду анализиран је простор општине Апатин, као типичног представника западне Бачке, где су обрађивани релевантни параметри

<sup>1</sup> др Љубомир Летић, ред. проф.; Весна Николић, дипл. инж.; Шумарски факултет Универзитета у Београду

<sup>2</sup> др Радован Савић, ванр. проф.; Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду

са циљем да се утврди степен угрожености земљишта еолском ерозијом, у зависности од начина његовог коришћења, односно, стања заштитног покривача.

Подручје општине Апатин налази се у централном делу западне Бачке и заузима површину од 34 956 ha, од чега 72,27% пољопривредне површине, од чега су: оранице 63,98%, воћњаци и виногради 0,81%, ливаде 0,91%, пашњаци 4,95% и трстици и баре 1,61%. Шуме и шумско земљиште заузимају 15,07 % и неплодно земљиште 12,66%, П л а в ш а, J. et. al. (1994). Како су на простору ове општине ораницне површине заступљене са преко 60%, то се неповољна ситуација, са аспекта ерозије ветром, јавља на већем делу територије. Велико учешће ораница, које су током године делимично или потпуно без вегетације, уништавање заштитног зеленила, начин организације територије и савремена агротехника поспешују развој дефлационих процеса на овом подручју.

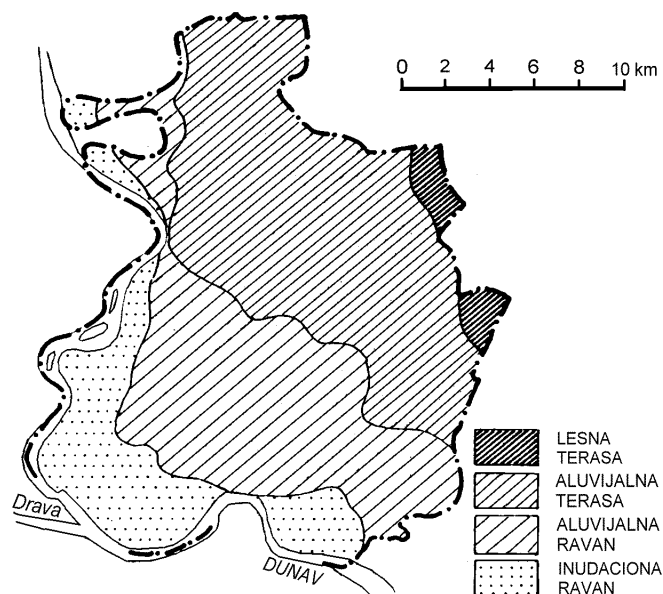


**Слика 1.** Еолска ерозија у Војводини  
**Figure 1.** Aeolian erosion in Vojvodina

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Равничарски рељеф истраживаног простора поседује карактеристичне особности које погодују развоју еолских процеса, а односе се на степен влажности, формирање више типова земљишта, али и изложености штетним ветровима. Према подацима Б у к у р о в, Б. (1975), на подручју општине Апатин издвојени су следећи геоморфолошки елементи: лесна тераса и алувијалана равана, с тим што алувијална равана Дунава има три нивоа: највиши-алувијалну терасу, средњи-алувијалну равана и најнижи-инудациону равана (слика 2). Ове целине се свакако раз-

ликују по условима за развој процеса дефлације и крећу се од влажних површина уз Дунав, до веома сувих на лесној тераси и лесним заравнима.



Слика 2. Геоморфолошке целине општине Апатин  
Figure 2. Geomorphological units in municipality of Apatin

На матичном супстрату лесу и алувијалним наслагама формирано је више типова земљишта, и то: чернозем и ливадска црница, које се налазе на највишим деловима лесне терасе; ритска црница - везана за алувијалну раван и њен контакт са најнижим делом лесне терасе; слатине се јављају на локалним депресијама на лесној тераси, а алувијално земљиште се јавља на самој алувијалној равни Дунава.

У таквим условима, ниже делове инудационе равни Дунава и око бара и канала насељава барска и травна вегетација. На нешто вишим теренима налази се заједница мочварних ливада, а највише делове инудационе равни и алувијалну терасу насељавају ливаде и шуме. Међутим, са аспекта развоја еолске ерозије, највећи проблем су ораничне површине (60%) са ратарским и др. културама које у пролеће и јесен не штите површину тла од штетних ветрова.

Пошто на подручју општине Апатин не постоје одговарајућа истраживања интензитета еолске ерозије, предложен је **модел емпиријске процене:**

а. П а с а к, В., (1967.), чији израз гласи:

$$E_p = 22,02 - 0,76 P - 1,67 V + 2,64 R. \quad (1)$$

Наведени математички модел дефинише потенцијани интензитет еолске ерозије  $E_p$  -  $g/m^2$ , на основу експериментално утврђених емпиријских константи, где су  $P$  - количина нееродибилних ( $> 0,8 mm$ ) честица (%),  $V$  - релативна влага земљишта (%),  $R$ - брзина ветра при тлу (m/s).

б. ИВЕП (Л е т и ћ , Љ., 1989.), чији израз гласи:

$$En = A \cdot e^{B \cdot Q_v} \cdot T, \quad (2)$$

где су:  $En$ - количина еолског наноса  $kg/m$ ,  $e$  – природни број,  $A$  и  $B$  – коефицијенти регресије,  $Q_v$  - секундни протицај ваздуха  $m/s$ . Ова једначина тарирана је на просечни дијаметар  $D = 0,20$  mm и брзину ветра, непосредно изнад тла, већу од  $V_{min} = 3,00$  m/s.

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Применом математичких модела ПАСАК и ИВЕП извршена је емпиријска процена потенцијалног интензитета еолске ерозије на подручју општине Апатин. За потребе усвојених модела користили су се расположиви подаци о клими, земљишту, вегетационом покривачу и др., а неки од њих посебно се истичу.

#### 3.1. Ветар

Ваздушна струјања су основни чинилац који покреће и премешта честице земљишта, а на истраживаном простору дефинисан је својом северном, односно, северозападном компонентом, како по брзини тако и по честини.

**Табела 1.** Годишњи ток трајања јаких ветрова (>12,3 m/s) и њихових брзина, ХМС Сомбор

**Table 1.** Annual duration of strong winds (>12,3 m/s) and their speed, HMS Sombor

месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ГОД
Брзина m/s	5.90	8.73	7.63	5.29	6.15	6.64	6.03	7.01	5.90	8.36	5.90	5.90	6.62
Трајање дан	1.1	1.2	4.0	3.0	2.4	2.1	1.6	1.5	1.0	1.1	2.0	1.2	22.2

Подаци о ветру узети су са оближње ХМС „Сомбор“, с тим што су вредности брзине мерене на 10,0 m висине редуковане на висину 0,05 m, како захтевају примењени модели за процену интензитета еолске ерозије. Према тим подацима олујни ветрови са севера и северозапада јављају се у просеку 22,2 дана и формирају веома изражен зимско-пролетњи и знатно слабији јесењи ветроерозиони период (табела 1). Међутим, иако су ови ветрови у току јесени са знатно краћим временом трајања, нису ништа мање штетни, јер се одликују великим брзинама у условима најмањег садржаја влаге у земљишту.

#### 3.2. Механички састав земљишта

Параметар који дефинише границу покретљивости честица, односно, степен еродибилности земљишта, а самим тим и интензитет процеса дефлације. Према усвојеној методологији, еродибилно је оно земљиште у чији састав улазе честице мање од 0,8 mm. На основу расположивих података (Ж и в к о в и ћ, Б. *et al.*, 1972), установљено је да преовлађујући черноземи истраживаног подручја садрже у просеку око 1,00% нееродибилних честица, ритске и ливадске црнице 7,24%, а алувијална земљишта 8,10 %.

### 3.3. Влага у земљишту

Веома значајан параметар који утиче на кохезионо повезивање честица земљишта и њихово супротстављање агресивном деловању ветра је влага у земљишту (Летић, Љ., 1989). На основу теренских истраживања и података из литературе (Ж и в к о в и ћ, Б. *et al.*, 1972), на простору Апатина установљен је садржај воде по типовима земљишта и по месецима (табела 2). Из наведених података може се констатовати да је чернозем најсувље земљиште, са појавом максимума у фебруару, а да су алувијална земљишта највлажнија са веома високим садржајем воде у периоду јануар-мај. Ритске црнице се по садржају воде налазе између наведених типова земљишта и са максимумом у мају месецу.

**Табела 2.** Садржај воде у земљишту (%)

**Table 2.** Moisture content in the soil (%)

врста зем./мес.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ЧЕРНОЗЕМ	11.77	14.98	11.78	13.91	11.75	8.56	6.42	5.35	3.21	6.42	4.28	8.56
Р. ЦРНИЦА	12.21	15.87	10.99	14.65	18.32	9.75	7.33	6.11	4.88	7.33	4.88	9.77
АЛУВИЈАЛНО	23.04	27.65	23.05	23.04	23.03	18.41	13.83	18.42	18.43	13.83	9.22	18.44

### 3.4. Потенцијални интензитет еолске ерозије

Могућа или очекивана количина еолског наноса на подручју Апатина утврђена је емпиријски на основу предходно утврђених параметара климе, подлоге и вегетације и приказана је у табели 3 и на графикону 1. Према добијеним подацима чернозема су веома угрожен тип земљишта у овом делу Војводине, са месечним интензитетом који варира између 0,14 и 0,31 t/ha (PASAK), односно, од 6 до 28,6 t/ha (IVER), са максимумом у марту и октобру (графикон 3а). Други по угрожености су црнице, ливадска и ритска, код којих месечни интензитети износе 0,035-0,265 t/ha (PASAK), а по IVER-у, слично као код чернозема, од 6 до 28,6 t/ha (графикон 3б). Алувијална земљишта су најмање угрожена и њихови месечни интензитети варирају од 0,00 до 0,08 t/ha (PASAK), са изостанком дефлације у влажном периоду јануар-мај, односно, од 2,2 до 16 t/ha (IVER), са појавом максимума у марту и октобру (графикон 3ц).

Потенцијални интензитети еолске ерозије на истраживаном подручју, у вегетационом периоду (април-септембар) значајно се редукује услед заштитног ефекта вегетације која смањује брзину ветра и као прекривка штити честице тла. Према неким истраживањима, Л е т и ћ, Љ. (1989), шума максимално редукује процес делације на 0,3 т/ха/год., травне формације на 0,6 t/ha/god. Заштитни ефекат ратарских култура је близак травним екосистемима па су потенцијални интензитети ерозије ветром значајно редуковани у периоду вегетације. Њихове вредности код чернозема се крећу од 0,021-0,090 t/ha/mes, код црнице од 0,027-0,090 t/ha/mes и код алувијалних земљишта од 0,024-0,072 t/ha/mes (табела 3).

**Табела 3.** Потенцијални интензитет - количина еолског наноса за поједине типове земљишта Апатин

**Table 3.** Potential intensity- amount of the aeolian drift for some soil types in Apatin

ЧЕРНОЗЕМ													
МЕСЕЦИ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
PASAK (t/ha)	0.17	0.19	0.22	0.14	0.20	0.24	0.27	0.31	0.31	0.32	0.29	0.22	2.88
IVEP (t/ha) вегетац.пер.	5.5	4.8	28	6 0,021	13.4 0,048	21 0,078	9.6 0,036	24 0,090	7 0,027	28.6	14	7.2	169.1 88,4
Р. ЦРНИЦА													
МЕСЕЦИ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
PASAK (t/ha)	0.116	0.127	0.18	0.057	0.035	0.18	0.2	0.245	0.235	0.265	0.235	0.16	2.035
IVEP (t/ha) Вегетац. п.	3.7	4.8	28	6 0,03	4.8 0,027	11.8 0,063	9.6 0,051	16.5 0,090	7 0,039	28.6	14	6	140.8 80
АЛУВИЈАЛНО ЗЕМЉИШТЕ													
МЕСЕЦИ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
PASAK (t/ha)	-	-	-	-	-	0.023	0.08	0.032	0.003	0.15	0.16	0.003	0.45
IVEP (t/ha) Вегетац. п.	2.2	4.8	16	6 0,072	4.8 0,057	4.2 0,048	5.4 0,063	3 0,036	2 0,024	6.6	10	2.4	67.4 42,3

На основу података о геоморфолошким и педолошким карактеристикама земљишта као одликама вегетације истраживаног подручја, у датим климатским условима, изведене су просечне вредности потенцијалног интензитета еолске ерозије и приказане као потенцијална годишња количина еолског наноса за оба модела (табела 4).

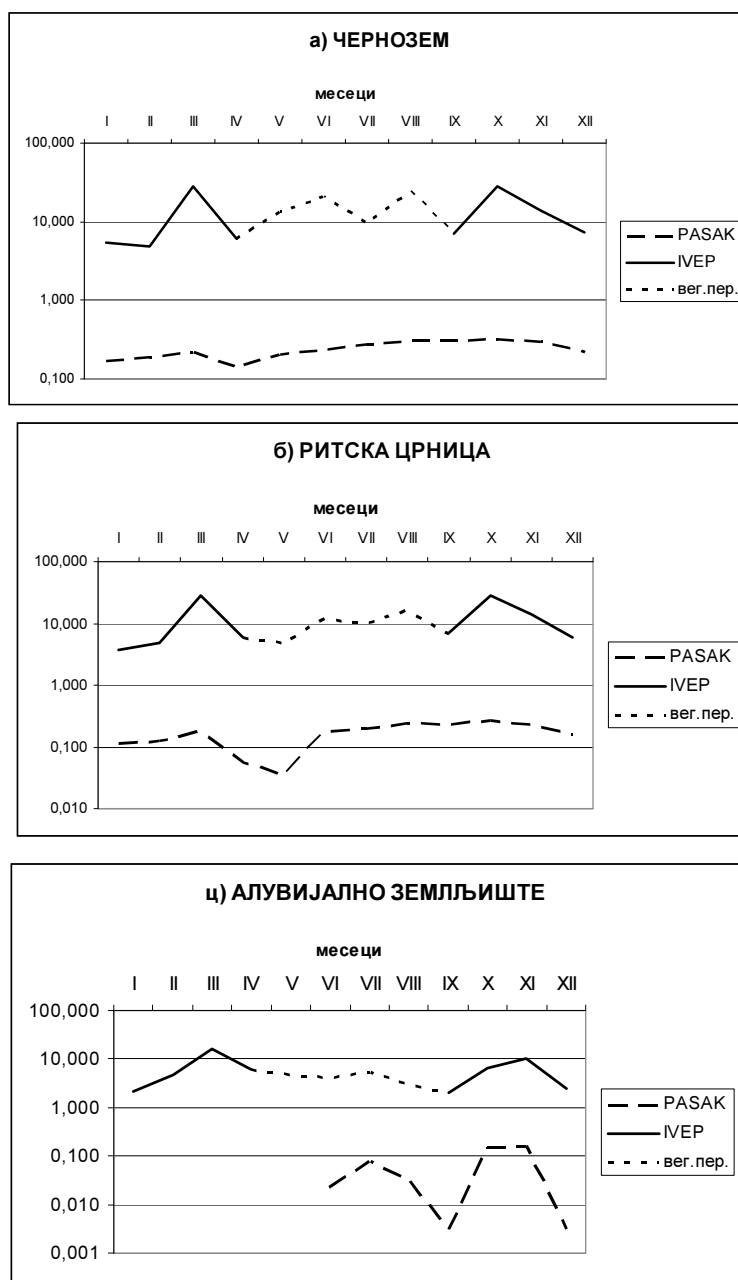
**Табела 4.** Годишње вредности потенцијалних количина еолског наноса, Апатин

**Table 4.** Annual values of potential amounts of aeolian drift, Apatin

Тип земљишта	km	%	PASAK En (t/ha)	IVEP En (t/ha)
чернозем	140.01	40.12	2.88	88.4
рпска црница и ливадска црница	81.85	23.45	2.04	80.0
алувијално земљиште	102.55	29.38	0.45	42.3
мочварно глејно	5.44	1.56	-	-
солоњец	13.15	3.77	-	-
укупно	343.00	98.28	5.37	210.7

#### 4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу добијених података, установљених применом математичких модела ПАСАК и ИВЕП, о потенцијалном интензитету ерозије ветром на подручју општине Апатин, може се констатовати следеће:



**Графикон 3.** Количина (потенцијална) еолског наноса: а) чернозем, б) ритска црница, в) алувијално земљиште  
**Figure 3.** Amount (potential) of aeolian drift: a) chernozem, b) humogley, c) alluvial soil

- ветроерозиони, ризични периоди времена јављају се у марту и октобру, с тим што је јесењи период знатно неповољнији јер је смањен садржај влаге у земљишту, а струјање ваздуха агресивно;
- најутроженији тип земљишта је чернозем, затим ритска црница, а најмање подложна дефлацији су алувијална земљишта;
- разлике потенцијалног интензитета еолске ерозије, код примењених модела, крећу се за: чернозем-30,69 пута, р. црница - 39,31 пута и 94,0 пута алувијално земљиште, више у корист нашег модела истраживања (ИВЕРП).

Значајне разлике у емпиријској процени потенцијалног интензитета еолске ерозије између чешког и нашег модела указују на приоритет коришћења сопственог модела уз обавезу тарирања и прилагођавања различитим локалитетима.

## ЛИТЕРАТУРА

Pasak, V. (1967): Faktory ovlivnujci vetrnov vetrnouerozi pudy, Vedecke prace, VUM, Praha.

Живковић, Б., Нејгебауер, В., Танасијевић, Ђ., Миљковић, Н., Стоковић, Л., Дрезгић, П. (1972): Земљишта Војводине, Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.

Томић, П. (1981): Општина Ковин, Монографија, ПНФ, Нови Сад.

Летић, Љ. (1989): Истраживање интензитета еолске ерозије на подручју Суботичко Хоргошке пешчара. Докторска дисертација, Шумарски факултет, Београд.

Летић, Љ., Савић, Р., Божновић, М. (2001): Немирни песак, Монографија, Суботица.

\* (1994): Општина Апатин. Монографија, ПМФ институт за географију, Нови Сад.

## WIND EROSION HAZARD IN WESTERN BAČKA

*Letić Ljubomir  
Radovan Savić  
Vesna Nikolić*

### Summary

The area of Apatin covers 34 300 ha, of which 72.27% is arable land, 15.07 % forests, 12.66 % barren land.

The study results show that wind erosion intensity, i.e. the quantity of sediment depend on the soil type and vegetation cover. Based on the previous data on the percentage of individual soil types and vegetation types in the areas of specially designated geomorphological entities, the values of the potential wind erosion intensity and quantity of wind sediment show significant differences. According to the data of IVEP model (1982), the adopted value of sediment quantity amounts to 0.3 t/ha in the forests, and 0.6 t/ha in the grasslands.

The most endangered soils are the alluvial soil, and then humogley, and the least endangered soil is chernozem (by IVEP model), i.e. humogley followed by chernozem, (after Pasak).

Such a significant difference in the empirical assessment of wind erosion intensity, shows that it is justified to implement the domestic models (IVEP).