

Sadržaj fosfora u kanalskim sedimentima

Radovan Savić¹, Ljubomir Letić², Gabrijel Ondrašek³,
Atila Bezdán¹, Vesna Nikolić²

¹Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, Srbija

²Šumarski fakultet, Beograd, Srbija

³Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska

Rezime

Preko 75% pretežno ravničarskog područja Vojvodine pokriveno je obradivim poljoprivrednim zemljištem. Znatnim delom godine ove površine su bez vegetacionog pokrivača te su izložene različitim vidovima vodne i eolske erozije. Erozijski procesi dovode do odnošenja najfinijeg površinskog sloja zemljišta a sa njim i unetih agrohemijskih sredstava i opadanja plodnosti. Ovo se pre svega odnosi na sadržaj fosfora čija su jedinjenja snažno vezana za čvrstu fazu zemljišta. Jedan deo čestica pokrenutog nanosa dospeva i do relativno guste mreže melioracionih kanala i tu se privremeno ili trajno taloži. Na osnovu analize preko 80 uzoraka, razmatran je sadržaj fosfora u kanalskim sedimentima. Ustanovljene koncentracije ovog elementa u sedimentima višestruko su iznad njihovog sadržaja u okolnom obradivom zemljištu. Povećanje koncentracije fosfora u sedimentima može se uočiti i duž pojedinih analiziranih kanalskih deonica. Naime, značajno su veće koncentracije ovog nutrijenta u uzorcima zahvaćenim na nizvodnim profilima u odnosu na uzvodne profile, u proseku za oko 50 - 60%, ali su izdvojene kanalske deonice gde se ove vrednosti razlikuju i do 5 puta. Dobijeni rezultati jasno ukazuju na procese povećanja koncentracije i kumulacije fosfora u sedimentima kako u odnosu na zemljište u okruženju, tako i duž pojedinih kanalskih deonica.

Ključne reči: sedimenti, kanal, melioracije, fosfor, erozija

Uvod

Osnovna namena melioracionih kanala je sakupljanje i odvođenje suvišnih površinskih i podzemnih voda i/ili dovođenje potrebnih količina vode za navodnjavanje. Realizacijom ovih zadataka stvaraju se neophodni preduslovi za nesmetano odvijanje planiranih poljoprivrednih i drugih aktivnosti na dominantno ravničarskim i obradivim površinama u Vojvodini (75% od ukupno 2,15 miliona ha i oko 20.000 km kanalske mreže). Međutim, pri eksploataciji melioracionih sistema dolazi i do problema u

njihovom radu koji se, između ostalog, mogu manifestovati u drastičnom pogoršanju kvaliteta vode, taloženju nanosa i stvaranju muljevutih naslaga u kanalima. Istaloženi sedimenti utiču na projektovane karakteristike kanala, umanjuju efikasnost realizacije osnovnih namena i funkcionalnost melioracionih kanala i hidrotehničkih objekata na njima. Pored toga, u postojećim prirodnim i antropogenim uslovima i okruženju u kome se sistemi nalaze sve je veći značaj fizičkih, hemijskih i bioloških karakteristika takvih sedimenata. Naime, trase melioracionih kanala se najvećim delom pružaju preko obradivog zemljišta za koje je karakteristična primena zaštitnih sredstava, đubriva i drugih hemijskih sredstava u poljoprivredi. Pored ovog, značajni su i ostali faktori koji dovode do taloženja čestica različitog porekla i sastava i stvaranja mulja u kanalima. Nekim od bitnih faktora koji uzrokuju nastanak i taloženje sedimentnih naslaga smatraju se erozioni procesi na slivnom području i u samim kanalima, površinski i podzemni doticaj, ostaci vegetacije a naročito direktno upuštanje otpadnih voda. Na ovaj način se uticaji koncentrisanih i rasutih zagađenja prenose sa sliva do akvatorija, dospevaju i nagomilavaju u kanalskim sedimentima, a potom se njihova svojstva odražavaju na kvalitet vode, živi svet u kanalima, priobalju i širem okruženju. Sediment koji čine neorganske ili organske čestice čvrstog materijala, predstavlja esencijalnu, dinamičku komponenta svih vodenih sistema koja je zbog izražene tendencije vezivanja rezervoar nutrijenata, toksičnih i štetnih jedinjenja antropogenog i prirodnog porekla. (Savić i sar., 2005; 2007; 2009; 2010)

Erozioni procesi dovode do odnošenja najfjnijeg površinskog sloja zemljišta a sa njim i unetih agrohemijskih sredstava i smanjenja plodnosti. Ovo se pre svega odnosi na sadržaj fosfora čija su jedinjenja snažno vezana za čvrstu fazu zemljišta. Jedan deo čestica pokrenutog nanosa dospeva i do relativno guste mreže melioracionih kanala i tu se privremeno ili trajno taloži (Savić i sar., 2000; 2003). Odnosno, istovremeno dolazi do osiromašenja oraničnog sloja zemljišta usled gubitka fosfora kao važnog makronutrijenta, a sa druge strane, taloženje čestica u kanalima dovodi do povećanja koncentracije i kumulacije fosfora u sedimentima, što predstavlja realnu opasnost za intenziviranje procesa eutrofikacije i svih pratećih negativnih posledica čija je pojava karakteristična za mirne ravničarske vodotoke. Ubrzana eutrofikacija ima značajne posledice na životnu sredinu u samim kanalima, ali je i uzrok smanjenja hidrotehničke i melioracione funkcionalnosti i efikasnosti sistema.

Sprovedene analize i dobijeni rezultati imaju za cilj da ukažu na stepen opterećenosti kanalskih sedimenata fosforom, kvantifikuju njegov potencijalni uticaj na životnu sredinu i doprinesu identifikaciji glavnih uzročnika eventualnih prekomernih koncentracija i tako nastalih nepovoljnih posledica.

Materijal i metode rada

Istraživanjima koja se u kontinuitetu sprovode od 2004. godine, obuhvaćeno je uzorkovanje sedimenata iz preko 40 melioracionih kanala na području Vojvodine. Na svakom kanalu zahvaćena su najmanje po dva uzorka (uzvodni i nizvodni), tako da je analizama razmatrano više od osamdeset uzoraka sedimenata.

Svi uzorci sedimenata - mulja su zahvaćeni u poremećenom stanju sa dna vodotoka. Uzorci su potom označeni, pakovani i transportovani na analizu u laboratoriju

za zemljište Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu (Savić i sar., 2007). Laboratorija je registrovana i zvanično atestirana uz odgovarajuće sertifikate prema međunarodnim standardima ISO 9001 i ISO 14000. Svojstva uzorkovanih sedimenata determinisana su primenom standardnih priznatih metoda, te se dobijeni rezultati mogu u potpunosti smatrati validnim. Uzorci prikupljeni na terenu su vazdušno sušeni, a zatim samleveni u mlinu za zemljište do veličine granula < 2 mm. Lakopristupačni fosfor P_2O_5 , određen je ekstrakcijom amonijum laktatom (AL metoda, Egner i Riehm), detekcija spektrofotometrijski pri talasnoj dužini od 830 nm na UV/VIS spektrofotometru Cary 3E Varian.

U ovom radu naglasak je stavljen na prisustvo fosfora - P_2O_5 (mg/100g) kao važnog makronutrijenata. Nivo njegovog sadržaja u kanalskim sedimentima klasifikovan je prema opšte prihvaćenim agronomskim kriterijumima i upoređen sa koncentracijama u karakterističnim visokoproduktivnim zemljištima Vojvodine tipa černoze i sličnim.

Rezultati i diskusija

Jedan od razloga za povećan sadržaj fosfora u kanalskim sedimentima je njegovo prisustvo u otpadnim vodama koje se upuštaju u kanale kao recipijente. Takođe, ne manje značajan priliv ovog elementa zasnovan je na činjenici da se fosfor čvrsto vezuje za čestice zemljišta i kao takav, u erozionim procesima, dospeva u akvatorije, gde se deponuje u mulju. Prisustvo fosfora u površinskom sloju obradivog zemljišta posledica je njegovog znatno većeg unosa u obliku nekog od đubriva nego što je realna potrošnja i potrebe biljaka. Uprkos težnji za redukcijom primene fosfornih đubriva u Evropskoj Uniji sadržaj fosfora u zemljištu i dalje raste. Pozitivan bilans fosfora u zemljištu (naročito u površinskom sloju) je preduslov za njegov transport ka akvatorijama. Najveće količine fosfora u akvatorije stižu upravo sa obradivih površina, prema procenama preko 50 pa čak i do 70% (NCSU, 2000; WWF, 2000; Belić i sar., 2003). Fosfor se smatra najvažnijim faktorom rasta biljaka u akvatičnim ekosistemima. Sediment igra važnu ulogu u raspoloživosti fosfora u vodenim sredinama, tj. predstavlja "rezervoar" fosfora, pa deo vezanog fosfora u sedimentu može biti, pod određenim fizičko-hemijskim uslovima, ponovo vraćen u vodenu fazu. Odnosno, potrošnjom fosfora iz vode dolazi do novog rastvaranja ovog elementa iz sedimenata i njegovog prelaska u tečnu fazu. Smanjenje unosa fosfora u vodne ekosisteme iz antropogenih izvora zato ne mora uvek da rezultuje brzim oporavkom ekosistema. U nekim slučajevima oslobođena količina fosfora iz sedimenata može povremeno da se izjednači ili čak bude dominantan izvor u poređenju sa unosom antropogenog porekla. Stoga je za revitalizaciju nekog akvatičnog ekosistema, pored svih ostalih aktivnosti, neophodno rešiti problem već istaloženih sedimenata. Prekomerno prisustvo fosfora u vodi i sedimentima uz sadejstvo sa ostalim faktorima jedan je od osnovnih razloga za razvoj ubrzanih procesa eutrofizacije (Savić i sar., 2007; 2009; 2010).

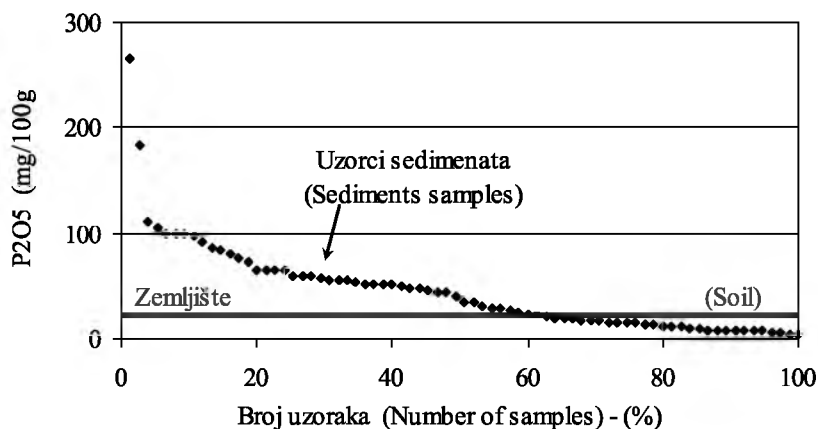
Procesi razlaganja mulja kao i ostali biohemijski procesi su u eutrofnim ekosistemima veoma intenzivni što često kao posledicu ima smanjivanje količine rastvorenog kiseonika, a na kraju i dominaciju anaerobnih nad aerobnim procesima. Uznapredovali procesi eutrofikacije se negativno odražavaju na kvalitet vode i mogućnost njene upotrebe. U stajaćim i sporotekućim vodenim ekosistemima kao što su melioracioni kanali eutrofikacija može biti veoma ubrzana. Dakle, elementi kao što su

fosfor i drugi nutrijenti, odnosno, njihova jedinjenja stimulišu nagli rast akvatične vegetacije, posebno algi ("cvetanje algi"). Prekomerna bujnost vodene vegetacije predstavlja smetnju u korišćenju same akvatorije, narušava kvalitet vode, može da rezultira uginućem riba i izazove niz nepovoljnih ekoloških ali i hidrotehničkih posledica i problema.

Analiza zahvaćenih uzoraka pokazala je da se sadržaj fosfora (P_2O_5) u kanalskim sedimentima javlja u veoma širokom dijapazonu, od 4,30 do 265,50 mg/100g, u proseku 45,23 mg/100g, slika 1. Konstatovane vrednosti u većini slučajeva znatno su iznad prosečnog sadržaja ovog nutrijenta u obradivom zemljištu u okruženju melioracionih kanala, černozevu i njemu sličnim, veoma plodnim, najznačajnijim i najzastupljenijim zemljištima Vojvodine. Tako je čak preko 60% analiziranih uzoraka kanalskih sedimenata sa sadržajem fosfora iznad proseka za referentno zemljište. Takođe, treba naglasiti da su ustanovljene maksimalne koncentracije fosfora u sedimentima, pri neposrednom uticaju otpadnih voda, i preko 10 puta veće nego u černozevu, dok u proseku za sve uzorke ovo povećanje iznosi oko 2 - 2,5 puta.

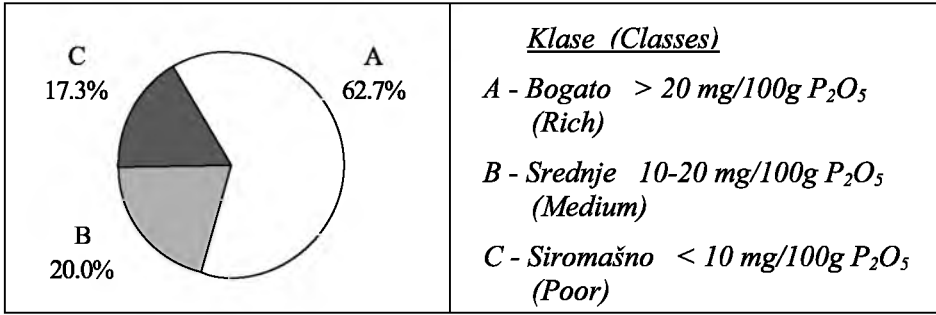
Prema uobičajenim agronomskim kriterijumima i klasifikaciji za obezbeđenost zemljišta nutrijentima, daleko najveći broj uzoraka sedimenata, shodno sadržaju fosfora, spada u grupu bogatih (62,7%) i srednje obezbeđenih (20,0%), dok je svega 17,3% uzoraka siromašno fosforom, slika 2.

Jasno je da ovakve koncentracije fosfora u kanalskim sedimentima ukazuju na realnu opasnost od nastanka i razvoja ubrzanih procesa eutrofikacije i svih pratećih neželjenih posledica u melioracionim kanalima.



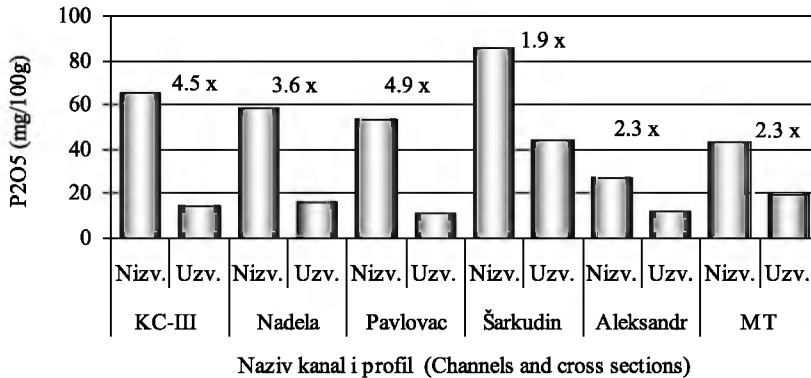
Sl. 1. Obezbeđenost uzoraka kanalskih sedimenata fosforom P_2O_5 (mg/100g) u odnosu na prosečan sadržaj u zemljištu tipa černozevu

Phosphorus content P_2O_5 (mg/100g) in channel sediments in relation to average content in Chernozem soil type

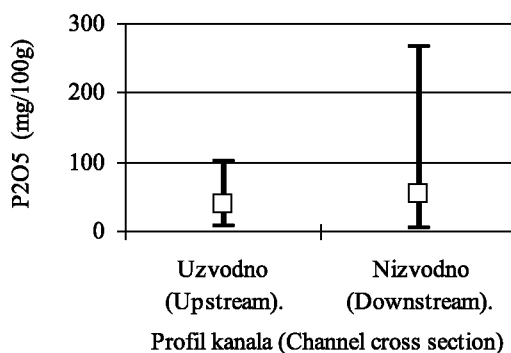


Sl. 2. Zastupljenost klasa (%) obezbeđenosti kanalskih sedimenata fosforom P₂O₅ (mg/100g) prema agronomskim kriterijumima
Channel sediments classification according phosphorus content P₂O₅ (mg/100g) to commonly accepted agronomic criteria

Povećanje koncentracije fosfora u sedimentima može se konstatovati i duž analiziranih kanalskih deonica, u smeru toka. Naime, značajno su veće koncentracije ovog elementa u uzorcima zahvaćenim na nizvodnim profilima u odnosu na uzvodne profile, što jasno ukazuje na procese kumulacije nutrijenata u sedimentima. Uticaj različitog rasutog i/ili koncentrisanog zagađenja između ovih profila rezultira povećanjem sadržaja fosfora u nizvodnim uzorcima u proseku za oko 50-60%, slike 3 i 4. Pored toga, uočene su kanalske deonice gde se koncentracije nutrijenata u sedimentima na uzvodnim i nizvodnim profilima pojedinih kanala za odvodnjavanje razlikuju čak i do 5 puta (npr. 10,9 mg/100g uzvodno i 53,3 mg/100g nizvodno, kanal Pavlovac), slika 3. Međutim, u ekstremnim slučajevima pri direktnim uticajima otpadnih voda, sadržaj fosfora u sedimentima na nizvodnim profilima može da bude povišen i preko 10 puta u odnosu na uzorak sa uzvodnog profila. Tako npr. u uzorcima sedimenata iz kanala Čulumak koncentracije fosfora su bile: uzvodno 23,1 mg/100g, a na nizvodnom profilu nakon uticaja zagađivača 265,5 mg/100g P₂O₅, odnosno 11,5 puta više.



Sl. 3. Sadržaj i povećanje koncentracije fosfora P₂O₅ (mg/100g) u uzorcima sedimenata sa uzvodnih i nizvodnih profila nekih od analiziranih melioracionih kanala u Vojvodini
Content and P₂O₅ (mg/100g) concentrations increment in some channel sediments samples, on up/downstream cross section



Sl. 4. Minimalne, maksimalne i prosečne koncentracije fosfora P_2O_5 (mg/100g) u svim analiziranim uzorcima kanalskih sedimenata sa uzvodnih i nizvodnih profila
Minimal, maximal, and average P_2O_5 (mg/100g) concentrations of all analyzed sediments samples, on up/downstream channel cross section

Zaključak

Efikasno korišćenje i upravljanje vodnim i zemljišnim resursima od suštinskog je značaja za održivi razvoj poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva. To između ostalog podrazumeva identifikaciju i stalnu kontrolu procesa erozije kao jednog od najznačajnijih degradacionih faktora. Iako se u suštini, kada je erozija u pitanju, radi o prirodnom fenomenu jasno je da je u mnogim slučajevima njeno intenziviranje posledica neadekvatnih ljudskih aktivnosti. Rezultat ovoga su značajne količine nanosa - sedimenata koje završavaju u akvatorijama. Mreža melioracionih kanala u Vojvodini trpi ozbiljna oštećenja usled taloženja erozionih produkata i materija koje se transportuju zajedno sa česticama nanosa.

Kanalski sedimenti predstavljaju medijum koji pokazuje izražena svojstva kumulacije i povećanja koncentracije svih materija koje dospevaju u melioracione kanale. Na primeru fosfora kao značajnog makronutrijenata pokazano je da dolazi do njegovog nagomilavanja u kanalskim sedimentima. Konstatovan je znatno veći sadržaj fosfora u kanalskim sedimentima nego u obradivom zemljištu u okruženju. Takođe, povećanje sadržaja, odnosno kumulacija ovog nutrijenata može se uočiti i duž pojedinih kanalskih deonica koje su izložene uticajima koncentrisanih i rasutih zagađivača. Naime, ustanovljene su značajno veće količine nutrijenata u uzorcima sedimenata na nizvodnim profilima u odnosu na uzvodne. Transport zagađenja erozionim procesima predstavlja samo jedan od segmenata u izučavanju izuzetno složenog problema rasutih zagađivača kome u našim uslovima do sada nije pridavan adekvatan značaj.

Koncentrisani i rasuti zagađivači najznačajniji su izvor nutrijenata u akvatičnim ekosistemima. Pored direktnog upuštanja neprečišćenih otpadnih voda, mineralna i organska đubriva koja se u poljoprivredi koriste za popravku fizičkih i hemijskih osobina zemljišta predstavljaju osnovni izvor nutrijenata u zemljištu, pa samim tim i u kanalima i drugim akvatorijama koji se naslanjaju na obradive površine. Dospevanje u vodu većih

količina važnih biogenih elemenata, naročito fosfora, doprinosi povećanoj produkciji organske materije. Pojedine deonice osnovne i detaljne kanalske mreže u ravničarskim, dominantno poljoprivrednim, uslovima Vojvodine mogu biti izložene povećanim koncentracijama fosfora i intenziviranju procesa eutrofikacije i svih pratećih negativnih efektata sa ekološkog, hidrotehničkog i drugih stanovišta.

Prečišćavanjem otpadnih voda, kontrolom i ograničavanjem uticaja zagađivača kao i racionalizacijom dodatih količina i dinamike unošenja đubriva u zemljište u skladu sa potrebama gajenih biljaka, podizanjem zaštitnih zona između vodenih površina i obradivog zemljišta itd. moguće je smanjiti količine nutrijenata koje doprevaju do melioracionih kanala i na taj način predupređiti nagomilavanje ovih materija u sedimentima i smanjiti tako izazvane negativne efekte i posledice.

Literatura

1. *Belic A., Belic S, Savic R:* "Agriculture as a source of diffuse contamination", INTERSOL 2003, Seminar on Analysis, Methodology of Treatment and Remediation of Contaminated Soils and Groundwater, p. 1-2, Paris, 1-3, 2003.
2. NCSU Water Quality Group: National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Agriculture, US EPA, 2000.
3. *Savić R., Božinović M., Letić Lj.:* "Eolska erozija kao faktor degradacije akvatorija", Časopis "Vodoprivreda", br. 183-185 (2000/1-3), str. 214-219, Beograd, 2000.
4. *Savić R., Letić Lj.:* "Degradacija zemljišta i voda eolskom erozijom", Simpozijum: Ekologija i proizvodnja zdravstveno bezbedne hrane, str. 85-92, Požarevac, 2003.
5. *Savić R., Pantelić S., Belić A., Belić S.:* "Ecological aspects of drainage canal sediments - case study", Journal: Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara, Tome III, Fascicule 1, p. 77-82, Hunedoara, Romania, 2005.
6. *Savić R., Pantelić S., Belić A.:* Problemi kvaliteta mulja u melioracionim kanalima, Poglavlje 9., Monografija "Održive melioracije", str. 163-184, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda i JVP "Vode Vojvodine", Novi Sad, 2007.
7. *Savić R., Pantelić S., Belić A.:* "Uticaj kanalskih sedimenata na životnu sredinu", Časopis "Zaštita prirode", br. 60/1-2, str. 663-670, Beograd, 2009.
8. *Savić R., Letić Lj., Ondrašek G., Nikolić V.:* "Nutrients accumulation in drainage channel sediments", First Serbian Forestry Congress, Faculty of Forestry, p. 202, Belgrade, 2010.
9. *Savic R., Belic A., Ondrasek G., Pantelic S.:* Impact of wastewaters from pig breeding farm to channel sediments properties, Journal Contemporary Agriculture, Vol. 59, No. 3-4, 2010, p. 293-299, Faculty of Agriculture, Novi Sad, 2010.
10. WWF: Implementing the EU Water Framework Directive, Seminar 1: Water and agriculture, Brussels, 2000.

Phosphorus Content in Drainage Channel Sediments

Radovan Savić¹, Ljubomir Letić², Gabrijel Ondrašek³,
Atila Bezdan¹, Vesna Nikolić²

¹*Faculty of Agriculture, Department for Water Management, Novi Sad, Serbia*

²*Faculty of Forestry, Belgrade, Serbia*

³*Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia*

Summary

Over 75% of mostly lowland area in Vojvodina is distributed on arable agricultural land. During the substantial period over the year that areas are without vegetation and therefore very susceptible to wind and/or water erosion processes. Erosion may induce significant losses of the finest and the most valuable topsoil constitutes with different adsorbed agrochemicals such as nutrient phosphorous (P) forms, which are usually strong bind to soil inorganic matrix (e.g. clay particles etc). Certain portion of erosion material reaches to relatively dense network of ameliorative drainage channels to be permanently/temporarily deposited. Based on analyses of over 80 drainage channel samples P content was discussed in this study. Detected P concentration in analysed sediments exceeded its concentration in surrounding arable land by multi-fold. Excessive P levels are detected along a particular channel sections also. Markedly higher levels of this nutrient in downstream section sediments exceeded in average by around 50 - 60% (i.e. maximally up to 5-fold) P levels in upstream locations - cross sections. Obtained results clearly indicate on processes of P overloading in channel sediment materials in comparison to surrounding arable soils as well along to certain network sections.

Key words: sediments, P, drainage channel, soil amelioration, erosion

Radovan Savić

E-mail Address:

rassa@polj.uns.ac.rs