

## PROCENA EFIKASNOSTI HORIZONTALNE CEVNE DRENAŽE NAKON 40 GODINA EKSPLOATACIJE

Željka RUDIĆ, Dragiša STEVIĆ, Vladimir DENIĆ, Mile BOŽIĆ  
Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd

### REZIME

U okviru ovog rada, prikazana je ocena stanja drenova postavljenih na teritoriji Pančevačkog rita. Sprovedeni su obimni terenski radovi, tokom kojeg je pregledano 103 drena i iskopano 400 zemljišnih profila. Rezultati terenskih radova su analizirani i izvršena je preliminarna procena funkcionalnosti horizontalne cevne drenaže na osnovu stanja useva, zemljišta i stepena zagušenja unutar drenažnih cevi, budući da smanjeni poprečni profili cevi narušavaju ukupnu funkcionalnost drenaže. Analiza stanja izliva pokazala je da je 85% analiziranih drenova nefunkcionalno, pre svega zbog fizičkih prepreka koje onemogućavaju protok vode. Daljom analizom je, takođe, utvrđeno da, iako je funkcionalnost drenaže značajno narušena zbog nefunkcionalnosti drenažnih izlivnika, stanje u vezi sa zapunjenošću/prohodnošću preostalih deonica drenažnih cevi je takvo da postoji opravdana i stručno utemeljena potreba za njihovom rehabilitacijom (zamena oštećenih izlivnika, ispiranje zapušanih drenova, eventualna zamena oštećenih deonica drenova). Dobijeni rezultati mogu da se ekstrapoliraju na šire područje i da se u daljem radu koriste za procenu potrebnih investicija za sprovođenje mera rehabilitacije drenažnog sistema.

**Ključne reči:** poljoprivreda, prevlaženost zemljišta, horizontalna cevna drenaža, inspekcija drenažnih cevi, zagušenje cevi

---

Podaci o prihvatanju članka

Primljen: 30.10.2025.

Ispravljen: -

Prihvaćen: 14.11.2025.

Kontakt: zeljka.rudic@jcerni.rs

### 1. UVOD

Glavni cilj postavljanja horizontalne cevne drenaže je obezbeđivanje povoljnog okruženja za zonu korenovog sistema, koje omogućava rast biljaka i proizvodnju useva. U mnogim područjima bez postavljene drenaže, priprema zemljišta za osnovnu obradu, setvu i druge poljoprivredne aktivnosti predstavlja pravi izazov. Postavljanje odgovarajuće drenaže u cilju obezbeđivanja „zdravog zemljišta“ je ključni element za postizanje dobrih prinosa. U umerenim i humidnim regionima drenaža omogućava kontrolu visoke podzemne vode i odvođenje obilnih padavina, dok se u aridnim i semiaridnim područjima uglavnom postavlja za potrebe odvođenja viška vode od navodnjavanja i ispiranja zemljišta.

Drenaža, koju čine samo (plitki) kanali, može biti nedovoljna ili nepraktična na zemljištu slabih drenažnih svojstava, gde je nivo podzemne vode prirodno blizu površine tla. U takvim slučajevima, kao mnogo efikasnija pokazala se podpovršinska, odnosno horizontalna cevna drenaža (u daljem tekstu: HCD), koja se sastoji od ukopanih perforiranih plastičnih cevi koje uklanjaju vodu iz zemljišnog profila. HCD je naročito korisna u proleće, jer podiže temperaturu površinskog sloja zemljišta za 2–3°C u odnosu na nedrenirana zemljišta, čime omogućava raniju setvu (Plamenac, 1988; FAO, 1971). Na dreniranom zemljištu prinos pšenice se povećava za 10–30% u odnosu na nedrenirano, prinos kukuruza može porasti i do 50%, a slična poboljšanja zabeležena su i kod drugih useva (Plamenac, 1988; Madžarević, 2002; Singh i dr., 2007). Bez drenaže, poljoprivredna proizvodnja u pojedinim delovima sveta ne bi bila moguća, što bi uticalo na sposobnost da se zadovolji rastuća potražnja za hranom.

Od 1950-ih godina, odvodnjavanje zemljišta postalo je ključno inženjersko pitanje, dobijajući sve veću pažnju

zbog svoje uloge u upravljanju vodnim resursima u poljoprivredi (Scheumann & Freisem, 2002). Prema bazi podataka ICID-a (ICID, 2024), najveće površine dreniranog zemljišta nalaze se u SAD, a zatim i u drugim zemljama sveta. Prema Strategiji poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014–2024, u Republici Srbiji je sistemima za odvodnjavanje, koji se sastoje od 414 zasebnih drenažnih sistema, obuhvaćeno oko dva miliona hektara poljoprivrednog zemljišta. Ovi sistemi uključuju mrežu od preko 25.600 kilometara kanala, 210 velikih i nekoliko desetina manjih crpnih stanica, 252 gravitaciona izliva, kao i HCD izvedenu na oko 54.000 hektara, uglavnom u ravničarskim područjima Vojvodine.

Tokom eksploatacije HCD može doći do pogoršanja funkcionalnosti drenažnog sistema zbog faktora koji utiču na cevi drenaže, kao što su zagušenja, pojave pukotina, postepena degradacija kroz vreme ili potpuni strukturni kvar. Prodiranje i nakupljanje sitnih čestica zemljišta u cevima, što može izazvati blokade, nastaje usled nepravilnog spajanja drena sa glavnim kolektorom, nedostatka filterskog materijala ili propusnog geotekstila, nepostojanja završnih čepova ili fizičkih oštećenja. Takođe, rast i prodiranje korenja biljaka mogu ometati protok vode unutar drenova. Pravovremeno prepoznavanje i sanacija ovih problema od suštinskog su značaja za očuvanje optimalnih performansi sistema.

Efikasnost drenažnog sistema zavisi ne samo od postojeće (projektovane) infrastrukture, već i od načina upravljanja i održavanja sistema (Milošev i dr., 2022). Poboljšanje upravljanja sistemima za odvodnjavanje, kao i podizanje njihove funkcionalnosti, postaje sve važnije i zbog sve češće pojave klimatskih ekstrema, suša i poplava. Razni autori pokušali su da procene performanse i stanje poljoprivrednih drenažnih sistema pomoću različitih parametara, indikatora i kriterijuma (Vincent i dr., 2007), kao i različitih metoda (Allred & Redman, 2010). Među istraživačima postoji saglasnost da se procena performansi sistema za odvodnjavanje zemljišta može definisati kao sistematsko praćenje, dokumentovanje i interpretacija upravljanja sistemom (Ritzema, 2007; Bos i dr., 2005), sa ciljem postizanja kontinuiranog unapređenja.

Small i Svendsen (1992) identifikovali su četiri glavna tipa procene performansi: operativnost, odgovornost, intervencija i održivost, kojima su Bos i dr. (2005) dodali petu kategoriju — dijagnostičku analizu. Ovi

pristupi mogu se primeniti za ocenu različitih aspekata HCD. Međutim, izbor i primena određenog pristupa zavise i od veličine i složenosti sistema. Nakon velikih investicionih ulaganja u drenažni sistem za koji se očekuje da bude dugovečan i funkcionalan, neophodna je redovna kontrola i održavanje. Sistemi izgrađeni u našoj zemlji često su zpušteni a podaci o funkcionalnosti, održavanju sistema i ekonomskim rezultatima nedostupni.

Ovaj rad fokusira se na dijagnostiku stanja HCD velikog drenažnog sistema u Pančevačkom ritu, koji obuhvata oko 6.200 hektara pod HCD, od ukupno 28.000 hektara poljoprivrednog zemljišta. Dijagnostika je urađena za potrebe utvrđivanja potrebe za rehabilitacijom HCD i unapređenja održavanja svih delova sistema u budućnosti.

## 2. MATERIJAL I METODE

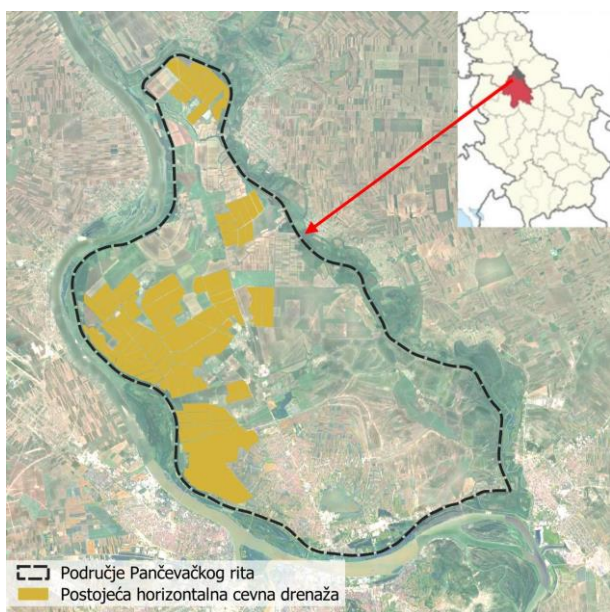
### 2.1 Karakteristike lokaliteta

Većina poljoprivrednih zemljišta Pančevačkog rita zahteva poboljšanje drenažnih uslova kako bi se smanjila degradacija zemljišta, sprečili uslovi prezasićenosti vodom u zoni korenovog sistema biljaka i ublažili nepovoljni uslovi za rad poljoprivredne mehanizacije u proleće i jesen. Održavanje adekvatnog vodnog režima je od izuzetne važnosti, jer pravilno upravljanje zemljištem predstavlja osnovni preduslov za održanje proizvodnje i profitabilnosti na poljoprivrednim površinama.

Problemi sa odvodnjavanjem prisutni su i van područja na kojima je postavljena HCD, zbog prirodnih uslova koji uzrokuju gotovo neprekidan dotok vode u Rit uz minimalan oticaj (Božić i dr., 2014; Milošev i dr., 2022). Iz tih razloga, tokom 1980-ih godina instaliran je sistem horizontalne cevne drenaže. Pored vodnih objekata namenjenih zaštiti od poplava (90 km odbrambenih nasipa), guste kanalske mreže (816 km kanala) i sedam crpnih stanica koje regulišu nivo vode u kanalima, HCD je izvedena na površini od približno 6.200 ha (Slika 1).

Sistem se sastoji od potpuno perforiranih plastičnih cevi postavljenih na prosečnoj dubini od 0,9–1,0 m, projektovanih da odvedu vodu u kanale koji se nalaze uz poljoprivredne parcele. Uprkos tome što sistem funkcioniše u pojedinim delovima, u određenim delovima parcela njegova efikasnost je smanjena. Više

faktora doprinosi ovom problemu, uključujući neadekvatno održavanje, oštećenja cevi i različiti tehnički nedostaci. Identifikacija osnovnih uzroka ovih problema često je otežana zbog nedostatka projektne dokumentacije, nepostojanja oznaka lokacija drenova i oštećenih ili teško uočljivih izliva drenova. Procena trenutnog stanja postojeće horizontalne cevne drenaže od ključnog je značaja za izbor odgovarajućih mera rehabilitacije. Efikasan drenažni sistem posebno je važan ukoliko u budućnosti dođe do izgradnje sistema za navodnjavanje na području.



Slika 1. Površine pod HCD u Pančevačkom ritu

## 2.2 Terenski radovi

Imajući u vidu veličinu ispitivanog područja i poljoprivrednih parcela, pretpostavljeno je da je za preliminarnu procenu stanja drenova dovoljno ispitati inspekcijom kamerom po jedan dren na svakih 50 ha instalirane HCD. To podrazumeva iskopavanje tri pedološka profila duž drena i jednog profila između dva susedna drena, kako bi se izvršilo utvrđivanje eventualnih tragova dužeg zadržavanja vode u zemljištu. Ukupan broj tačaka posmatranja prilagođen je veličini istraživog područja.

Pregled drenažnih cevi obavljen je pomoću inspekcijonog sistema kamera za pregled cevi (TvbTech/3299FB), koji se sastoji od četiri osnovna dela: glave kamere, potisnog kabla, jedinice za unos

teksta preko tastature i DVR uređaja (Slika 2). Sistem inspekcione kamere prilagođen je specifičnim zahtevima za pregled drenažnih cevi, odnosno potrebom za malom kamerom montiranom na dugačkom potisnom kablju. Ključne tehničke karakteristike inspekcione kamere su: prečnik kamere 23 mm, ugao gledanja 120°, predajnik frekvencije 512 Hz, kabl dužine 120 m, ekran dijagonale 7 inča i podrška za SD memorijske kartice do 64 GB. Endoskopska kamera poseduje ugrađeni predajnik frekvencije 512 Hz koji omogućava detekciju blokada, oštećenja ili područja od interesa, čime se značajno smanjuje vreme potrebno za iskopavanje i lociranje problema. Uređaj RioTrack (Slika 3) koristi se za detekciju mini-predajnika postavljenih na glavu kamere. Ovaj alat omogućava praćenje signala od 512 Hz i poseduje ekran sa kompas funkcijom, pokazivač jačine signala i merenje dubine predajnika.



Slika 2. Inspekciona kamera za drenažne cevi



Slika 3. Uređaj za praćenje – RioTrack

Iskopavanje pedoloških profila se vrši radi procene stanja drenažnih cevi, analize morfologije zemljišnog profila i uzorkovanja zemljišta. Ukupno je iskopano 400

pedoloških profila, od čega 300 duž ispitivanih drenova i 100 kontrolnih profila između susjednih drenova.

### 3. OCENA STANJA HCD

#### 3.1 Posredna ocena funkcije drenova – usevi i zemljište

Jedan od posrednih indikatora stanja HCD je stanje useva na parcelama koje su predmet istraživanja. Na pojedinim parcelama je nivo razvijenosti useva bio vidno različit. Na delovima pojedinih parcela je bio razvijeniji korov u odnosu na usev, ili je vegetacija kasnila pa su delovi još uvek bili ogoljeni.

Površinsko prevlaživanje (pojava vodoleža) ima za posledicu s jedne strane onemogućavanje sprovođenja intenzivne poljoprivredne proizvodnje (gušenje biljaka čiji je koren u anaerobnim uslovima), a sa druge kvarenje površinskih slojeva/horizontata zemljišta (razbijanje strukturnih agregata, ispiranje organske materije i hraniva, izmena hemizma zemljišta, promena sastava mikroorganizama u korist anaerobnih a na štetu aerobnih i dr.).

Prevlaživanje dubljih delova preseka zemljišta ima značajne negativne efekte na hemijski sastav, ali i na izmenu fizičkih svojstava zemljišta. Dominantan proces koji se u zemljištu dešava pod uticajem pojačanog vlaženja i/ili prevlaživanja je oglejavanje. Posledice se ogledaju i u narušavanju strukture zemljišta i pogoršanja i fizičkih osobina.

Na bazi analize raspoložive dokumentacije, kao i na bazi sprovedenih terenskih radova, na terenu su evidentirane sledeće pedosistemske jedinice ritska crnica beskarbonatna tipična glinovita, ritska crnica karbonatna tipična glinovita, aluvijalno zemljište (fluvisol) beskarbonatno, glinovito i glinovito-ilovasto, na ritskoj crnici, aluvijalno zemljište (fluvisol)

karbonatno, glinovito-ilovasto, na ritskoj crnici, aluvijalno zemljište (fluvisol) beskarbonatno, glinovito-ilovasto na lesu i lesno-aluvijalnom materijalu, aluvijalno zemljište (fluvisol) karbonatno, glinovito-ilovasto, sa znacima oglejavanja u podlozi, livadsko zemljište (fluvisol), karbonatno, glinovito.

Budući da su sva determinisana zemljišta iz reda hidromorfni, jasno je da su procesi oglejavanja evidentirani gotovo na svim ispitivanim lokacijama (Tabela 1). Dubina na kojoj se ovaj proces javlja je različita. Kod oba varijeteta ritske crnice oglejavanje naizgled dopire veoma plitko, praktično do oraničnog sloja, ali ovde treba dati pojašnjenje da je na svega 10% lokacija ovakav slučaj i radi se pretežno o plitkim humoglejima, na vrlo niskim terenima. Kod većine lokaliteta oglejavanje je znatno dublje u profilu (i do 135 cm).

Kod aluvijuma na ritskoj crnici minimalna dubina pojave oksidoredukcionih procesa je 60 cm, a ta vrednost maksimalno može biti i 160 cm, pa i više. Sa te strane, aluvijumi su nešto blaže ugroženi oglejavanjem. Ovde humusni horizont pogrebene ritske crnice ima „zaštitnu“ ulogu u prodoru podzemnih voda ka gornjim delovima preseka zemljišta, čime se sprečava propagacija oglejavanja ka površini.

Može se konstatovati da je najpovoljnija situacija u pogledu negativnog uticaja prevlaživanja na profil zemljišta kod aluvijuma na pretaloženom lesu, sa znacima oksidoredukcionih procesa u podlozi. Sam naziv upućuje da je oglejavanje ograničeno samo na matičnu podlogu, a ovo je zbog toga što navedena zemljišta mahom zauzimaju nešto izdignutije položaje od prethodno opisanih. Kod ovih zemljišta oglejavanje (ili nagoveštaj ovih procesa) se evidentira na dubinama 80-170 i više centimetara, dok je samo na jednom lokalitetu ta dubina 55 cm.

Tabela 1. Dubina pojave oglejavanja (u cm od površine terena) na zemljištima istraživanog područja

Pedosistemska jedinica	Ritska crnica beskarbonatna tipična glinovita	Ritska crnica karbonatna tipična glinovita i glinovito-ilovasta	Aluvijum beskarbonatni, glinoviti i glinovito-ilovasti, na ritskoj crnici	Aluvijum karbonatni glinovito-ilovasti, na ritskoj crnici	Aluvijum beskarbonatni, glinoviti i glinovito-ilovasti, na pretaloženom lesu	Aluvijum karbonatni glinovito-ilovasti, sa znacima oglejavanja u podlozi
Max	135	70	160	160	170	80
Min	37	30	60	95	98	55

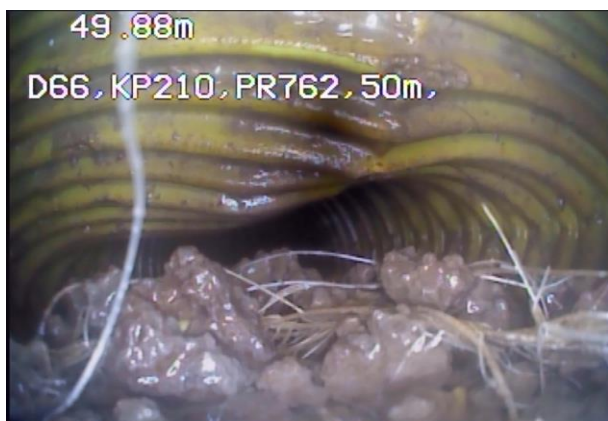
U skladu sa predmetnom analizom može se zaključiti da se nivo podzemne vode u toku godine zadržava neko vreme (u dovoljno dugom vremenskom intervalu) na dubinama već od 30 cm kod ritske crnice, odnosno na dubinama 50-90 cm kod aluvijalnih zemljišta. Male dubine (manje od 50 cm) na kojima se javljaju znakovi redukcije ili sekundarne oksidacije ukazuju na nedovoljno efikasan rad horizontalne cevne drenaže.

### 3.2. Stanje drenova

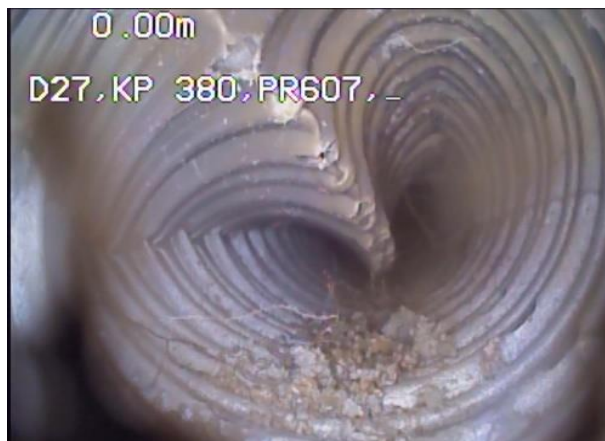
Tokom istražnih radova analizirana su 103 drena, od kojih je 83 bar delimično pregledano kamerom u ukupnoj dužini od oko 7,5 km. Preostalih 20 drenova bilo je do te mere zapušeno, da je onemogućilo njihovu inspekciju ovom metodom.

Pregled kamerom otkrio je različite vrste prepreka, uključujući nakupljeni zemljišni materijal, kombinacije zemljišta i biljnih ostataka, kao i mehanička oštećenja cevi. Mehanička oštećenja primećena su u vidu deformisanih i spljoštenih cevi, a u pojedinim slučajevima i potpuno presečenih cevi — verovatno usled rada teške mehanizacije čiji priključci zalaze u dublje slojeve zemljišta (Slika 4, Slika 5).

Pored navedenih problema, gotovo svi izlivi drenažnih cevi bili su uništeni ili pomereni tokom čišćenja kanala ili košenja kosina (Slika 6), što je dodatno otežalo lociranje drenažnih izliva i procenu stepena zagušenja izlivnih cevi.



Slika 4. Dren mehanički oštećen sa česticama zemljišta i korenjem



Slika 5. Dren mehanički oštećen sa česticama zemljišta i korenjem



Slika 6. Oštećenja izliva

Problemi na izlivima značajno su umanjili funkcionalnost drenažnog sistema, naročito u pogledu odvođenja prikupljene vode iz drenažnih cevi u kanalsku mrežu. Nakupljanje zemljišta ili mulja (Slika 7, Slika 8) obično je posledica fizičkih oštećenja, nepostojanja čepa na kraju cevi ili drugih, manje očiglednih uzroka. Na pojedinim delovima poljoprivrednih parcela drenažne cevi su postavljene bez filterskog materijala ili geotekstila (geofilca), što je najverovatnije doprinelo uočenim zagušenjima.

Zapažena je neujednačena ugradnja filterskog materijala duž drenažnih cevi. Na pojedinim lokacijama filterski materijal je bio delimično postavljen, na drugima je bio postavljen neprekidno, dok na većini lokacija nije uočen.



Slika 7. Zapušena drenažna cev



Slika 8. Zapušena drenažna cev – snimak kamerom

Važno je napomenuti da su ispitivanja podrazumevala otvaranje samo tri profila duž odabranih drenažnih cevi, te se stoga ne može sa sigurnošću utvrditi na koji je način filterski materijal bio postavljen, čak i u slučajevima gde nije pronađen ili je bio prisutan u sva tri ispitana profila. Iako naknadno postavljanje filterskog materijala u postojeći sistem nije izvodljivo, poboljšanje filtracionih osobina zemljišta ciljanom primenom agromeliorativnih praksi predstavlja održivu i efikasnu alternativu.

Stanje drenažnih cevi je procenjeno na osnovu stepena nakupljanja materijala, kao i obima strukturnih oštećenja drena i izliva. Procenjeno je da je 58% drenova teško ili potpuno zapušeno (posmatrajući stanje uzvodnih delova drenova). Procena izliva pokazala je da je 85% analiziranih drenova nefunkcionalno, bez obzira na stanje uzvodnog dela sistema, prvenstveno zbog fizičkih

prepreka koje onemogućavaju protok vode. Visok procenat nefunkcionalnih cevi je proistekao najviše zbog stanja izliva (delimično ili potpuno uništeni), iako su „uzvodni“ delovi drenažnih cevi bili u funkcionalnom stanju (Slika 9, Slika 10).



Slika 9. Funkcionalna cev



Slika 10. Funkcionalna cev – snimak kamerom

U uzvodnim delovima drena, nakupljanje zemljanog materijala smanjuje profil cevi potreban za protok suvišne vode, što može dovesti do potpunog zagušenja cevi. Ključni faktori koji doprinose zagušenju drena uključuju nepostojanje filterskog materijala ili geofilca, izostanak čepova na uzvodnim krajevima cevi i fizička oštećenja, najčešće izazvana plitkom ugradnjom drenažnih cevi. Ugradnja filterskog materijala i geofilca bila je neujednačena — u nekim slučajevima su bili prisutni, u drugim delimično, a u većini slučajeva potpuno odsutni. Svojstva filterskog materijala mogu značajno uticati na hidrauličke karakteristike protoka

(Ead i dr., 2007). Kombinacija filterskog materijala i geotekstila ne obezbeđuje samo hidrauličku funkcionalnost, već ima i mehaničku ulogu sprečavajući ulazak čestica većih od pora filterskog materijala. Odsustvo ovih komponenti, zajedno sa nedostatkom čepova na uzvodnim krajevima cevi, omogućilo je prodiranje sitnih čestica u drenove horizontalne cevne drenaže.

Prema Ayarsu i Evansu (2015), metode za projektovanje, izgradnju i postavljanje horizontalne cevne drenaže, koje su razvijene pre nekoliko decenija postale su široko prihvaćene kao standardna praksa, dok su savremeni problemi koji prate ove sisteme uglavnom ne-tehničke prirode i obuhvataju oblasti kao što su eksploatacija i održavanje, upravljanje sistemom, uključivanje zainteresovanih strana, jačanje kapaciteta, podizanje ekološke svesti i održiva poljoprivredna praksa. Često se primećuje da nakon ugradnje horizontalne cevne drenaže nema dovoljno obuke za njihovo korišćenje i održavanje, uz nedostatak tehničke i finansijske podrške za kontinuirano funkcionisanje, što dovodi do postepenog pogoršanja performansi sistema (Schultz i dr., 2013; Ayars & Evans, 2015). Održavanju drenažnih sistema često se posvećuje minimalna pažnja sve dok ne dođe do ozbiljnog pogoršanja, kada njihovo stanje već značajno utiče na poljoprivrednu produktivnost.

#### 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je procena stanja izgrađene drenažne mreže na poljoprivrednim površinama Pančevačkog rita, koja je obuhvatila strukturnu procenu samog sistema, kao i ocenu njegovog održavanja. Analiza je pokazala da je 85% ispitivanih drenova nefunkcionalno (posmatrajući stanje njihovih izliva), dok je 58% drenova teško ili potpuno zapušeno (posmatrajući stanje uzvodnih delova drenova). Funkcija drenova bila je narušena prvenstveno zbog fizičkih prepreka koje onemogućavaju protok vode (mehaničko oštećenje drena/izlivnika; prodor korenja biljaka u profil drenažne cevi; blokada drena od strane pedofaune), dok u uzvodnim delovima drena sedimentacija u manjoj ili većoj meri smanjuje profil cevi za tečenje vode, što može dovesti do potpunog zagušenja. Uprkos dugom veku horizontalne cevne drenaže, značajan deo mreže (posebno uzvodni delovi drenažnih cevi) pokazuje iznenađujuće dobro stanje. Veliki deo sistema zadržao je strukturni integritet i funkcionalnost iznad uobičajenih očekivanja za njegov

vek trajanja, što ukazuje na kvalitetan početni dizajn i dugotrajnost primenjenih materijala.

S obzirom na prirodne uslove Pančevačkog rita, postojanje funkcionalnog drenažnog sistema ključno je za očuvanje poljoprivredne proizvodnje. Na stanje drenažnih cevi drenažnog sistema starog oko 40 godina utiču različiti faktori, počevši od projektovanja drenažnog sistema, tehnologije izvođenja radova, tipa i sastava zemljišta, načina ugradnje drenažnih cevi, pa do načina i redovnosti održavanja sistema i monitoringa njegovog rada. Dugotrajan izostanak održavanja drenažne i kanalske mreže doveo je do neadekvatnih uslova na poljoprivrednim parcelama. Imajući u vidu da drenovi od trenutka ugradnje nisu čišćeni niti na bilo koji način održavani, teško je dati potpunu i konačnu ocenu njihovog stanja, jer su uočene razlike čak i među drenovima koji se nalaze na istoj parceli. Ipak, primenom odgovarajućih mera sanacije — poput detaljnog čišćenja pomoću specijalizovane opreme i popravke ili zamene oštećenih delova — većina drenažnih cevi može se vratiti u funkcionalno stanje.

Održavanje poljoprivrednih drenažnih sistema od ključnog je značaja za obezbeđivanje optimalnog upravljanja vodnim režimom, sprečavanje degradacije zemljišta i očuvanje dugoročne poljoprivredne produktivnosti. Redovno održavanje omogućava efikasan rad drenaže, smanjuje rizik od ugrožavanja zemljišta podzemnim i površinskim vodama i obezbeđuje pravilan protok vode kroz zemljišni profil, što je od suštinskog značaja za očuvanje proizvodne sposobnosti i zdravlja zemljišta.

#### LITERATURA

- [1] Allred BJ, Redman JD. 2010. Location of Agricultural Drainage Pipes and Assessment of Agricultural Drainage Pipe Conditions Using Ground Penetrating Radar. *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*. 15(3): 119-134.
- [2] Ayars JE, Evans GE. 2015. Subsurface drainage—what's next? *Irrigation and Drainage* 64: 378-392. DOI: 10.1002/ird.1893
- [3] Bos MG, Burton M, Molden D. 2005. Irrigation and drainage performance assessment: practical guidelines. Available from: <https://doi.org/10.1079/9780851999678.0000>
- [4] Božić M, Nikolić G, Milošev D, Rudić Ž, Tomović S. 2014. Assessment of groundwater management

- using MODFLOW and benefit-cost analysis. *Irrigation and Drainage* 63(4): 550-557. DOI: 10.1002/ird.1861.
- [5] Ead SA, Abdelmonem Y, El-Mergawey ES. 2007. Study of the Characteristics of Drainage Filters. In proceedings: 18th Canadian Hydrotechnical Conference & Symposium: Challenges for Water Resources Engineering in a Changing World., Winnipeg, Manitoba. 22-24 August. p. 1-9.
- [6] FAO. 1971. Drainage of heavy soils. Irrigation and drainage paper 6. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). Rome, Italy.
- [7] ICID. 2024. ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) database: [https://icid-ciid.org/Knowledge/world\\_drained\\_area](https://icid-ciid.org/Knowledge/world_drained_area) (Last accessed on 07.08.2024)
- [8] Madzarevic M, Potkonjak S, Skoric M. 2002. Economic Effects of the Construction of Drainage Systems. Proceedings: Reclamation and Agriculture. (Ekonomski efekti izgradnje drenažnih sistema. Tematski zbornik radova: Melioracije i poljoprivrede.) Faculty of Agriculture, University of Novi Sad. 204-221, (in Serbian).
- [9] Milošev D, Rudić Ž, Lukić V, Pušić M, Božić M. 2022. Management of large drainage systems - Pančevački Rit case study. In proceedings: Contemporary Water Management: Challenges and Research Directions Conference. (Eds Divac D, Milivojević N, Kostić S.) Belgrade, Serbia. 19-20 October. p. 215-229.
- [10] Plamenac N. 1988. Effects of subsurface drainage on heavy hydromorphic soil in the Nelindvor area, Yugoslavia. *Agricultural Water Management*. 14: 19-27.
- [11] Ritzema HP. 2007. Performance Assessment of Subsurface Drainage Systems – Case Studies from Egypt and Pakistan. Alterra – ILRI, Wageningen, The Netherlands, 137 pp.
- [12] Scheumann W, Freisem C. 2002. The role of drainage for sustainable agriculture. *Journal of Applied Irrigation Science*, 37(1): 33-61.
- [13] Schultz B, Zimmer D, Vlotman WF. 2013. Drainage under increasing and changing requirements. *Irrigation and Drainage* 56:S3–S22.
- [14] Singh R, Helmers MJ, Crumpton WG, Lemke DW. 2007. Predicting effects of drainage water management in Iowa's subsurface drained landscapes. *Agricultural Water Management*. 92: 162-170. DOI:10.1016/j.agwat.2007.05.012
- [15] Small LE, Svendsen M. 1992. A Framework for Assessing Irrigation Performance. IFPRI Working Papers on Irrigation Performance No. 1. International Food Policy Research Institute, Washington, DC, August.
- [16] Strategy of Agriculture and Rural Development of the Republic of Serbia for the period 2014 – 2024, "Official Gazette of the RS", No. 85/2014 (Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014 – 2024. godine, "Sl. glasnik RS", br. 85/2014; in Serbian)
- [17] Vincent B, Vlotman WF, Zimmer D, Hornbuckle JW. 2007. Performance Assessment and Potential Indicators for Drainage Systems. CSIRO Land and Water Science Report 62/07, 94 pp.

## ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF HORIZONTAL SUBSURFACE DRAINAGE AFTER 40 YEARS OF OPERATION

by

Željka RUDIĆ, Dragiša STEVIĆ, Vladimir DENIĆ, Mile BOŽIĆ  
Jaroslav Černi Water Institute, Belgrade

### Summary

Within this paper, the assessment of the condition of drains installed in the area of the Pančevački Rit is presented. Extensive fieldwork was conducted, during which 103 drains were inspected and 400 soil profiles were excavated. The results of the fieldwork were analyzed, and a preliminary evaluation of the functionality of the horizontal subsurface drainage was carried out based on the condition of crops, soil, and the degree of clogging inside the drainage pipes, since reduced pipe cross-sections impair the overall functionality of the drainage system. The analysis of the drain outlets showed that 85% of the examined drains are non-functional, primarily due to physical obstructions preventing water flow. Further analysis also revealed that, although the drainage functionality is

significantly reduced due to non-functional outlets, the condition regarding the clogging and permeability of the remaining drain pipe sections indicates a justified and professionally grounded need for their rehabilitation (replacement of damaged outlets, flushing of clogged drains, and possible replacement of damaged drain sections). The obtained results can be extrapolated to a wider area and used in further work to assess the required investments for implementing rehabilitation measures of the drainage system.

**Key words:** agriculture, soil saturation, horizontal subsurface drainage, drainage pipes inspection, pipe clogging