



IZGRADNJA MAGISTRALNOG KANALA OROM-ČIK-KRIVAJA
PODSISTEMA TISA-PALIĆ, REPUBLIKA SRBIJA

CONSTRUCTION OF THE MAIN-MAGISTRAL CHANNEL OROM-ČIK-KRIVAJA
SUBSYSTEM TISA-PALIĆ, REPUBLIC OF SERBIA

Branka Kurćubić, Vladimir Mučenski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA
GRAĐENJA**

Kratak sadržaj – predmet ovog rada jeste planiranje i organizovanje izvođenja kanalskog profila na II deonici magistralnog kanala Orom-Čik-Krivaja od km 9+450 do km 24+450. Ovim se podrazumeva planiranje procesa tehnologije iskopa i nasipa profila, izbor odgovarajuće protivfiltracione obloge, kao i izbor odgovarajuće mehanizacije.

Ključne reči: Tehnologija i organizacija građenja, Kanal Orom-Čik-Krivaja

Abstract – The subject of work is planning and organizing perform of channel profile on II section of magistral channel Orom-Čik-Krivaja from the km 9+450 to km 24+450. This implies planning the process of technologies of the excavation and the profile of the embankment, the selection of the appropriate anti-filtration coating, as well as the selection of the appropriate mechanization.

Keywords: Construction technology, Orom-Čik-Krivaja channel

1. UVOD

Severna Bačka predstavlja teritoriju omeđenu mađarskom granicom, rekom Tisom, kanalom DTD Bezdan-Vrbas-Bečej, ukupne površine oko 450.000 ha. Čitavo područje se proteže između kota 90 mm i 130 mm, a generalne prirodne karakteristike predstavljaju specifičan geološki sastav tla, duboki nivoi podzemne vode i visoka plodnost zemljišta.

Radi prevazilaženja problema deficita vlage, još 40-ih godina prošlog veka započete su aktivnosti radi zadržavanja sopstvenih voda na području, kao i dovođenja vode iz Dunava i Tise na području severne Bačke.

Namena predmetnog magistralnog kanala je pretežno snabdevanje vodom za navodnjavanje, zbog čega je izražen njegov sezonski karakter eksploatacije, pretežno u vegetacionom periodu, sa maksimumom tokom dva letnja meseca: jula i avgusta. Ta okolnost ima odlučujući uticaj na cenu m³ vode, pa svaka vansezonska potrošnja može povećati njegovu produktivnost i ekonomičnost. S druge strane sezonski rad omogućava održavanje kanala u visokom stepenu funkcionalnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Mučenski.

Takođe, omogućava i eventualne investicione zahvate u cilju povećanja njegovih kapaciteta.

Danas se u Vojvodini za potrebe poljoprivrede može koristiti oko 2 miliona ha, odnosno 92 % ukupne teritorije.

**2. USLOVI IZGRADNJE I EKSPLOATACIJE
KANALA**

Sa morfološkog aspekta teren duž trase kanala je zatalasan i prilično neujednačen sa visinskim razlikama u intervalu između 105 mm i 110 mm. Kota projektovanog dna kanala se kreće u intervalu od 103,88 mm do 103,04 mm, a niveleta kanala od 105,9 do 104,30 mm, evidentno je da se projektovani kanal na najvećem delu trase nalazi u useku, a samo delimično u nasipu.

Osnovna namena projektovanog kanala jeste da se njime transportuje voda za potrebe vodosnabdevanja, posebnu pažnju treba obratiti na promene okvašenog dela profila kao i na zone terena ispod projektovanog dna i iznad projektovane nivelete.

Kanal se u fazi eksploatacije mora održavati tj. čistiti, izmuljavati od rastvorenog taloga tako da će u funkciji vremena kanal dobiti pravougaoni oblik.

3. TRASA KANALA

Magistralni kanal deonica II počinje na račvi (km 9+450), gde se trasa kanala lomi prema severu, a magistralni kanal (deonica I) se rasterećuje (2,4 m³/s) preko spojnog kanala u Čik, odnosno akumulaciju Svetičevo. Deonicom II se distribuiraju 2,9 m³/s, sve do izgrađenog propusta na ukrštanju kanala (km 12+500) sa međunarodnim putem E-75 (Beograd-Subotica). Na toj stacionaži se proticaj smanjuje na 2,62 m³/s i takav se održava do kraja, do izliva u Krivaju (km 24+400). ukrštanje trase kanala i vodotoka Čik predviđeno je prelaskom magistralnog kanala preko deonice Čika po lokaciji nasute zemljane brane Azotara (km 15+275–15+475).

Dogradnjom nasipa za izradu korita kanala, kao i nadvišenjem postojeće krune brane na kotu 105,50 mm, sa njene nizvodne strane, formiraće se kanal u nasipu, čija je osovina paralelna sa postojećom osovinom brane na razmaku 8,50 m. Na desnom boku doline, osovina kanala skreće na sever i seče osovinu brane, da bi tako nastavila do stacionaže km 16+450. ukrštanje sa železničkom prugom Beograd-Subotica biće ostvareno propustom na km 17+151.

4. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RADOVA NA KANALU

Izvođenje radova na predmetnom kanalu predviđa se savremenim tehničkim sredstvima i materijalima, na najekonomičniji način. Reljef terena i njegov geološki sastav, kao i hidraulički zahtevi, uslovlili su tehničko rešenje sledećih karakteristika:

Na predmetnoj deonici kanala razlikuju se tehnologije iskopa kanala i to u zavisnosti da li se radi o kanalu u useku ili o kanalu u nasipu. Za oba slučaja prva faza predstavlja skidanje sloja humusa i to 0,5 m (kanal u useku) i 0,3 m (kanal u nasipu). Humus se skida buldožerima i transportuje u privremene deponije pored kanala, da bi se kasnije izvršilo njegovo razastiranje na jednu ili obe strane ili materijal iskoristio za nasip. Jednostrani transport humusa predviđa se samo na deonicama sa deponijama i to na suprotnu stranu od njih. Na deonicama kanala u nasipu površine se humuziraju, profil nasipa izvan koherentnog tela se popunjava humusom. Preostale količine se razastiru, a nedostajuće količine za izradu proširenja nasipa, podužnim transportom iz deonica u useku nasipaju koherentnim materijalom. Proširenje nasipa nabija se u slojevima do 50 cm prelaskom točkova kamiona i gusenicama buldožera preko cele površine svakog sloja.

Izrada kanalskog profila u useku projektovana je u dve faze:

1. Široki iskop u gornjim delovima profila buldožerom i transport na jednu ili obe strane kanala na privremenu deponiju;
2. Iskop donjih delova profila kanala hidraulik bagerima i odlaganje na privremenu deponiju na jednu ili obe strane kanala.

Razastrta zemlja u sloju od 30 cm preko sloja humusa umanjice plodnost zemljišta, te je predviđena rekultivacija tih površina. Pod tim se podrazumeva rigolovanje do dubine 70-80 cm kako bi se humus izbacio na površinu, te đubrenje stajnjakom u količini 10 vagona po hektaru tokom 6-10 godina.

Izrada kanalskog profila u nasipu-nakon skidanja humusnog sloja ispod zbijenog jezgra nasipa vrši se nabijanje posteljice vibroježevima, a zatim iskop kanalskog profila i nasipanje u slojevima do 50 cm sa planiranjem buldožerima i nabijanjem vibroježevima do zbijenosti 95% po Proktoru. Nedostajući materijal iz kanalskog profila za izradu nasipa transportuje se podužno kamionima iz deonica sa viškom iskopa. Predviđen je bagerski iskop profila sa jednovremenim utovarom u kipere. Lokacija pozajmišta iskopa sa trase nasipa određene su po ekonomskim, agronomskim i drugim kriterijumima. Profili nasipa izvan zbijenog koherentnog jezgra ispunjavaju se preostalim materijalom iz iskopa kanalskog profila ili podužno transportovanim materijalom sa deonica u useku. Zbijanje ovih delova profila predviđa se točkovima kamiona ili gusenicama buldožera.

Kvalitet tog materijala nije bitan pošto služi samo kao ispuna prilikom planiranja dna i kosine nasipa, koja je širine oko 0,5 m.

Za izradu protivfiltracione obloge kanala predviđeno je i valjanje kosina i dna glatkim valjkom uz prethodno kvašenje isplaniranih površina vodom iz cisterni, kako bi

se ostvarila odgovarajuća posteljica za naleganje folije. Preciznost planiranja i valjanja posteljice obloge direktno utiče na njenu sigurnost i trajnost, kao i na protočnu sposobnost kanalskog profila.

Iskop ankernih rovova za foliju na bankinama, dimenzija 30x20 cm predviđa se ručno uz odbacivanje iskopanog materijala van kanalskog profila. Precizno čišćenje grudvi iz zemlje iz prethodno uvaljanog kanalskog korita predviđa se ručno sa evakuacijom u deponije.

Polaganje folije po profilu kanala treba da obavi stručna i specijalizovana organizacija, u skladu sa važećim standardima i iskustvima. Dužina folije u poprečnom i podužnom profilu treba da je veća 2-3% od stvarnih dimenzija korita, zbog naknadnog skupljanja folije. Nakon polaganja i spajanja folije na licu mesta, vrši se njeno ankerisanje u iskopanim rovovima po bankinama, tako što se ručno zatrpaju zemljom uz nabijanje.

Neobloženi, parabolični kanalski profil izvešće se bagerima sa planiranjem kosina i dna sa tačnošću ± 10 cm u odnosu na projektovane linije. U nivou ureza horizontalnog nivoa predviđa se iskop posteljice za humusni tepih (0,1x0,1 m) bagerom, kojim se takođe nasipa humus sa ručnim razastiranjem i planiranjem. Nakon toga se vrši ručna sadnja trske, rogoza ili ševara.

Izlaz za životinje se formira od GeoWeb mreže postavljene preko vodonepropusne obloge kanala (HDPE folija-geomembrana), na bankini i po kosini kanala pokrivajući zonu oscilacije nivoa vode i ispod vode, tako da se životinja može pri izlasku osloniti na ispunjenju ćelije. Ćelije se iznad nivoa vode pune humusom i zatravljaju, a ispod nivoa vode se pune tucanikom granulacije 30-45 mm. Tucanik i humus su dobra podloga za izlazak životinja iz kanala.

5. MEHANIZACIJA

Buldožeri spadaju u mašine koje se koriste za iskop i/ili utovar. Otkopavanje buldožerima obavlja se zasecanjem materijala, uz njegov transport guranjem i razastiranjem, s grubim planiranjem. Najčešće se primenjuju za otkop i premeštanje materijala. Naročito su pogodni za skidanje humusa i pripremu terena za iskope ili izgradnju nasipa, a takođe za otkopavanje i izgradnju kraćih useka i materijalnih rovova odnosno zaseka, gde se prenos materijala obavlja na kraća rastojanja i najčešće u poprečnom smislu. Da bi se postigao optimalan kapacitet u određenim uslovima, poseban značaj ima izbor odgovarajućeg buldožera i primena racionalne tehnološke šeme rada. Radni učinak buldožera se povećava ako se transport materijala obavlja po padu terena. Pri kretanju po razstrtom materijalu, buldožeri obavljaju delimično i njegovo zbijanje, iako su efekti neretko slabi zbog malog specifičnog pritiska gusenica na tlo.

Hidraulični bager – osnovna namena hidrauličnog bagera je iskop masa, za koje operacije se koristi čeonu i dubinska kašika različitih veličina i oblika, kombinovanim sa različitim dužinama strele, u zavisnosti od vrste iskopa i materijala. Nza ostale radove (planiranje, sabijanje, razbijanje stena i smrznute zemlje, kopanje bunara, podizanje tereta, itd.) koriste se odgovarajući radni organi koji se neprekidno usavršavaju uz evidentna poboljšanja na osnovnim mašinama, što bagerima još više proširuje i onako široku namenu.

Valjci sa glatkim točkovima – veoma je pogodan za dopunsko zbijanje po površini sloja kod nasipa izgrađenih od kamenih i drugih nevezanih materijala. Njima se postiže dobro zatvaranje sloja koji se zbija, odnosno ravnanje njegove površine.

6. RADOVI NA OBLAGANJU KANALA

Geotekstil je netkani tekstil koji je tehnologijom izrade dobijanja runa iz visokokvalitetnih sintetičkih vlakana poliestera i polipropilena i učvršćen mehaničkim putem, iglanjem, tj. stvaranjem petlji ili mršenjem vlakana u čvrstu tvorevinu sličnu filcu. Osnovne funkcije geotekstila su:

- Razdvajanje ili separacija (sprečava međusobno mešanje agregata, omogućava povećanje kompaktnosti, povećava nosivost i otpor na brazdanje, povećava otpor na smrzavanje u bazi agregata);
- Armiranje (izrazito svojstvo armiranja slabo nosivog tla i poboljšanje kapaciteta nosivosti tla);
- Filtriranje (zbog svoje strukture ima svojstvo propusnosti vodpe kroz sam materijali zadržavanje čestica tla);
- Dreniranje (odvođenje vode iz tla, a pogodni za ovu funkciju su težih gramaža i deblji koji imaju značajnu poroznost);
- Izolacija (ova funkcija je potrebna u mnogim rešenjima u građevinarstvu).

Nepropusna HDPE folija se postavlja preko prethodno postavljenog geotekstila. Na krajevima se vrši sidrenje folije sa geotekstilom. Sidrenje se vrši klinovima dužine 20 cm, na rastojanju od 1 m. Podloga na koju se postavlja folija mora biti suva, ravna, dobro sabijena i bez oštrog kamenja ili vegetacije. Rolne HDPE folije razmoravaju se po dužini i međusobno preklapaju na preklap od cca 12 cm. Krajevi folije se postavljaju u ankerski rov, koji se po završetku postavljanja zatrpava. Pre punjenja kanala vodom potrebno je proveriti varove.

GEOWEB mreža-geomembrana – To je materijal koji se proizvodi ekstrudiranjem, od polietilena visoke gustoće ili polietilena vrlo niske gustoće. Može imati glatku ili hrapavu površinu. Primenjuju se za osiguranje vodonepropusnosti akumulacija, rezervoara, brana, kanala, izradu temeljnog i prekrivnog nepropusnog sloja odlagališta otpada, itd.

7. ORGANIZACIJA RADOVA

Na početku analize mogućih varijanti mehanizacije koja će se koristiti za iskop i nasip profila kanala, ceo kanal je podeljen na tri deonice na kojima se za obale i dno kanala koriste iste mašine. Analiza je vršena na osnovu rada dva buldožera, dva kamiona kiperu za transport iskopanog materijala do obližnje deponije, dva hidraulička bagera i jednog glatkog valjka. Cene iskopa i materijala su ostale iste ali se procena bazira na vremenu potrebnom za iskop kanalskog profila.

Kao najpovoljnija usvojena je varijanta sa paralelizacijom radova jer sve aktivnosti počinju istovremeno a radovi će se završiti za nešto više od pet meseci, pre zime, pa neće doći do prekida radova.

8. ANALIZA VREMENA I CENA IZVOĐENJA RADOVA

8.1 Gantogram

Upotrebom programa Microsoft Project dobijen je gantogram radova. Gantogram je dinamički plan u kome su prikazane sve aktivnosti. On pokazuje datume početka i završetka svake aktivnosti, kao i ukupnu sliku odvijanja radova u toku vremena i omogućava uvid u projektovanu paralelizaciju radova. Gantogram omogućava kontrolu količine izvedenih radova i utrošak resursa. Kritične aktivnosti su prikazane crvenom bojom, dok su aktivnosti koje se ne nalaze na kritičnom putu prikazane plavom bojom.

Analiza različitih kombinacija iskopa kanala je obavljena izradom gantograma za tri moguće varijante. Ovim se podrazumeva upoređivanje potrebnog vremena za završetak predviđenih aktivnosti.

Kod usvajanja mehanizacije vodilo se računa o njihovom praktičnom učinku, ali i o ceni radova, kako kod biranja tipa mašina tako i kod usvajanja potrebnog broja istih mašina za ceo projekat.

Kao najbolja, usvojena je varijanta u kojoj se iskop profila kanala vrši iz tri pozicije sa paralelizacijom radova. Prva pozicija predstavlja iskop leve obale, druga pozicija iskop desne obale i treća pozicija predstavlja iskop dna kanala. Sve tri pozicije počinju istovremeno.

Kao dan početka rada usvojen je 04.03.2019. godine, a kraj radova predviđen je za 03.09.2019. godine. Usvojeno je da se radi šest radnih dana u nedelji, sa dvanaestočasovnim radnim vremenom. Radovi se neće izvoditi u zimskim mesecima (od novembra do marta).

9. ZAKLJUČAK

Predmet rada je izgradnja podsistema Tisa-Palić deonice II magistralnog kanala Orom-Čik-Krivaja, od km 9+450 do km 24+450, koja bi obezbedila potrebnu količinu vode za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta, ribnjake, snabdevanje industrije i gradova, rekreaciju, turizam, kao i osvežavanje vode u prirodnim jezerima Palić i Ludoš.

Kota projektovanog dna kanala se kreće u intervalu od 103,8 mm do 103,04 mm, a niveleta kanala od 105,90 mm do 104,30 mm.

Izrada kanalskog profila u useku projektovana je u dve faze:

1. Široki iskop u gornjim delovima profila buldožerom i transport na jednu ili obe strane kanala na privremenu deponiju;
2. Iskop donjih delova profila kanala hidrauličkim bagerima i odlaganje na privremenu deponiju na jednu ili obe strane kanala.

Iskopani materijal se direktno utovara u kupere bagerom, prevozi do mesta ugradnje i istovara kipovanjem.

Transport materijala za izradu kanala u nasipu obavlja se kiperima sa najbliže deonice kanala u useku.

Oblaganje kanala se vrši postavljanjem geotekstila. Preko prethodno postavljenog geotekstila postavlja se vodonepropusna HDPE folija.

Izlaz za životinje se formira od GeoWeb mreže postavljene preko vodonepropusne obloge kanala.

U ovom radu predstavljeno je detaljno planiranje iskopa II deonice magistralnog kanala Orom-Čik-Krivaja, kroz dinamički plan, pomoću gantograma. Proračun je urađen na osnovi zapremine iskopa kanala. Izrada gantograma sa svim potrebnim podacima urađena je primenom softverskog paketa „Microsoft Project 2016“.

Kao najbolja, usvojena je varijanta u kojoj se iskop profila kanala vrši iz tri pozicije sa paralelizacijom radova. Prva pozicija predstavlja iskop leve obale, druga pozicija iskop desne obale I treća pozicija predstavlja iskop dna kanala. Sve tri pozicije počinju istovremeno.

Kao dan početka rada usvojen je 04.03.2019. godine, a kraj radova predviđen je za 03.09.2019. godine. Usvojeno je da se radi šest radnih dana u nedelji, sa dvanaestočasovnim radnim vremenom. Radovi se neće izvoditi u zimskim mesecima (od novembra do marta).

Izvođačka firma obezbedila je radnu snagu, kao i mehanizaciju. Deo mehanizacije izvođačka firma poseduje, a one mašine koje ne poseduje je dužna da nabavi.

Usvojena je odgovarajuća mehanizacija koja je potrebna da se izvrše radovi, kao i broj mašina koji je potreban za ceo projekat.

Završetak radova omogućiće navodnjavanje oko 15.500 ha poljoprivrednih površina.

10. LITERATURA

[1] Studija opravdanosti i studije uticaja na životnu sredinu magistralnog kanala Orom-Čik-Krivaja (deonica II) podsistema Tisa-Palić.

[2] Mehanizacija u građevinarstvu, Ratko S. Čulibrk, Momir M. Plavšić, Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet u Subotici, 2007. godine.

[3] Tehnologija i organizacija građenja, Milan Trivunić, Zoran Matijević, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2009. godine.

Kratka biografija:



Branka Kurćubić rođena je u Čačku 1987. godine. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. godine, na smeru hidrotehnika. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Tehnologija i organizacija građenja, odbranila je 2018. godine.