



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

1

SANACIJE VODNIH GRAĐEVINA U ŽUPANJSKOJ POSAVINI



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

UVOD

- Sredinom svibnja ove godine područje Županijske posavine poplavljeno je uslijed dvaju proboja savskog nasipa u naseljima Rajevo Selo i Račinovci.
- Do proboja lijevog savskog nasipa došlo je i nizvodnije, u Republici Srbiji, a također i desnog, na dvije lokacije u Republici Bosni i Hercegovini, na području Pruda i Kopanica. Gotovo istovremeno došlo je, dakle, do 5 proboja savskog nasipa.
- Razmjeri ove nepogode su nezabilježeni u posljednjih 50 godina, odnosno od poplave Zagreba, 1964. godine.
- Poplavu možemo okarakterizirati kao netipičnu, jer je zadesila područje koje je u potpunosti obranjeno nasipom od rijeke Save.
- Upravo činjenica da je do poplave došlo na branjenom području, razlog je ovom prikazu kao upozorenje da je potrebno započeti sa sustavnim ispitivanjima pouzdanosti postojećih nasipa, te intenzivnom rekonstrukcijom uočenih, nezadovoljavajućih dionica.

Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

2

PROBOJI SAVSKOG NASIPA I POPLAVA

- Do puknuća savskog nasipa došlo je na dva mjesta. Proboji su nastali gotovo istovremeno, u popodnevним satima, 17. svibnja, prvi na području Rajevog Sela, a zatim i kod Račinovaca, čime su stvoreni uvjeti za silovito istjecanje Save u zaobalje, koje je trajalo nekoliko dana.
- Približna udaljenost dvaju proboja je 20 km.
- Na obje lokacije nije bilo prelijevanja nasipa, iako se vodostaj približio kruni nasipa.
- Neke razlike lokacija proboja savskih nasipa su: kod Rajevog Sela nasip je rekonstruiran tijekom 2010. i 2011. godine, nadvišenjem postojećeg trupa nasipa, dok je nasip u Račinovcima zadovoljavao visinske kriterije, pa nije rekonstruiran.
- Može se uočiti i to da se mjesto proboja u Rajevom Selu nalazi u krivini Save, dok je onaj u Račinovcima na njenom ravnom potezu.

Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Proboj savskog nasipa u Rajevom Selu



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

3

Proboj savskog nasipa u Račinovcima



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Ova pojava se nije mogla predvidjeti, ali se može objasniti veličinom vode na koju nasip nije dimenzioniran. Vodostaj kod kojeg je došlo do proboja je za 1 metar premašio projektni, a po veličini odgovara teoretskom 1000 godišnjem, dok je sustav dimenzioniran na 100 godišnju pojavu.

Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske
veljača 2015.



IZGRADNJA PRIVREMENIH ZAŠTITNIH GRAĐEVINA NA MJESTIMA PROBOJA

1. Na lokaciji proboja savskog nasipa u Rajevom Selu izgrađen je privremeni nasip od jumbo vreća punjenih pijeskom, koji je kasnije dograđen zemljanim materijalom, čime je dobivena kvalitetna zaštitna građevina.

Za izgradnju zagata upotrebjeno je 2800 komada jumbo vreća i 95 000 komada malih vreća

Zagat je izgrađen s vodne strane postojećeg nasipa, a početak i kraj se veže na dvije rampe.

Dužina zagata je oko 380 metara.

2. Na lokaciji proboja savskog nasipa u Račinovcima, pobijene su metalne talpe, duljine 12 metara, a na ukupnoj dužini od 120 metara, čime je postignuta privremena zaštita od poplava.

Talpe će ostati sastavni dio buduće, sanirane građevine.

Na lokaciji odrona savskog nasipa u Račinovcima uklonjen je dio oštećenog nasipa u duljini 150 metara te je izveden zaštitni zemljani zagat s kotom krune na 84,30 mnm

Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske
veljača 2015.

Početna faza izgradnje zagata u Rajevom selu jumbo vrećama



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

5

Završna faza izgradnje zagata u Rajevom Selu
– jumbo vreće prekrivene zemljanim materijalom



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

I ja pomažem u obrani svog doma



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

6

Ugradnja talpi s obalne strane proboja nasipa u Račinovcima



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Ugradnja talpi s obalne strane proboja nasipa u Račinovcima



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

7

Ugradnja talpi s obalne strane proboja nasipa u Račinovcima



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

VODNE GRAĐEVINE U SANACIJI

Paralelno s izgradnjom privremenih građevina, pristupilo se planiranju sanacija, odnosno izgradnje oštećenih dijelova savskog nasipa.

Donošenjem Zakona o sanaciji posljedica katastrofe na području Vukovarsko – srijemske županije, pojednostavljena je procedura ugovaranja usluga i radova, pa je temeljem tog Zakona ugovorena izrada projektne dokumentacije i radovi:

1. Sanacija proboja savskog nasipa u Račinovcima, te sanacije odrona i slabih mjesta nasipa gdje se pojavljivalo procjeđivanje. Ukupna dužina sanacije je oko 1800 metara
2. Sanacija proboja savskog nasipa u Rajevom Selu, gdje je osim izgradnje novog nasipa, bilo potrebno zatrpati odneseno temeljno tlo. Dužina sanacije proboja sa sanacijom dijela nasipa uzvodno i nizvodno, iznosi 570 metara
3. Sanacija savskog nasipa kod naselja Topola, gdje su registrirana tri odrona i procjeđivanje nasipa. Dužina sanacije oko 2150 metara
4. Sanacija savskog nasipa kod naselja Bošnjaci, gdje je registriran jedan odron i više procjeđivanja. Dužina sanacije je oko 3400 metara
5. Nadvišenje savskog nasipa na dionici Štitar – Babina Greda u dužini od 5600 metara

Ukupna dužina sanacija je, dakle, 13520 metara.

Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



O SANACIJAMA

- Za sve sanacije su napravljeni geomehanički istražni radovi, geodetska podloga i izrađen projekt obnove
- Projektiranje je pratila stručna revizija
- Sva gradilišta su prijavljena Ministarstvu graditeljstva u skladu sa Zakonom o gradnji
- Sve radove je pratio stručni, tehnološki i geodetski nadzor
- Obzirom da se radi o sanacijama građevina koje su bile legalne, ali je tehničko rješenje neznatno izmijenjeno u odnosu na prvobitnu građevinu, te da je građevina, dodavanjem bankina, proširena, potrebno je naći modus legalizacije saniranih objekata
- Po dovršetku svih radova biti će izrađeni projekti izvedenog stanja
- Na lokacijama proboja ugrađeni su mjerni uređaji na kojima će se pratiti eventualni pomaci

SANACIJA PROBOJA I ODRONA NASIPA U RAČINOVcima

- Na mjestu proboja izgrađen je novi nasip, a građen je u slojevima, kvalitetnim materijalom s obližnjeg zemljišta
- Zbog izrazito kišne sezone, kada je postao upitan rok dovršetka u ovoj godini, projektanti su ponudili rješenje s 'armiranjem' slojeva geomrežama, što je omogućilo nastavak radova
- Početno ugrađene talpe ostale su sastavni dio građevine
- Na mjestu velikog odrona, na vodnoj strani je izrađen zemljani zagat, a nakon toga potpuno maknuta cijela oštećena dionica nasipa i sagrađen novi nasip
- Na dužini od 1800 metara izgrađena je bankina, kao dodatni stabilizirajući dio nasipa, te na njoj izgrađena servisna cesta
- Na cijeloj dužini sanirane dionice ugrađena je uzdužna drenaža od šljunčanog materijala sa šljunčanim odvodima u postojeći procjedni kanal



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

9

Račinovci – privremeni nasip - zagat



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Račinovci - sanacija nasipa na mjestu odrona, lijevo – privremeni nasip



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

10

Sanacija nasipa na lokaciji odrona izvođenjem „sendvič” konstrukcije



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Sanacija nasipa na lokaciji odrona izvođenjem „sendvič” konstrukcije



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

11

Stepenasto zasječen nasip, pripremljen za sanaciju između odrona i proboja
u Račinovcima



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Račinovci - početak sanacije proboja savskog nasipa



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

12

Račinovci-sanacija nasipa na lokaciji proboja izvođenjem „sendvič” konstrukcije



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Račinovci - Završna faza sanacije nasipa na mjestu proboja



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

13

Račinovci – hidrosjetva



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

SANACIJA PROBOJA NASIPA U RAJEVOM SELU

- Specifičnost ovog zahvata je saniranje ogromne kaverne nastale odnošenjem nasipa i temeljnog tla ispod nasipa. Na najnižem dijelu dubina do terena je bila oko 12 metara. Ukupna kubatura ispune je oko 60.000 m³. U zoni ispod nasipa nasipavanje tla vršeno je šljunkom, a u ostalim dijelovima, neselektiranim materijalom
- Gotovo cijelo vrijeme gradnje vršeno je crpljenje vode iz jame s dvije pokretne crpke
- Radi osiguranja vodonepropusnosti tla ispod budućeg nasipa, ugrađena je injekcijska zavjesa – betonski stupnjaci, ukupno 376 stupnjaka, pojedinačne dužine 10, 15 i 18 metara, a ukupne dužine 6284 metra
- Nasip se izvodio kvalitetnom glinom uz propisano zbijanje slojeva, uz ugradnju geomreža
- Na dužini od 570 metara izgrađena je bankina, kao dodatni stabilizirajući dio nasipa, te na njoj izgrađena servisna cesta
- Na cijeloj dužini sanirane dionice ugrađena je uzdužna drenaža od šljunčanog materijala sa šljunčanim odvodima u procjedni kanal

Lidija Kratofil
Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015. Vladimir



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

14

Rajevo Selo - početak sanacije proboja savskog nasipa



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Rajevo Selo - ugradnja šljunčanih slojeva ispod budućeg nasipa



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society



HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

15

Rajevo Selo - ugradnja vodonepropusne zavjese od betonskih stupnjaka



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Rajevo Selo – spoj novog i starog nasipa



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



Hrvatsko geotehničko društvo
Croatian Geotechnical Society

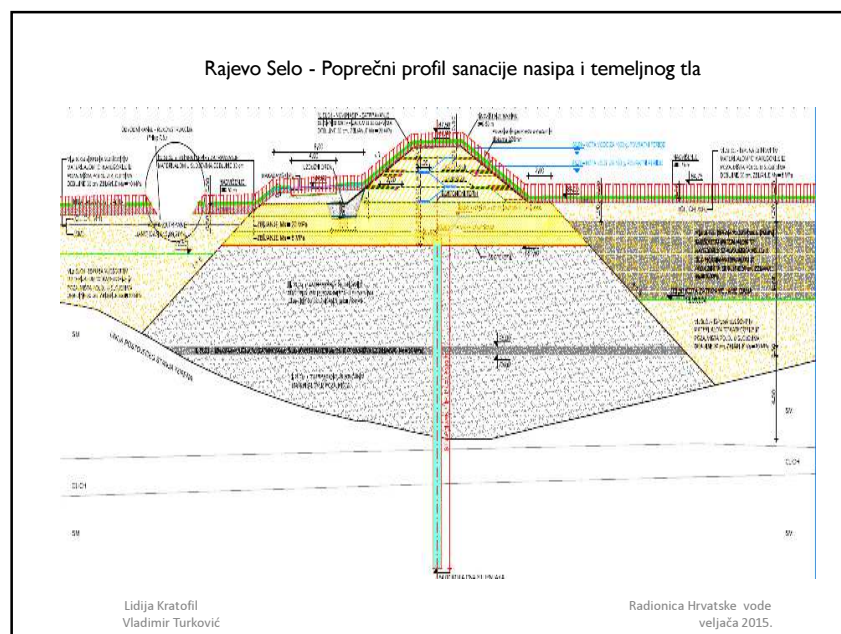


HRVATSKE VODE

Radionica 10.02.2015.

Lidija Kratofil, dipl.ing.građ., Hrvatske vode
Vladimir Turković, dipl. inž. građ., Hrvatske vode

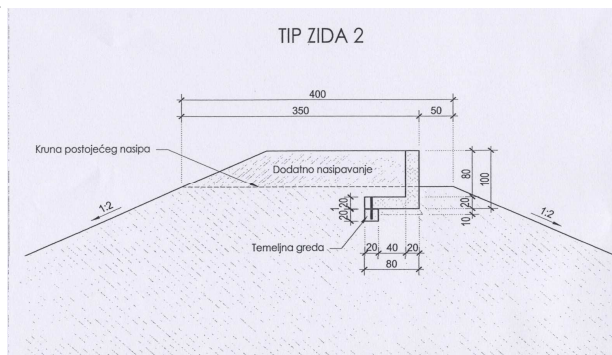
16





NADVIŠENJE SAVSKOG NASIPA U ŠTITARU I BABINOJ GREDI

Dionica savskog nasipa, koja je za vrijeme velike vode morala biti nadvisivana vrećama punjenim pijeskom, dograđena je izgradnjom montažnog betonskog zida na kruni nasipa. Radi se o projektnom rješenju koje se kod nas rijetko primjenjuje. Obzirom na potrebnu visinu nadvišenja, izrađena su tri tipa rješenja zida. Zidovi se ukopavaju u krunu postojećeg nasipa, a kruna se naknadno, dodatno zasipava zemljom.



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.

Štitar – nadvišenje nasipa montažnim zidom



Lidija Kratofil
Vladimir Turković

Radionica Hrvatske vode
veljača 2015.



ZAKLJUČCI

- Dva proboja savskog nasipa i poplava, posljedica su iznimne hidrološke pojave na koju zaštitni sustav nije dimenzioniran
- Na ovu se pojavu nije moglo odmah reagirati jer je pristup mjestima proboja i provođenje aktivnosti njihovog zatvaranja bio nemoguć i opasan po život
- Upozoravajuće je da se ovakva katastrofa dogodila na području koje se smatra potpuno zaštićeno nasipima, pa je ubuduće potreban pojačan nadzor na svim dionicama
- Provizorno zatvaranje oba proboja izvedeno je, različitim tehnologijama, brzo i uspješno i bez prethodnog iskustva
- U inženjerskom smislu stekla su se nova iskustva na hitnoj izgradnji privremenih zaštitnih građevina, kao i na izgradnji nasipa u teškim vremenskim uvjetima. Svakako će ovaj veliki pothvat biti veliko iskustvo hidrotehničarima, projektantima i izvođačima radova, a neka od predloženih projektnih rješenja sigurno će ući u buduću praksu

- Povećana učestalost i intenzitet velikih voda na Savi i njenim pritocima u posljednjim godinama ne može se zanemariti, djelatnost zaštite od poplava ih mora respektirati
- Dugoročni prognostički modeli pokazuju na cijelom toku Save izrazitu vjerojatnost povećanja visokih vodostaja; tako bi do kraja stoljeća 100 godišnji vodostaj u Županji mogao biti veća za 180 cm od sadašnjeg. Ovo ukazuje na potrebu preispitivanja cijelog postojećeg sustava obrane od poplava
- Kriterije dimenzioniranja savskih nasipa treba ili postrožiti ili mjerodavne nivoe aktualizirati proračunima s novim zabilježenim vodostajima
- Dužina savskih nasipa na području VGO-a za srednju i donju Savu iznosi 470 km, od toga visinom i kvalitetom ne zadovoljava oko 80 km
- U raznim fazama izrade dokumentacije za rekonstrukciju je oko 16 km savskih nasipa. Potrebno je intenzivirati ove radove, kako bi se sustav zaštite što prije doveo na željeni stupanj zaštite zaobalja