





**PROJEKAT:**

IZVOĐENJE RADOVA, SANACIJA  
BUĆNICE I DESNOG BOKA VODO-  
PADA RIJEKE PLIVE U JAJCU

**INVESTITOR:**

FEDERALNO MINISTARSTVO  
OKOLIŠA I TURIZMA

**NADZORNI ORGAN:**

PROJEKTNO TEHNIČKI STUDIO  
BARING, JAJCE

**IZVOĐAČ RADOVA:**

HERING DD, ŠIROKI BRIJEG

**VRIJEME IZVOĐENJA RADOVA:**

2010/2011.



**Vodopad** i korito rijeke Plive u gradu Jajcu zadnjih je desetljeća zahvatila intenzivna erozija koja se u nekoliko navrata bez većih uspjeha raznim tehničkim zahvatima pokušavala zaustaviti. Krajem 1996.godine poplavni valovi doveli su do ozbiljnog oštećenja dijela korita rijeke Plive i rušenja gotovo čitavog preljevnog praga 3. Osim navedenog došlo je i do pojave nestabilnosti i klizanja (odrona) terena na desnom boku vodopada, što je rezultiralo pojmom ponora u dnu korita ispred urušenog dijela slapa. Velike vode koje su dolazile do slapa propadale su kroz ponor i izbjiale na površinu na približno polovici visine slapa u širokom mlazu.

Korito rijeke Plive sačinjava sedra na dionici od sela Jezero do njenog ušća u rijeku Vrbas. U ranijem razdoblju proces stvaranja sedrenih naslaga bio je intenzivniji i jači od erozionih procesa, da bi u kasnijem razdoblju procesi erozije uzrokovali usijecanje korita rijeke još dublje u sloj sedre.

Intenziviranju erozionih procesa pripomogli su i promjena režima rijeke Plive nizvodno od Velikog Jezera nakon izgradnje stare hidroelektrane, čime je poremećen prirodni proces stvaranja sedre, te prethodnim nestručnim pokušajima sanacija slapa.

Nadalje analizom postojećeg stanja utvrđeno je da je do djelomičnog urušavanja došlo i zbog erozije (potkopavanja) podnožja vodopada i odloma dijela sedrene konstrukcije slapa koji se oslanja na slojeve gline i šljunka.

Prilikom odabira tehničkog rješenja bilo je potrebno uzeti u obzir zahtijevane učinke sanacije sukladno projektnom zadatku:

- postizanje zadovoljavajućeg stupnja sigurnosti područja slapa za projektirani max. protok
- maksimalno moguću prilagodbu rješenja zatečenom stanju i uvjetima na licu mjesta
- uklapanje vidljivih dijelova sanacijskih građevina u okolinu, kako bi se zadržale karakteristike ambijenta
- osiguravanje uvjeta za proces stvaranja sedrenih naslaga
- bolji stupanj zaštite priobalnog područja od izljevanja velikih voda
- prihvatljivi troškovi održavanja

Obzirom na navedeno potrebno je sanacijskim zahvatima postići slijedeće učinke:

- Spriječiti površinsku eroziju materijala u koritu i slapovima rijeke Plive
- Oblikovati preljevne pragove na slapi na način da protjecajne vode ne ugrožavaju stabilnost užeg i šireg područja slapa
- Sidrenjem pragova u koritu ostvariti potreban faktor sigurnosti

– Spriječiti mogućnost pojave ravninskog klananja, odrona ili nestabilnosti većih razmjera u okolini slapa

- Sanirati prodore vode u kaverne na vertikalnoj plohi slapa
- Spriječiti odrone na desnom boku

Obzirom na uvjete date projektnim zadatkom, tehničko rješenje sanacije vodopada i korita rijeke Plive sastoji se od tri tehničke cjeline:

- Sanacija preljevnih pragova, bočnih zidova
- Sanacija bućnice s preljevom u rijeku Vrbas
- Sanacija desnog boka

Sanacija preljevnih pragova i bočnih zidova je izvršena kao predmet ranije sklopljenih ugovora, dok su predmet ovoga ugovora sanacija bućnice sa preljevom i sanacija desnog boka.

Glavni projekt sanacije desnog boka je izradila projektantska kuća Energoinvest dd iz Sarajeva. Konceptacija sanacije desnog boka je prenos opterećenja na nosive krečnjake stijene.

Na prostoru vodopada i desne obale kao podloga sedre nalaze se krečnjačke stijene. Između sedre i krečnjaka je mjestimično smješten sloj šljunka max. dvebljine 2 m. S obzirom na osobine sedre i njenu podložnost raspadanju usvojeni način sanacije prenosi glavna opterećenja na krečnjačku podlogu. Konstrukciju desnog boka čine admirano netonski „roštilj“ greda sa platnima na bušenim šipoviima koji vrhom ulaze u krečnjak 3 m. Ab platna su perforirana a, prostor između njih ispunjava se poroznim materijalom. Potporni konstrukcija desnog boka je izvedena prije sanacije bućnice zbog osiguranja iskopa za bućnicu koja je jednim dijelom nasklonjena na desni bok.

Glavni projekt sanacije bućnice izradila je projektantska kuća Elektroprojekt dd iz Zagreba.

Postojeća bućnica u podnožju slapa nastala je vertikalnim obrušavanjem vode što je u dnu slapa dovelo do erozije i odnošenja materijala, produbljenja i stvaranja prirodnog bazena. Konstrukcija bućnice omeđena je vodopadom sa sjeverne strane, dok je sa južne prislonjena uz potpornu konstrukciju desnog boka.

Vertikalna stijena vodopada ispod preljevnih pragova 1 i 3 zaštićena je od buduće pojave erozije pri max. vodama admiranobetonским zidovaima obloženim kamenom, kao i dijelom bućnice uz konstrukciju desnog boka. Bazen bućnice spojen je sa hidraulički oblikovanim preljevnim pragom, koji se formira lučno prema rijeci Vrbas.



Područje izvođenja radova  
prije sanacije





Pripremni radovi - Izrada pristupnog puta do podnožja vodopada (lijevo)

Bućnica vodopada prije sanacije (lijevo - dole)

Pripremni radovi - čišćenje terene, široki iskop i izrada radnog platoa za stroj za izradu šipova – Faza I. sanacije desnog boka

Stroj za izradu šipva na području Faze 1 zaštićen zavjesom od pvc folije od prskanja vodopada (sasvim desno)

Izbetoniran šip u iskopu sa armaturnim košom u čeličnoj cijevi (desno)

Izvođenje šipova u području Faze II i izgradnja ab kazeta Faze I (dole)

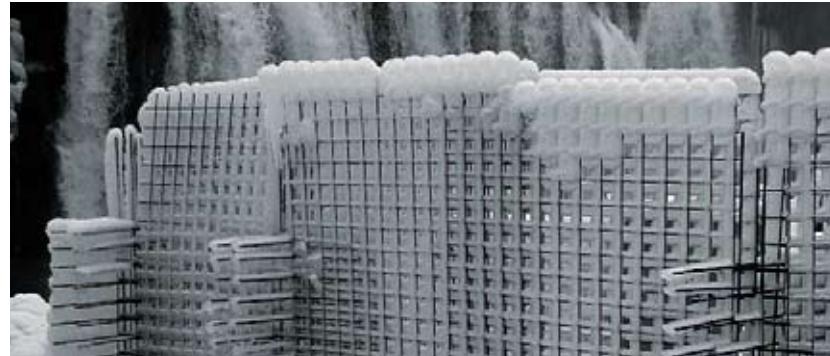


Radni sastanak na  
gradilištu....voditelji  
pojedinih grupa radova,  
nadzorni inženjer



Iznimno teški uvjeti rada  
nisu bili prepreka





Izrada šipova Faza II  
(lijevo gore)

Područje radova okovano  
ledom zima 2010/2011  
(lijevo sredina)

Izrada armature naglavnih  
greda (lijevo dole)

Pogled na područje izvođe-  
nje radova sa desne strane  
rijekе Vrbas



Izrada šipova, zidova  
(lijevo u sredini)

Široki iskop padine de-  
snog boka (lijevo gore)

Izrada šipova faze II, široki  
iskop padine desnog boka  
i izrada ab kazeta Faze I  
(sasvim dolje)

Duga (sasvim lijevo)





Izrada i zatrpavanje  
ab kazeta materija-  
lom iz iskopa

Betoniranje ab  
perforiranih zidova  
kazeta Faza II

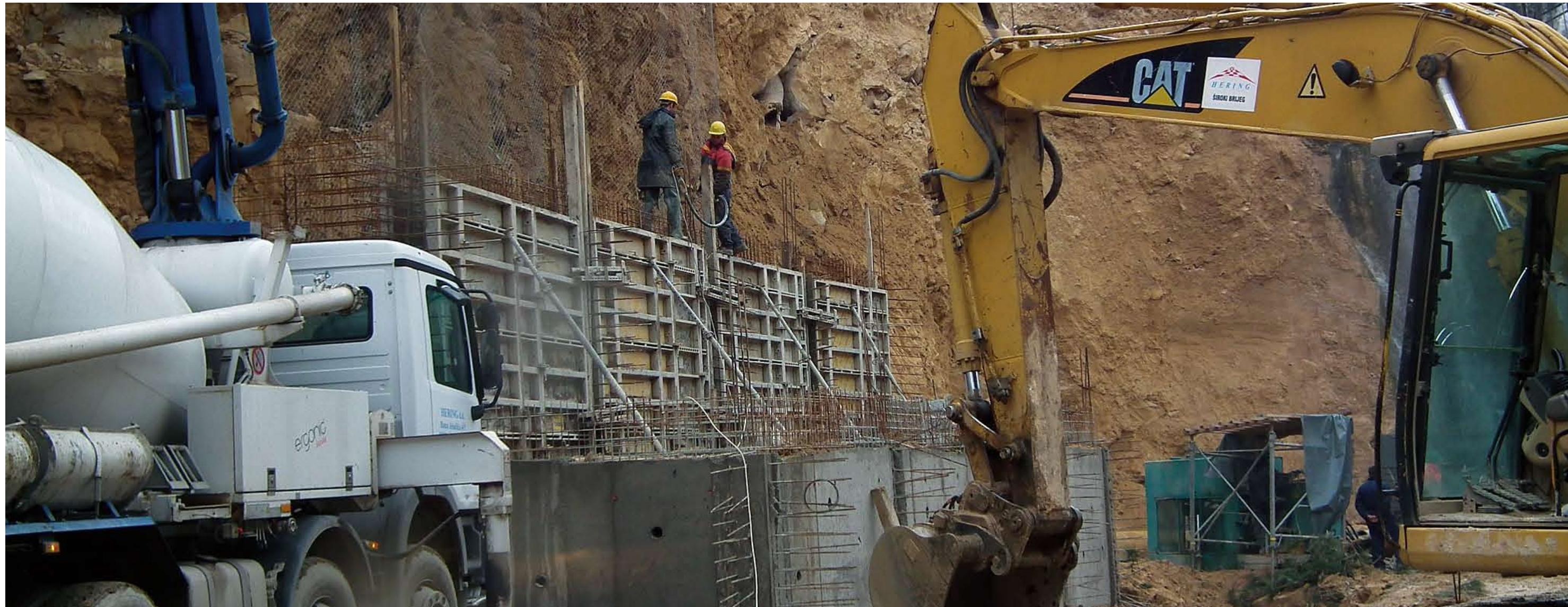




Izrada peforiranih ab zidova Faza I (desno)

Izrada armature naglavnih greda šipova Faza II (lijovo)

Betoniranje ab perforiranih zidova kazeta Faza II (dolje)





Zatrpanje naglavnih  
greda Faza II (dolje)

Betoniranje ab perfo-  
riranih zidova kazeta  
Faza II (lijevo)

Mehanizacija na teškim pozicijama





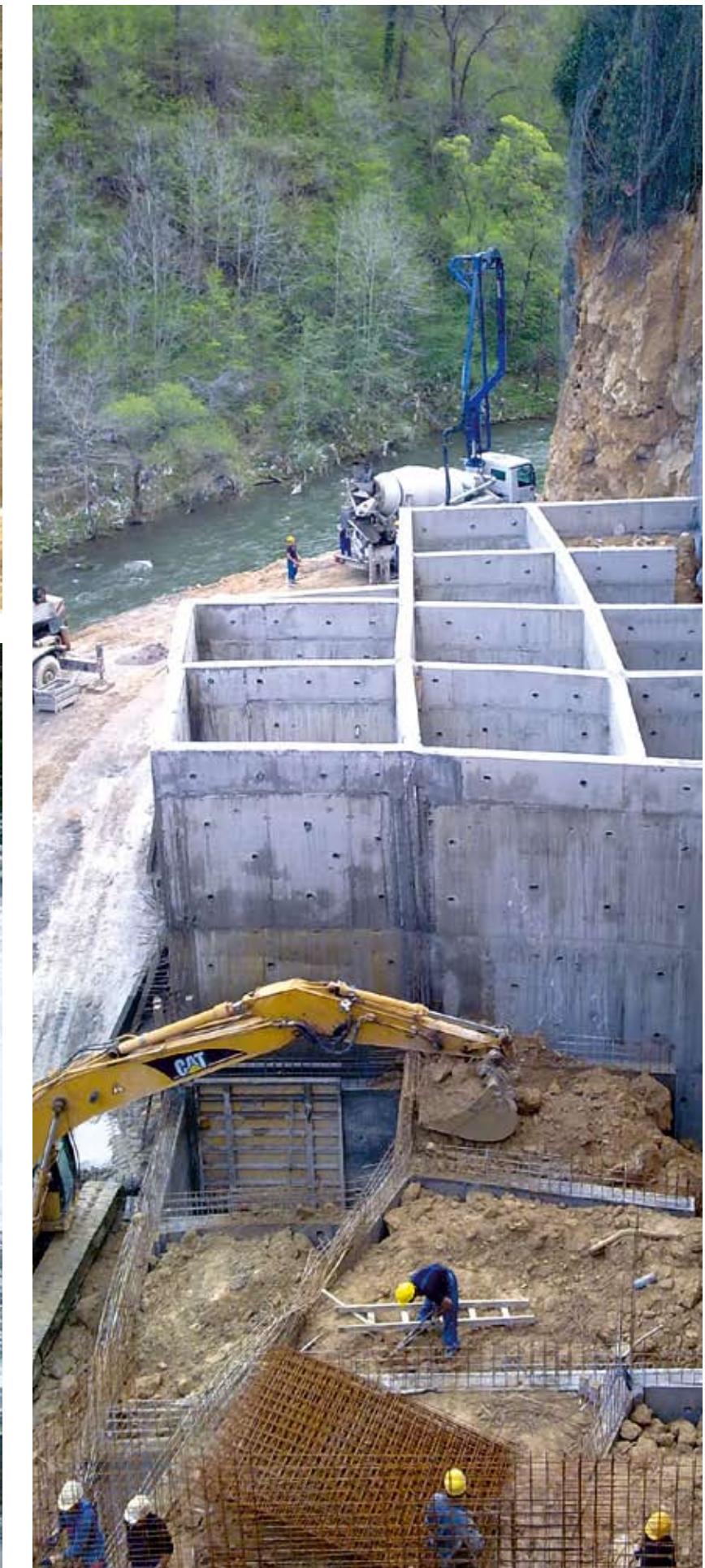
Oplata zida Faza II (lijevo)

Zatrpanjvanje ab perforiranih  
zidova kazeta (dolje)

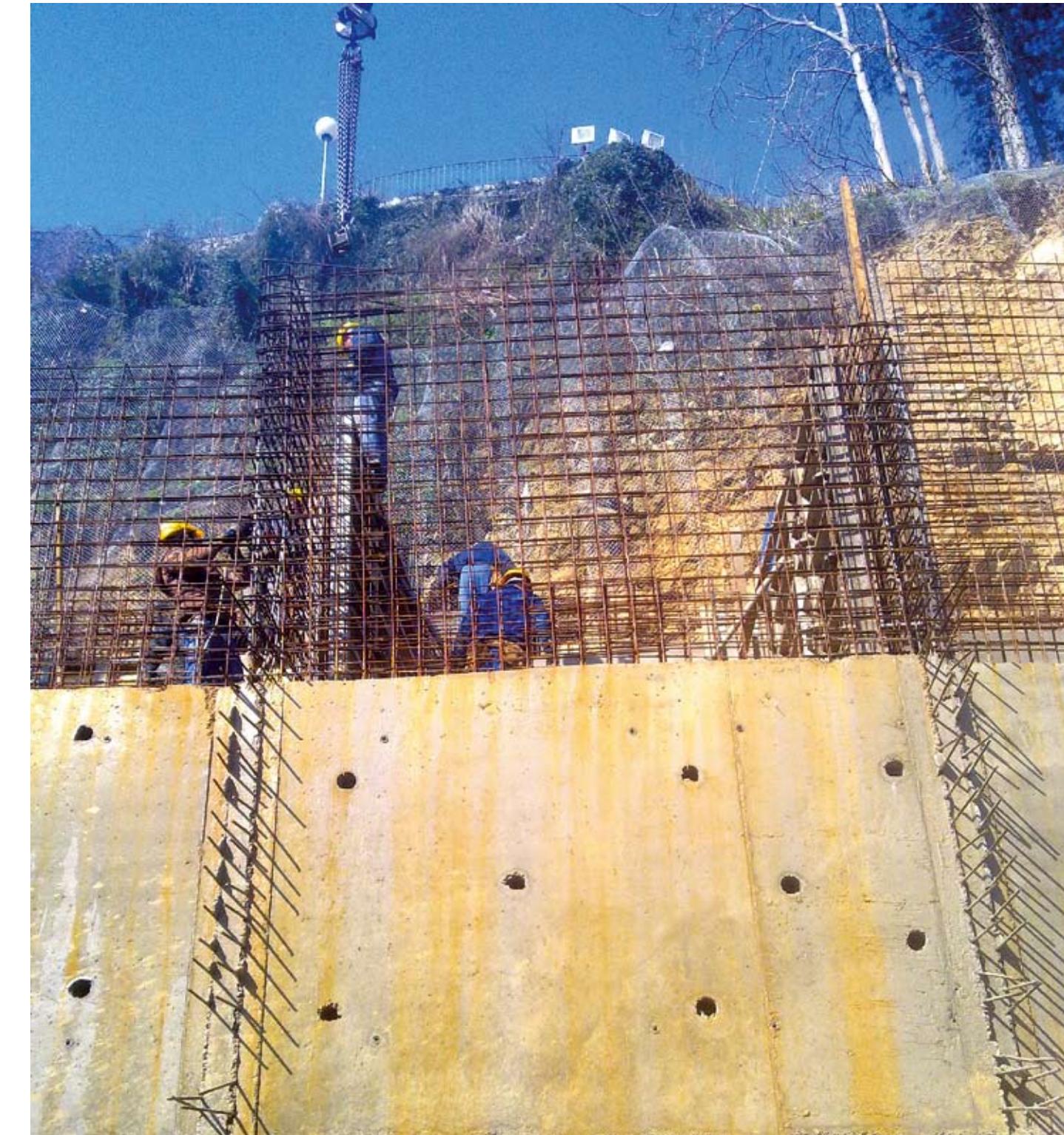
Izrada šipova Faza III (desno)



Izrada konstrukcije desnog boka, ab greda i perforiranih zidova Faza III



Izrada ab konstrukcije  
desnog boka Faza II





Perforirani zidovi armiranobetonskih kazeta (lijevo)

Izrada ab konstrukcije desnog boka Faza II (gore desno)

Izrada kontrafora, vezanje armature (dolje desno)





Izrada armiranobetonskih perforiranih zidova kazeta desno)

Izrada naglavne grede šipova Faza III (lijovo)

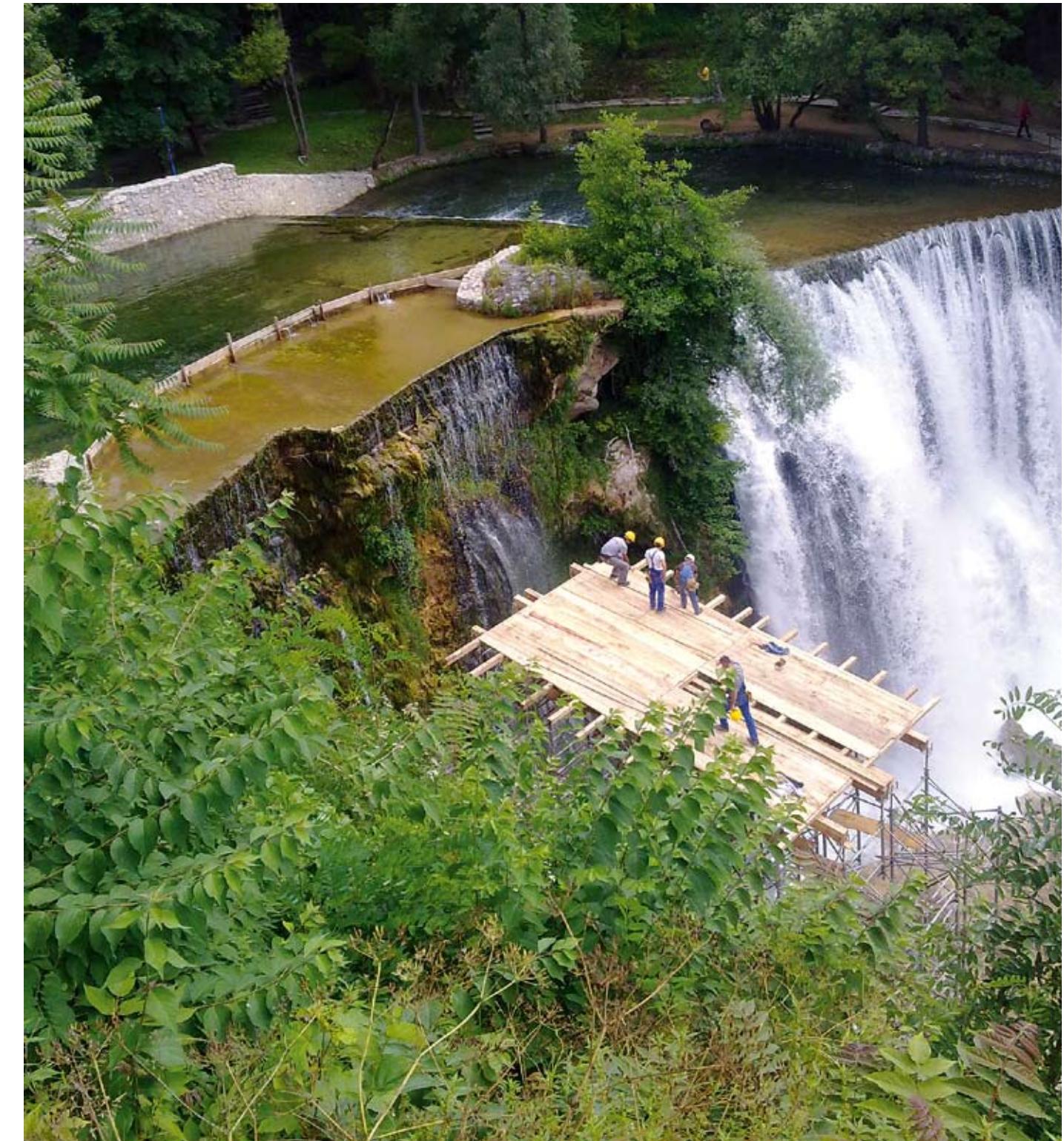
Inženjer na gra-  
dilištu (dolje)

Pristupni put na  
Fazi I (desno)



Brana za regulaciju vodotoka  
na kruni vodopada (lijevo)

Izgradnja kanala za regulaciju  
vodotoka (desno)



Izgradnja kanala za regulaciju vodotoka



Izgradnja kanala za regulaciju vodotoka (desno)

Sortiranje armature za izgradnju bućnice (dolje)

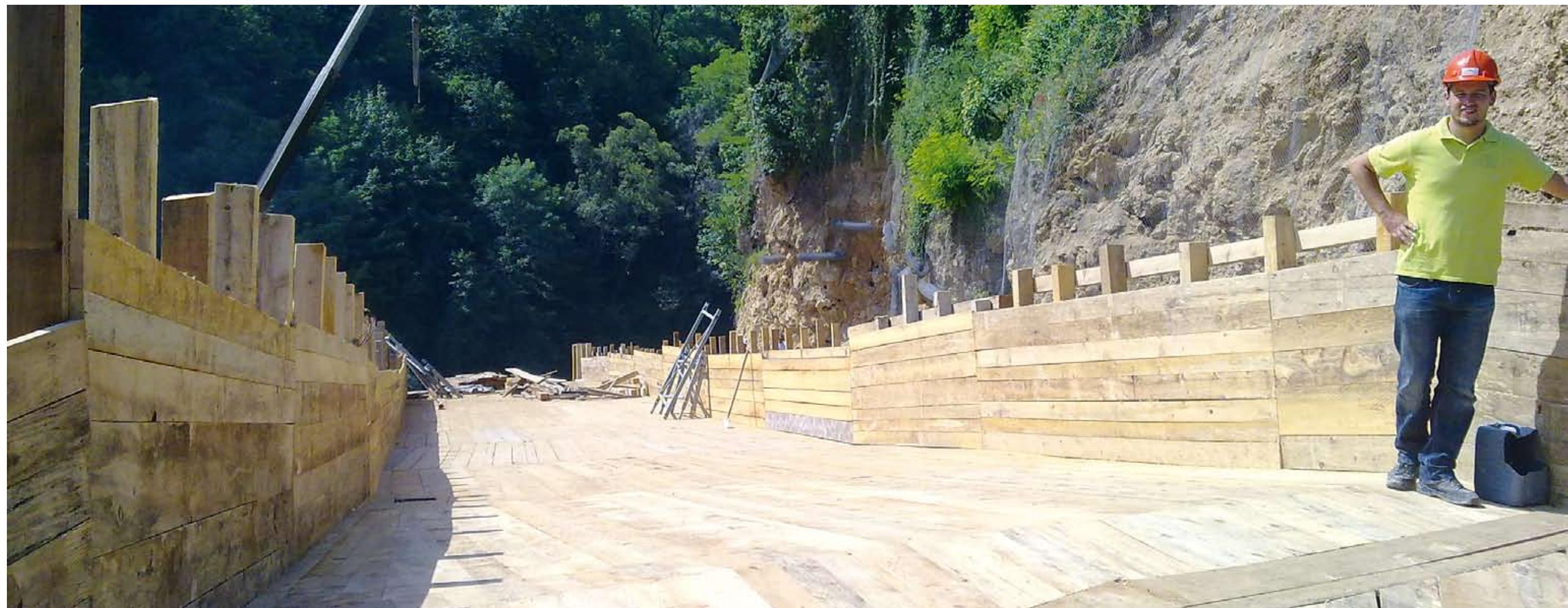


Pogled sa krune vodopada  
niz kanal za regulaciju  
vodotoka (dolje)



Vodotok rijeke Plive je  
uspjšno preusmjeren u  
kanal i može se otpočeti sa  
pripremnim radovima za  
izgradnju bućnice vodopada  
(sasvim desno)

Pristupni put za izgradnju  
bućnice ispod kanala za re-  
gulaciju vodotoka (desno)





Vodotok rijeke Plive u kanalu na skeli (lijevo)

Biološki minimum rijeke Plive od 3 m<sup>3</sup>/s preljeva se preko ruba kanala u rijeku Vrbas (dolje)

Radni plato i autodizalica  
na izgrađenoj konstrukciji  
desnog boka

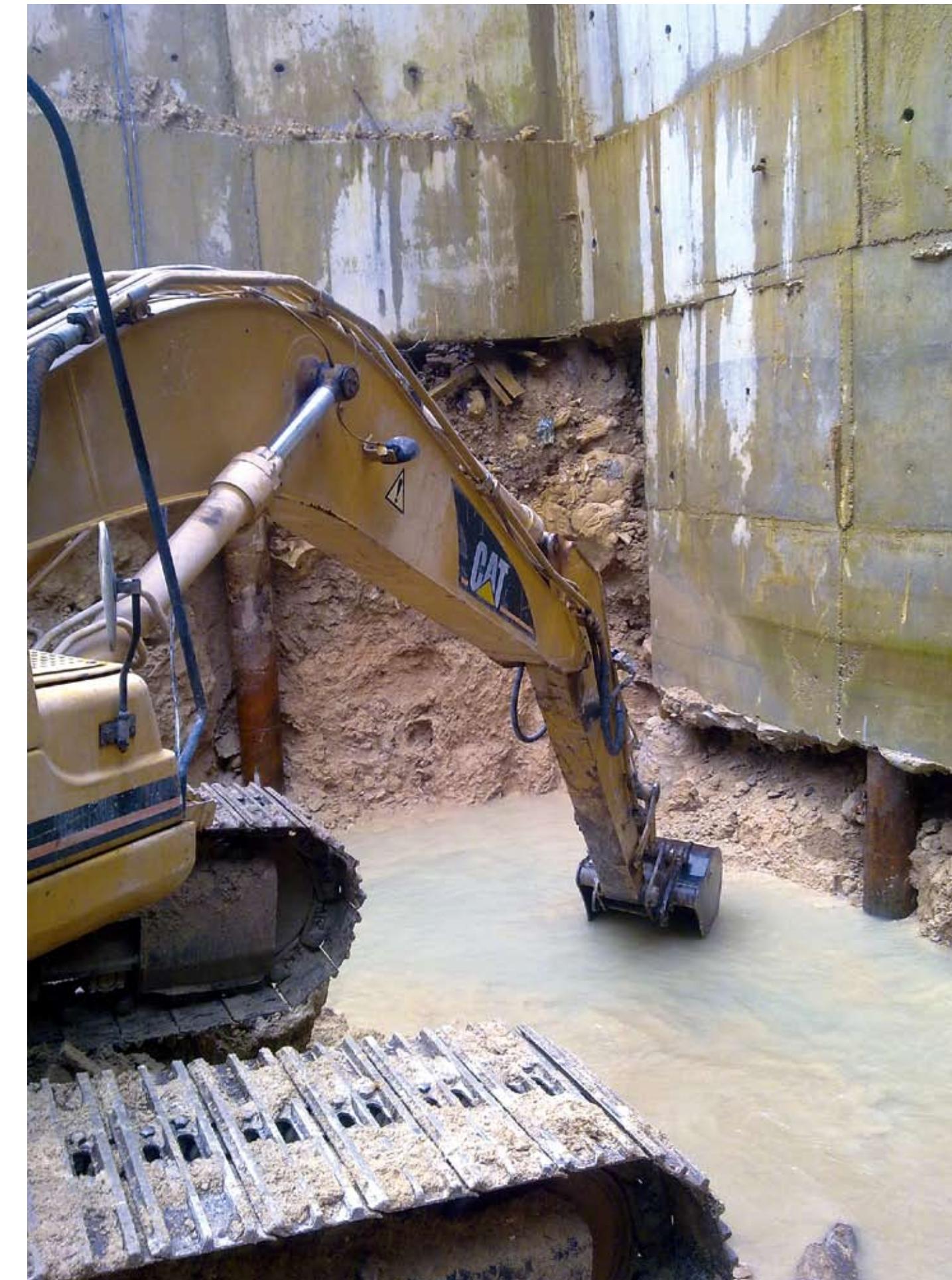




Pristupni put i zagat za regulaciju vodotoka u bućnici (desno)

Široki iskop za izgradnju bućnice vodopada uz neprestano ispunjavanje vode mulnjim pumpama (dolje)

Iskop terena za izgradnju bućnice uz izgrađenu konstrukciju desnog boka (sasvim desno)



Izrada armature armiranobetonske ploče bućnice (dolje desno)

Betoniranje zidova bućnice (dolje lijevo)

Oplata i armatura armiranobetonskih zidova bućnice, oblaganje zidova bućnice prirodnim kamenom (sasvim dolje)



Demontaža bočne oplate armiranobetonske ploče bućnice (dolje lijevo)

Zatrpanjvanje zidova bućnice kamenim materijalom i izrada gabiona u pećini u «zidu» vodopda (dolje desno)

Izrada obloge zidova bućnice od prirodnog kamena (dolje)

Izrada obloge  
zidova bućnice od  
prirodnog kamena



Pripremni radovi za betoniranje armiranobetonske ploče bućnice (desno)

Betoniranje armiranobetonske ploče bućnice (sasvim desno)

Izrada armature preljevнog praga prema rijeци Vrbas (dolje)





Izrada nasipa od kamenog materijal (dolje)

Izrada armature preljevnog praga prema rijeci Vrbas (lijovo i sasvim dolje)



Priprema oplate za izradu preljevnog praga (dolje)

Izrada armature preljevnog praga, izrada obloge zidova bućnice od prirodnog kamena (desno)

Pripreme za betoniranje preljevnog praga (sasvim dolje)



Uklanjanje kanala za  
regulaciju vodotoka nakon  
izgradnje bućnice





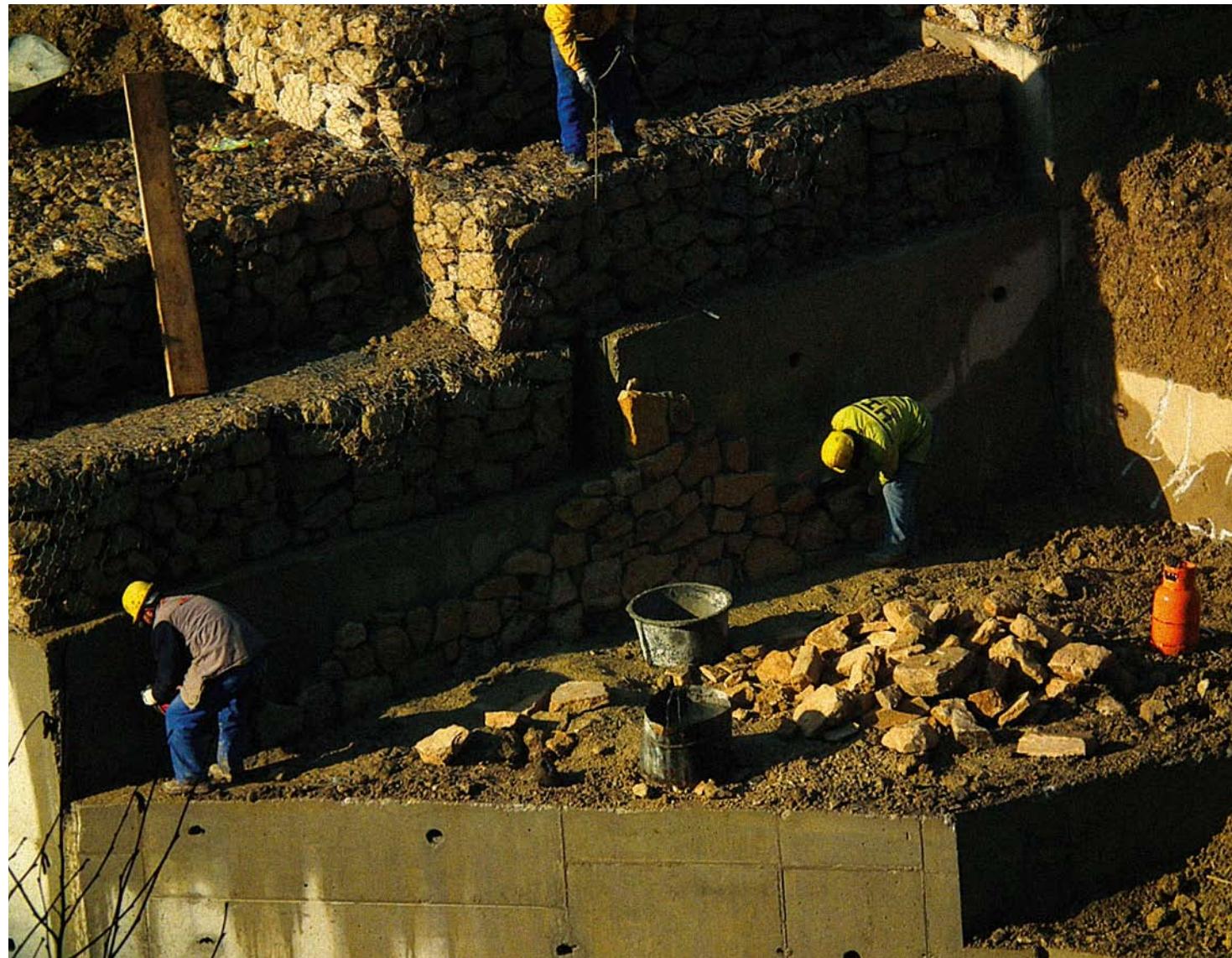
Montaža oplate i pripreme za betoniranje preljevnog praga (lijevo)

Izrada gabiona uzpristupni put (sasvim lijevo)

Vodopad nakon uklanjanje dijela brane na kruni vodopada, uklanjanje kanala (dolje)



Završni radovi i deinstala-  
cija gradilišta (desno)  
Izgradnja gabiona (sasvim  
desno gore)  
Gabionska konstrukcija  
uz desni bok vodopada  
(sasvim desno dolje)  
Oblaganje armiranobeton-  
skih zidova konstrukcije  
desnog boka prirodnim  
kamenom (dolje)



Izvođenje radova, sanacija  
bućnice i desnog boka  
vodopada rijeke Plive u Jajcu

**Izdavač:** Hering dd

**Za izdavača:** mr. sc. Ladislav  
Bevanda, dipl. ing. građ.

**Fotografija:**

Ivana Rezić Slišković ing. građ.  
Faruk Zulić ing. građ.

**SMART** Raguž&Barbarić design

**Tisak:** Raster doo, Mostar

Široki Brijeg, studeni 2011

