



**EXPERT d. o. o.**  
za projektiranje i geodetske usluge

Našice, Trg dr. Franje Tuđmana 15/I/1  
Poslovnice:  
D.Miholjac, Trg A.Starčevića 4, tel (031) 638-270,  
Darda, Osječka 9, tel (031) 283-428  
OIB: 89249500835

INVESTITOR: Općina Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, 33405 Pitomača  
GRAĐEVINA: GRADNJA VODNE PREGRADE NA RUKAVCU STAROG TOKA RIJEKE  
DRAVE  
LOKACIJA: k. č. br. 7844/20, k. o. Pitomača II  
OZNAKA PROJEKTA: GLP - G - 11/2016  
Z. O. PROJEKTA: GLP - 11/2016  
DATUM I MJESTO IZRADE PROJEKTA: svibanj 2017., Našice

## **GLAVNI PROJEKT**

### **GRAĐEVINSKI PROJEKT – GRADNJA VODNE PREGRADE**

#### **MAPA 1/4**

GLAVNI PROJEKTANT

PROJEKTANT

DIREKTOR

(Vladimir Mačak, mag.ing.aedif.)

(Vladimir Mačak, mag.ing.aedif.)

(Andrija Mikičić, mag.ing.aedif.)

# I OPĆI DIO

## 1. POPIS SVIH MAPA, PROJEKTANATA I PODLOGA PROJEKTA

| Mapa   | Projekt                                                           | Projektant i suradnici                                                                                               |
|--------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MAPA 1 | GRAĐEVINSKI PROJEKT<br>GLP - G - 11/2016                          | Projektant:<br>Vladimir Mačak, mag.ing.aedif.<br>EXPERT d.o.o., Našice                                               |
| MAPA 2 | GRAĐEVINSKI PROJEKT –<br>GEOTEHNIČKI PROJEKT<br>SPP/2017/0027     | Projektant:<br>Ivan Pažur, dipl.ing.građ.<br>SPP d.o.o., Varaždin                                                    |
| MAPA 3 | GRAĐEVINSKI PROJEKT -PROJEKT<br>KONSTRUKCIJE<br>GLP - K - 11/2016 | Projektant:<br>Marcel Puljko, mag.ing.aedif.<br>Suradnik:<br>Filip Pavlović, mag.ing.aedif.<br>EXPERT d.o.o., Našice |
| MAPA 4 | GEODETSKI PROJEKT<br>19/2017                                      | Projektant:<br>Vojo Lukić, mag.ing.geod.<br>Ured ovlaštenog inženjera geodezije<br>Vojo Lukić, Daruvar               |

Podloge za izradu Glavnog projekta:

- Studija o utjecaju na okoliš za zahvat revitalizacije i izgradnje infrastrukture područja Križnice, oznaka I-1298/12, Hidroing d.o.o., Tadije Smičiklasa 1, Osijek,
- Elaborat zaštite okoliša, ocjena o potrebi procjene utjecaja zahvata „Pregrada na rukavcu starog toka rijeke Drave“ na okoliš, IRES ekologija d.o.o., Prilaz baruna Filipovića 21, Zagreb,
- Geotehničko izvješće - elaborat, oznaka 73220-5872-2016, Institut IGH d.d., Drinska 18, Osijek.

## 2. SADRŽAJ

|        |                                                                                                                          |                                     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| I      | OPĆI DIO.....                                                                                                            | 1                                   |
| 1.     | POPIS SVIH MAPA, PROJEKTANATA I PODLOGA PROJEKTA.....                                                                    | 1                                   |
| 2.     | SADRŽAJ.....                                                                                                             | 2                                   |
|        | IZJAVA PROJEKTANTA.....                                                                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.     | POSEBNI UVJETI.....                                                                                                      | 4                                   |
| 3.1.   | Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša, sa sjedištem u Virovitici ..... | 4                                   |
| 3.2.   | Lučka kapetanija Osijek .....                                                                                            | 6                                   |
| 3.3.   | Agencija za vodne putove .....                                                                                           | 7                                   |
| 3.4.   | Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša, Virovitica.....                 | 8                                   |
| 3.5.   | Ministarstvo zaštite okoliša i energetike .....                                                                          | 11                                  |
| II     | TEHNIČKI DIO.....                                                                                                        | 16                                  |
| 1.     | TEHNIČKI OPIS .....                                                                                                      | 17                                  |
| 1.1.   | UVOD I CILJ PROJEKTA .....                                                                                               | 17                                  |
| 1.2.   | PROJEKTNII ZADATAK I SURADNICI NA PROJEKTU .....                                                                         | 17                                  |
| 1.3.   | OPIS LOKACIJE PREGRADE .....                                                                                             | 18                                  |
| 1.4.   | TEHNIČKO RJEŠENJE PREGRADE.....                                                                                          | 19                                  |
| 1.5.   | TIJEK IZVEDBE .....                                                                                                      | 23                                  |
| 1.6.   | PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE.....                                                   | 23                                  |
| 1.7.   | PODACI ZA OBRAČUN KOMUNALNOG I VODNOG DOPRINOSA.....                                                                     | 24                                  |
| 2.     | DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....                                                                   | 25                                  |
| 2.1.   | HIDROLOŠKE PODLOGE .....                                                                                                 | 25                                  |
| 2.2.   | GEOLOŠKE PODLOGE .....                                                                                                   | 31                                  |
| 2.3.   | PRORAČUN SLAPIŠTA .....                                                                                                  | 33                                  |
| 2.3.2. | <i>Proračun slapišta.....</i>                                                                                            | 36                                  |
| 2.4.   | PRORAČUN OBILAZNOG KANALA .....                                                                                          | 37                                  |
| 2.5.   | PRORAČUN RIBLJE STAZE .....                                                                                              | 38                                  |
| 3.     | PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....                                                                            | 41                                  |
| 3.1.   | OPĆENITO.....                                                                                                            | 41                                  |
| 3.2.   | KONTROLA IZVEDENIH RADOVA .....                                                                                          | 42                                  |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 3.3. PRIPREMNI RADOVI .....                              | 42 |
| 3.4. GRAĐENJE .....                                      | 45 |
| 3.5. OSTALE UPUTE .....                                  | 66 |
| 4. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA GOSPODARENJE OTPADOM ..... | 67 |
| 5. PROCIJENJENI TROŠKOVA GRAĐENJA .....                  | 68 |
| 6. NACRTI .....                                          | 69 |

Popis slika:

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1 Crvenom strelicom označena je lokacija pregrade na TK25 .....                         | 18 |
| Slika 2 Poprečni presjek kroz temeljni ispušt pregrade .....                                  | 20 |
| Slika 3 Q-H dijagram preljeva pregradne građevine .....                                       | 35 |
| Slika 4 Graf pokazuje ovisnost protoke i brzine o visini vodnog lica u obilaznom kanalu ..... | 37 |

Popis tablica:

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablica 1 Usporedba proračunatih povratnih perioda za razne metode proračuna ..... | 25 |
| Tablica 2 Količine protoke dobivene Log Pearson 3 razdiobom .....                  | 26 |
| Tablica 3 Usporedba proračunatih povratnih perioda za razne metode proračuna ..... | 28 |
| Tablica 4 Količine protoke dobivene Pearson 3 razdiobom .....                      | 28 |
| Tablica 5 Manningovi koeficijenti.....                                             | 29 |
| Tablica 6 usporedba proračunskih vrijednosti i nultog modela .....                 | 30 |
| Tablica 7 Značenje izraza iz navedenih formula .....                               | 33 |
| Tablica 8 Značenje izraza iz navedenih formula .....                               | 34 |
| Tablica 9 Grafikon za izračun koeficijenta (z/p)cr .....                           | 34 |
| Tablica 10 Vrijednosti protoke preko preljeva .....                                | 35 |

## POSEBNI UVJETI

### 2.1. Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša, sa sjedištem u Virovitici

#### Obavijest o uvjetima za izradu glavnog projekta



REPUBLIKA HRVATSKA  
Virovitičko-podravska županija  
Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo,  
komunalne poslove i zaštitu okoliša  
Sjedište Virovitica

KLASA: 361-03/16-06/000017  
URBROJ: 2189/1-08/10-16-0003  
Virovitica, 21. ožujka 2016.

➤ Općina Pitomača HR-33405 Pitomača,  
Ljudevita Gaja 26/1, zastupana po načelniku  
Željku Grgačiću

**Predmet: Obavijest o uvjetima za izradu glavnog projekta**  
- dostavlja se

Obavještavamo Vas da je za postupak izrade glavnog projekta za zahvat u prostoru – izgradnja pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave na građevnoj čestici k.č. 7844/20 u k.o. Pitomača II (Križnica),

potrebno ishoditi potvrde glavnog projekta tijela i/ili osoba određenih posebnim propisima i to:

- Hrvatske vode, VGO za Dunav i donju Dravu, HR-31000 Osijek, Splavarska 2a,
- Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, Lučka kapetanija Osijek, HR-31000 Osijek, Šetalište kardinala F. Šepera 6,
- Agencija za vodne putove, HR-32000 Vukovar, Parobrodarska 5,
- Općina Pitomača, HR-33405 Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1,
- Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša, HR-33000 Virovitica, Ljudevita Patačića 1.

U pogledu potrebe provedbe postupka procjene utjecaja na okoliš i postupka ocjene prihvatljivosti zahvata na ekološku mrežu upućujemo Vas na Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, odnosno upravno tijelo županije nadležno za poslove zaštite okoliša i prirode.

Predmet izdavanja ove obavijesti nije usklađenost posebnih propisa s projektnom dokumentacijom, odnosno usklađenost projektne dokumentacije s prostorno - planskom dokumentacijom i ostalim propisima.

DOKUMENT: OBAVIJEST O UVJETIMA ZA IZRADU GLAVNOG PROJEKTA ID: P20160314-1939586-Z09  
PODNOŠITELJ: Općina Pitomača, HR-33405 Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, OIB 80888897427  
KLASA: 361-03/16-06/000017, URBROJ: 2189/1-08/10-16-0003 STRANA 1/2

**EXPERT d. o. o.**

Našice, Trg dr.Franje Tuđmana 15  
tel/fax (031) 638-270

GRAĐEVINA: GRADNJA VODNE PREGRADE NA RUKAVCU STAROG  
TOKA RIJEKE DRAVE  
INVESTITOR: Općina Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, Pitomača  
LOKACIJA: k.č.br. 7844/20, k.o. Pitomača II

GLAVNI PROJEKT:  
GLP - G - 53/2016  
ZOP: GLP - 11/2016

Osiobođeno od plaćanja upravne pristojbe prema članku 6. Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine“, broj: 8/96., 77/96., 95/97., 131/97., 68/98., 66/99., 145/99., 30/00., 116/00., 163/03., 17/04., 110/04., 141/04., 150/05., 153/05., 129/06., 117/07., 25/08., 60/08., 20/10., 69/10., 126/11., 112/12., 19/13., 80/13., 40/14., 69/14., 87/14., i 94/14.).

PROČELNICA  
Zorica Hegedušić, dipl.iur.



DOSTAVITI:

1. Naslovu,
2. U spis, ovdje.

DOKUMENT: OBAVIJEST O UVJETIMA ZA IZRADU GLAVNOG PROJEKTA ID: P20160314-1939586-Z09  
PODNOŠITELJ: Općina Pitomača, HR-33405 Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, OIB 80888897427  
KLASA: 361-03/16-06/000017, URBROJ: 2189/1-08/10-16-0003 STRANA 2/2

## 2.2. Lučka kapetanija Osijek

  
REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO POMORSTVA, PROMETA I INFRASTRUKTURE  
UPRAVA POMORSKE I UNUTARNJE PLOVIDBE,  
BRODARSTVA, LUKA I POMORSKOG DOBRA  
**LUČKA KAPETANIJA OSIJEK**

KLASA: 345-19/16-02/07  
URBROJ: 530-03-4-2-16-2  
Osijek, 13. travnja 2016. godine



|                 |  |
|-----------------|--|
| 21.04.2016.     |  |
| 911-02/16-01/01 |  |
| 530-16-8        |  |

OPĆINA PITOMAČA  
OPĆINSKI NAČELNIK

Predmet: Zahtjev za izdavanje posebnih uvjeta – pregrada na rukavcu starog toka rijeke Drave (oznaka rješenja 02/15).

Veza: Vaš zahtjev klasa: 911-02/16-01/01, ur. broj: 2189/16-16-6

Lučka kapetanija Osijek nadležna po članku 203. i 204. Zakona o plovidbi i lukama unutarnjih voda ("Narodne novine" br.: 109/07, 132/07, 51/13 i 152/14) zaprimila je zahtjev Općine Pitomača za izdavanje posebnih uvjeta za gradnju pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave u Križnici, (k.o. Pitomača II, k.č.br. 7844/20).

Uvidom u priloženu tehničku dokumentaciju: Idejno rješenje pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave (oznaka rješenja: 02/15), izrađen od tvrtke "Expert" d.o.o. poslovnica Donji Miholjac, Trg Ante Starčevića 4, koji je stranka priložila u prilogu, a sukladno Zakonu o gradnji ("Narodne novine" br.: 153/13), Lučka kapetanija Osijek nema posebnih uvjeta za traženi zahvat u prostoru pošto se radi o vodnom putu koji nije otvoren za plovidbu.

  
LUČKI KAPETAN  
Kap. Tomislav Cicvarić, dipl.inž.

Dostaviti:

- Općina Pitomača
- Pismohrana, ovdje

## 2.3. Agencija za vodne putove



### AGENCIJA ZA VODNE PUTOVE

Vukovar, Parobrodarska 5  
Tel: 032-450-613, fax: 032-450-653

Niš. broj: RA-16-05/31  
U Vukovaru: 07. travnja 2016.

OPĆINA PITOMAČA  
Gajeva 26/1  
33405 PITOMAČA

Predmet: Posebni uvjeti građenja

Analizirajući vaš zahtjev za izdavanje posebnih uvjeta za zahvat „Pregrada na rukavcu starog toka rijeke Drave u Križnici“ na k.č. 7844/20 u k.o. Pitomača II, Agencija za vodne putove je utvrdila da **nema nikakvih posebnih uvjeta** za zahvat sukladno priloženoj tehničkoj dokumentaciji:

#### GLAVNI PROJEKT PREGRADE NA RUKAVCU STAROG TOKA RIJEKE DRAVE U KRIŽNICI

koja je izrađena od EXPERT d.o.o., Franje Tuđmana 15/I/I, Našice, Poslovnica – Donji Miholjac, Trg A. Starčevića 4, oznaka projekta GLP-11/2016, glavni projektant: Jasminka Babić, ing. građ.

Predmetni zahvat nema nikakav utjecaj na plovni put na rijeci Dravi.

Ravnatelj:



Zrinko Zvocak, dipl. oec.



## 2.4. Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša, Virovitica

|                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------|--|
| <br><b>REPUBLIKA HRVATSKA</b><br><b>VIROVITIČKO-PODRAVSKA ŽUPANIJA</b><br>Upravni odjel za prostorno uređenje,<br>graditeljstvo, komunalne poslove<br>i zaštitu okoliša |  | <b>REPUBLIKA HRVATSKA</b><br><b>ŽUPANIJA VIROVITIČKO-PODRAVSKA</b><br>PITOMAČA |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |  | PRIMLJENO: 11.05.2016<br>KLASA: (org. JED.)<br>UR. BROJ: PRIL. VRLJ.           |  |

KLASA: UpI 612-07/16-03/53  
URBROJ: 2189/1-08/3-16-4  
Virovitica, 27. travnja 2016. god.

Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša u Virovitičko – podravskoj županiji, na temelju čl. 30. stavka 5. Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“ br: 80/13) i čl. 96. Zakona o općem upravnom postupku („Narodne novine“ br: 47/09), u postupku prethodne ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu za zahvat: Izgradnja pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drove na Križnici, podnositelja zahtjeva Općine Pitomača, donosi

### RJEŠENJE

- I. Za zahvat: Izgradnja pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drove na Križnici, potrebno je provesti postupak Glavne ocjene zahvata.
- II. U okviru postupka glavne ocjene potrebno je provesti slijedeća terenska istraživanja:
  1. **Ihtiološka istraživanja** vezati za sve četiri sezone. Navedena istraživanja trebaju biti osmišljena na način da se dobiju podaci o sastavu i strukturi zajednica ciljanih vrsta, posebice onih vezanih staništem ili dijelom životnoga ciklusa za područja mirnije vode (rukavci, mrtvice), kao i podaci o značaju predmetnoga područja tijekom životnoga ciklusa (mrijestilište, važnost za riblju mlađ, važnost za lateralne migracije, primarno stanište vrste). U Glavnoj ocjeni je potrebno detaljno opisati planirani prolaz na dnu pregrade i navesti reference i/ili mišljenje stručnjaka koji potvrđuju da je takav tip prolaza prikladan i funkcionalan za ciljane vrste riba.
  2. **Ornitološka istraživanja** trebaju obuhvatiti cijeli godišnji ciklus ptica (sezonu gniježđenja, proljetnu i jesenski selidbu, zimovanje), te utvrditi značaj predmetnoga područja za ciljane vrste, kao i lokacije unutar obuhvata zahvata koje su uključene kao gnjezdilišta, hranilišta i skloništa za ciljane vrste ptica.
  3. **Provesti detaljno kartiranje** rasprostranjenosti pojedinih stanišnih tipova prisutnih na području predmetnoga zahvata, procijeniti površinu ciljanih stanišnih tipova koja će biti trajno degradirana izvedbom zahvata s obzirom da je utjecaj izgradnje pregrade predviđen i do 10 km uzvodno od same lokacije pregrade.
  4. **Utvrditi prisutnost i stanje populacija stranih vrsta** i predvidjeti kako će zahvat utjecati na njihove populacije i daljnje širenje. To se prvenstveno odnosi na invazivne vrste riba, kopepodnih i dekapodnih rakova, mekušaca (puževi i školjkaši) i biljnih svojti.

KLASA: UpI 612-07/16-03/53  
URBROJ: 2189/1-08/3-16-4

III. Izvođenje zahvata u svrhu poboljšanja ekoloških uvjeta provesti na način da se omogući periodičko plavljenje inundacije tijekom visoke vode kako bi se izbjeglo značajno povećanje brzine protoka i struje vode u cilju očuvanja povoljnih uvjeta staništa za limnofilne vrste i stanišne tipove.

IV. Pronaći dodatno rješenje kako bi se izbjeglo ispuštaje onečišćene vode (nutrijenti od poljoprivrede) iz kanala Babočaj-rinja u rukavac iz kojeg se rukavac napaja vodom.

V. Ukoliko pravna osoba – ovlaštenik nema zaposlene stručnjake odgovarajućih profila (botaničare, ornitologe i ihtiologe i dr.), dužna je za izradu Studije glavne ocjene osigurati i usluge vanjskih stručnjaka koji imaju završen odgovarajući studijski program, odnosno specijalizaciju u struci ovisno o području izrade studija, elaborata i praćenja stanja

VI. Za navedeni zahvat potrebno je ishoditi uvjete zaštite prirode.

VII. Ovo Rješenje objavljuje se na internetskim stranicama Virovitičko-podravске županije

#### Obrazloženje

Općina Pitomača (OIB:80888897427), Gajeva 26/1, 33 405 Pitomača, uputila je 29. ožujka 2016. god. zahtjev za ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu za izgradnju pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave na Križnici, na k.č.br: 7844/20 k.o. Pitomača II.

Projektom je planirana izgradnja pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave na Križnici. Cilj Idejnog rješenja je prijedlog dvije lokacije za izgradnju pregrade, te preporuke dodatnih istražnih radova kako bi se odabrala najpovoljnija lokacija. Na odabranoj lokaciji unutar rukavca potrebno je izgraditi pregradu kojom bi se podigao nivo vodnog lica, te se time stvorili povoljniji uvjeti za opstanak postojeće flore i faune. Za obje pregrade predviđeno je tijelo od gabionskih košara punjenih prirodnim kamenom. Kao vodonepropusni ekran bila bi postavljena geomembrana sa obje strane zaštićena netkanim geotekstilom. S uzvodne strane vodonepropusnog ekrana bio bi postavljen nasip od krupnog kamenoga nabačaja, a u tijelu pregrade izveo bi se otvor kojim bi se mogao regulirati protok. Projektiranje i izgradnja pregrade dio su međunarodnoga projekta „LIFE – Old Drava“, financiranoga od strane Europske unije, te lokalnih partnera iz Republike Hrvatske i Republike Mađarske.

Točka I. ovoga rješenja temelji se na čl. 30. st. 5. Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“ br: 80/13) sukladno dobivenom prethodnom mišljenju Hrvatske agencije za okoliš i prirodu, KLASA: 612-07/16-38/267, URBROJ: 427-07-6-16-2 od 19. travnja 2016. god. prema Uredbi o ekološkoj mreži („Narodne novine“ br: 124/13), planirani zahvat nalazi se unutar područja ekološke mreže: Područja očuvanja značajnog za vrste i stanišne tipove (POVS) „HR5000014 Gornji tok Drave (od Donje Dubrave do Terezinog polja) i Područja očuvanja značajnog za ptice (POP) „HR1000014 Gornji tok Drave“. Unatoč pozitivnim ciljevima predmetnoga zahvata, temeljem mišljenja Hrvatske agencije za okoliš i prirodu prethodnom ocjenom ne može se isključiti mogućnost značajnih negativnih utjecaja zahvata na ciljeve očuvanja i cjelovitost navedenih područja ekološke mreže, tako da je potrebno provesti Glavnu ocjenu zahvata iz slijedećih razloga:

Budući da će prema dostavljenom Idejnom rješenju izgradnja pregrade imati utjecaj i do 10 km uzvodno od same pregrade, potrebno je sagledati utjecaj zahvata u smislu smanjivanja površina ciljanih stanišnih tipova karakterističnih za rukavce, te mogućeg stradavanja populacija ciljanih vrsta i uništavanja njihovih staništa, kao i moguće

KLASA: UpI 612-07/16-03/53  
URBROJ: 2189/1-08/3-16-4

smanjene uspješnosti gniježđenja ciljanih vrsta ptica. Isto tako potrebno je sagledati očekivanu dinamiku oporavka populacija ciljanih vrsta i stanišnih tipova nakon završetka radova, te razraditi program praćenja.

Nadalje, treba sagledati utjecaj planirane zaštite nizvodnog toka rukavca od erozije i potkopavanja kamenim nabačajem, a vezano uz promjene stanišnih uvjeta i stvaranja pogodnih staništa za strane invazivne vrste. Moraju se uzeti u obzir preventivne mjere kako bi se izbjegla eutrofikacija rukavca, kumulativni utjecaj predmetnoga zahvata s postojećim pregradama, te procijeniti kolika je mogućnost prolaska riba preko postojećih pregrada iz Drove preko Crnog kanala u rukavac. Budući da se predmetni rukavac nalazi i u Republici Hrvatskoj i u Republici Mađarskoj pri razmatranju kumulativnih utjecaja moraju se uzeti u obzir i projekti izvan državnih granica.

Točka II. III. i IV. ovoga rješenja temelji se na preporukama Hrvatske agencije za okoliš i prirodu koje su sastavni dio dostavljenoga mišljenja (KLASA: 612-07/16-38/267, URBROJ: 427-07-6-16-2 od 19. travnja 2016.) temeljem čl. 30. st. 3. Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“ br: 80/13).

Točka V. ovoga rješenja temelji se na čl. 11. Pravilnika o uvjetima za izdavanje suglasnosti pravnim osobama za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša („Narodne novine“ br: 57/10).

Točka VI. ovoga rješenja temelji se na čl. 143. st. 2. Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“ br: 80/13).

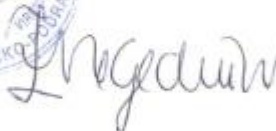
Točka VII. Ovoga rješenja temelji se na čl. 44. st. 3 Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“ br: 80/13).

#### Uputa o pravnom lijeku

Protiv ovog rješenja može se izjaviti žalba Ministarstvu zaštite okoliša i prirode, Zagreb, u roku od 15 dana od dana dostave rješenja. Žalba se predaje neposredno ili putem pošte preporučeno ovom Upravnom odjelu, a može se izjaviti i usmeno na zapisnik.

Na žalbu se plaća upravna pristojba u iznosu od 50 kn po Tar. Br. 3 Zakona o upravnim pristojbama (Narodne novine broj 8/96, 77/96, 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00, 116/00, 163/03 i 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10, 69/10, 126/11, 112/12, 19/13, 40/14, 69/14, 87/14 i 94/14). Sukladno čl. 6. navedenoga zakona podnositelj zahtjeva oslobođen je plaćanja upravne pristojbe u predmetnom postupku.

PROČELNICA  
Zorica Hegedušić, dipl.iur.



#### DOSTAVITI:

1. Općina Pitomača, Gajeva 26/1, 33 405 Pitomača
2. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 10 000 Zagreb, Radnička cesta 80
3. Inspekcija zaštite prirode, Zrinskog – Frankopana 9, 40 000 Čakovec
4. Pismohran

## 2.5. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike



**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA**  
**I ENERGETIKE**  
10000 Zagreb, Radnička cesta 80  
tel: +385 1 3717 111, faks: +385 1 3717 149

Uprava za procjenu utjecaja na okoliš  
i održivo gospodarenje otpadom  
Sektor za procjenu utjecaja na okoliš  
i industrijsko onečišćenje  
KLASA: UP/I 351-03/16-08/207  
URBROJ: 517-06-2-1-1-17-7  
Zagreb, 9. veljače 2017.

Ministarstvo zaštite okoliša i energetike na temelju članka 84. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, brojevi 80/13, 153/13 i 78/15) te članka 27. stavka 1. Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“, broj 80/13) i odredbe članka 5. stavka 3. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš („Narodne novine“, broj 61/14), na zahtjev nositelja zahvata Općine Pitomača Ljudevita Gaja 26/1, Pitomača, nakon provedenog postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, donosi

### RJEŠENJE

- I. Za namjeravani zahvat – izgradnju pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave, Općina Pitomača, Virovitičko-podravska županija – nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš.
- II. Za namjeravani zahvat – izgradnju pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave, Općina Pitomača, Virovitičko-podravska županija – potrebno je provesti glavnu ocjenu prihvatljivosti za ekološku mrežu.
- III. Točka I. izreke ovog rješenja prestaje važiti ako nositelj zahvata, Općina Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, Pitomača, u roku od dvije godine od dana izvršnosti rješenja ne podnese zahtjev za izdavanje lokacijske dozvole, odnosno drugog akta sukladno posebnom zakonu.
- IV. Važenje točke I. izreke ovog rješenja, na zahtjev nositelja zahvata, Općina Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, Pitomača, može se jednom produžiti na još dvije godine uz uvjet da se nisu promijenili uvjeti utvrđeni u skladu sa zakonom i drugi uvjeti u skladu s kojima je izdano rješenje.
- V. Ovo rješenje objavljuje se na internetskim stranicama Ministarstva zaštite okoliša i energetike.

### Obrazloženje

Nositelj zahvata, Općina Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, Pitomača, sukladno odredbama članka 82. Zakona o zaštiti okoliša i članka 25. stavka 1. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš



(u daljnjem tekstu: Uredba), 24. kolovoza 2016. godine podnio je Ministarstvu zaštite okoliša i prirode, koje sukladno odredbama članaka 39. i 45. Zakona o ustrojstvu i djelokrugu ministarstava i drugih središnjih tijela državne uprave ("Narodne novine", broj 96/16 i 104/16) od 16. listopada 2016. godine nastavlja s radom kao Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (u daljnjem tekstu: Ministarstvo) zahtjev za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja na okoliš izgradnje pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave, Općina Pitomača, Virovitičko-podravska županija. Uz zahtjev je priložen Elaborat zaštite okoliša koji je u travnju 2016. godine izradio ovlaštenik IRES EKOLOGIJA d.o.o. iz Zagreba, koji ima suglasnost Ministarstva za izradu dokumentacije za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš (KLASA: UP/I 351-02/15-08/100; URBROJ: 517-06-2-1-1-15-3 od 25. siječnja 2015. godine). Voditelj izrade Elaborata je Mirko Mesarić, dipl.ing. biol.

Pravni temelj za vođenje postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš su odredbe članka 78. stavka 1. Zakona o zaštiti okoliša i odredbe članaka 24., 25., 26. i 27. Uredbe. Naime, za zahvate navedene u točki 12. Priloga II Uredbe, ... i drugi zahvati za koje nositelj zahvata radi međunarodnog financiranja zatraži ocjenu o potrebi procjene utjecaja na okoliš, ocjenu o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš provodi Ministarstvo. Postupak ocjene je proveden jer nositelj zahvata planira za izgradnju pregrade na rukavcu starog toka rijeke Drave u općini Pitomača zatražiti međunarodno financiranje.

O zahtjevu nositelja zahvata za pokretanjem postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja na okoliš sukladno članku 7. stavku 2. točki 1. i članku 8. Uredbe o informiranju i sudjelovanju javnosti i zainteresirane javnosti u pitanjima zaštite okoliša („Narodne novine“, broj 64/08), na internetskoj stranici Ministarstva objavljena je Informacija o zahtjevu za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja na okoliš (KLASA: UP/I 351-03/16-08/207, URBROJ: 517-06-2-1-1-16-2 od 24. listopada 2016.).

U dostavljenoj dokumentaciji (Elaboratu zaštite okoliša) navedeno je, u bitnom, sljedeće:  
*Planiranim zahvatom izgraditi će se pregrada na rukavcu starog toka rijeke Drave kojom bi se podigao nivo vodnog lica te se time stvorili povoljniji uvjeti za opstanak postojeće flore i faune. Pregrada za zadržavanje vode bit će izgrađena od prirodnih materijala (drvo, prirodni kamen ili gabionski građevni blokovi). Predložena su dva varijantna rješenja zahvata koja se odnose na lokacije postavljanja pregrade a odabrana je varijanta 2 koja ima omogućen pristup postojećim zemljanim putovima i nalazi se bliže stambenim objektima. Pregrada visine 103,27 m.n.m će se izraditi od gabionskih košara punjenih prirodnim kamenom uz koji će se izgraditi nasip od krupnog kamenog nabačaja, a izgradnja će se izvoditi za vrijeme najnižih godišnjih protoka, u ljetnom periodu.*

Ministarstvo je u postupku ocjene dostavilo Zahtjev (KLASA: UP/I 351-03/16-08/207, URBROJ: 517-06-2-1-1-16-3 od 24. listopada 2016.) za mišljenje Upravi za zaštitu prirode i Upravi vodnoga gospodarstva Ministarstva i Upravnom odjelu za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša Virovitičko-podravske županije.

Uprava za zaštitu prirode Ministarstva dostavila je Mišljenje (KLASA: 612-07/16-59/295; URBROJ: 517-07-2-1-17-5 od 30. siječnja 2017.) u kojem navodi da za planirani zahvat nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja zahvata na okoliš i da je za zahvat obvezna provedba glavne ocjene prihvatljivosti za ekološku mrežu. Uprava vodnoga gospodarstva Ministarstva dostavila je Mišljenje (KLASA: 361-03/16-01/87; URBROJ: 517-17-5 od 9. siječnja 2017. godine) da za predmetni zahvat s vodnogospodarskog stajališta nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš. Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša Virovitičko-podravske županije dostavio je Mišljenje

(KLASA: 351-03/16-01/21; URBROJ: 2189/1-08/3-16-02 od 4. studenoga 2016. godine) da za planirani zahvat nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš.

Na planirani zahvat obrađen Elabortom koji je objavljen uz Informaciju na internetskim stranicama Ministarstva, nisu zaprimljene primjedbe javnosti i zainteresirane javnosti.

Razlozi zbog kojih nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš su sljedeći:

Tijekom pripremnih radova i izgradnje zbog rada strojeva i kretanja mehanizacije, moguća je povećana emisija ispušnih plinova u atmosferu. S obzirom na trajanje izgradnje i karakter planiranog zahvata, emisije onečišćujućih tvari u zrak bit će zanemarive i ne očekuje se značajan utjecaj planiranog zahvata na klimatske promjene. Kretanje mehanizacije za vrijeme pripremnih radova očekuje se po već postojećim pristupnim putevima te se ne očekuje zadiranje mehanizacije na okolno tlo. Stoga neće doći do narušavanja strukturnih agregata okolnih tala. Planirani zahvat neće utjecati na količinsko stanje podzemne vode grupiranog vodnog tijela podzemne vode Legrad-Slatina. Tijekom korištenja neće biti utjecaja na kakvoću vode za ljudsku potrošnju. Osiguravanjem odvojenog prikupljanja otpada, sprječava se negativan utjecaj na okoliš.

Razlozi zbog kojih se provodi postupak glavne ocjene prihvatljivosti za ekološku mrežu:

Sukladno Uredbi o ekološkoj mreži („Narodne novine“, brojevi 124/13, 105/2015) planirani zahvat je unutar područja ekološke mreže, područja očuvanja značajnog za vrste i stanišne tipove (POVS) HR5000014 Gornji tok Drave, te područja očuvanja značajnog za ptice (POP) HR1000014 Gornji tok Drave. Planirani zahvat nalazi se unutar područja Regionalnog parka Mura-Drava i značajnog krajobrazna Križnica koji su proglašeni zaštićenim područjima sukladno odredbama Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“, broj 80/13). Rukavci i mrtvice poput Stare Drave (rukavac kod Križnice) predstavljaju izrazito bogata vlažna staništa koja značajno doprinose biološkoj i krajobraznoj raznolikosti riječnih ekosustava kao važna područja za razmnožavanje riba, gniježđenje i prehranu ptica, skloništa više životinjskih vrsta i dr. Planirano podizanje vodnog lica može dovesti do promjene uvjeta staništa od limnofilnih prema reofilnim, što može imati direktan negativan utjecaj na limnofilne vrste i staništa (npr. na ciljne vrste riba: piškur, gavčica, vrste vodozemaca: barsku kornjaču, stanišne tipove 3150 Prirodne eutrofne vode s vegetacijom Hydrocharition ili Magnopotamion, 3130 Amfibijska staništa Isoeto-Nanojuncetea). Nadalje, budući da će izgradnja pregrade dovesti do podizanja nivoa vodnog lica na uzvodnom dijelu toka Stare Drave, u glavnoj ocjeni potrebno je sagledati utjecaj zahvata u smislu smanjivanja površina ciljnih stanišnih tipova karakterističnih za rukavce te mogućeg stradanja populacija ciljnih vrsta i uništavanja njihovog staništa, kao i moguće smanjenje uspješnosti gniježđenja ciljnih vrsta ptica. Potrebno je sagledati i očekivanu dinamiku oporavka populacija ciljnih vrsta i stanišnih tipova nakon izvođenja radova te razraditi program praćenja s obzirom na ciljne vrste i stanišne tipove. Glavna ocjena se također treba osvrnuti na problematiku poribljavanja na području Križnice, prvenstveno na povijesnu situaciju (je li ranije područje poribljavano, kojim vrstama, u kojim količinama te kojom dinamikom) i ukoliko se u sklopu projekta planira poribljavanje, navesti kojim vrstama te razmotriti mogući utjecaj na ciljne vrste i cjelovitost područja ekološke mreže i po potrebi predložiti mjere ublažavanja, pogotovo u kontekstu utjecaja ribolovnog gospodarenja na pristune ciljne vrste (gavčica, piškur i bjeloperjani krkuš). Glavna ocjena treba sadržavati rezultate hidroloških analiza te oni trebaju biti korišteni u procjeni značajnosti utjecaja zahvata. U glavnoj ocjeni potrebno je prikazati rezultate mjerenja fizikalno-kemijskih karakteristika vode prisutne u mrtvici, kao i periode prirodnog plavljenja te na temelju predviđenog režima propuštanja dodatne količine vode u mrtvicu napraviti izračun mogućih promjena fizikalno-kemijskih uvjeta koje bi mogle imati utjecaj na prisutne ciljne stanišne tipove i vrste te ako je potrebno predložiti odgovarajuće mjere

ublažavanja. Slijedom navedenog, u postupku Prethodne ocijene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu, ocijenjeno je da se za planirani zahvat ne može isključiti mogućnost značajnih negativnih utjecaja na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže te je potrebno provesti postupak glavne ocijene prihvatljivosti za ekološku mrežu.

Glavna ocjena treba biti izrađena na temelju recentnih podataka o pojedinoj ciljnoj vrsti i/ili stanišnom tipu, sukladno metodologiji iz Priručnika za ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu ([http://www.dzrp.hr/dokumenti\\_upload/20160405/dzrp201604051328440.pdf](http://www.dzrp.hr/dokumenti_upload/20160405/dzrp201604051328440.pdf)). U slučajevima kad ne postoje odgovarajući recentni terenski podaci, potrebno je napraviti terenska istraživanja populacija ciljnih vrsta/stanišnih tipova područja ekološke mreže na lokaciji zahvata i šire na koje zahvat može imati utjecaja. Također, planirani zahvat mora biti u skladu s odredbama Pravilnika o ciljevima očuvanja i osnovnim mjerama za očuvanje ptica u području ekološke mreže.

Točka I. ovog rješenja temelji se na tome da je Ministarstvo sukladno članku 78. stavku 2. Zakona o zaštiti okoliša i članku 24. stavku 1. Uredbe ocijenilo, na temelju dostavljene dokumentacije i mišljenja nadležnih tijela, a prema kriterijima iz Priloga V. Uredbe, da planirani zahvat neće imati značajan negativan utjecaj na okoliš i stoga nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš.

Točka II. ovog rješenja temelji se na tome da je Ministarstvo sukladno odredbama članka 90. stavka 4. Zakona o zaštiti okoliša i članka 30. stavaka 5. i 9. Zakona o zaštiti prirode u okviru postupka ocjene o potrebi procjene provelo prethodnu ocjenu prihvatljivosti za ekološku mrežu i zaključilo da nije moguće isključiti značajne negativne utjecaje zahvata na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže te je potrebno provesti glavnu ocjenu prihvatljivosti za ekološku mrežu.

Točka III. ovoga rješenja, rok važenja rješenja, propisana je u skladu s člankom 92. stavkom 3. Zakona o zaštiti okoliša.

Točka IV. ovoga rješenja, mogućnost produljenja važenja rješenja, propisana je u skladu s člankom 92. stavkom 4. Zakona o zaštiti okoliša.

Točka V. ovog rješenja o obvezi objave rješenja na internetskim stranicama Ministarstva, utvrđena je na temelju članka 91. stavka 2. Zakona o zaštiti okoliša.

#### **UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:**

Ovo rješenje je izvršno u upravnom postupku i protiv njega se ne može izjaviti žalba, ali se može pokrenuti upravni spor. Upravni spor pokreće se tužbom Upravnom sudu u Zagreb, Avenija Dubrovnik 6, u roku 30 dana od dana dostave ovog rješenja.

Tužba se predaje navedenom Upravnom sudu neposredno u pisanom obliku, usmeno na zapisnik ili se šalje poštom, odnosno dostavlja elektronički.

Upravna pristojba na zahtjev i ovo rješenje naplaćena je državnim biljezima u iznosu od 70,00 kuna sukladno članku 32. Zakona o upravnim pristojbama (Narodne novine, broj 115/16), a u vezi s Tarifom br. 1. i 2. Zakona o upravnim pristojbama (Narodne novine, br. 8/96, 77/96, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 60/08, 20/10, 69/10, 126/11, 112/12, 19/13, 80/13, 40/14, 69/14, 87/14 i 94/14).



DOSTAVITI:

1. Općina Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, Pitomača (**R!, s povratnicom**)

NA ZNANJE:

1. Uprava za zaštitu prirode, ovdje
2. Upravni odjel za prostorno uređenje, graditeljstvo, komunalne poslove i zaštitu okoliša  
Virovitičko –podravske županije, Trg Ljudevita Patačića 1, Virovitica



**EXPERT d. o. o.**

Našice, Trg dr.Franje Tuđmana 15  
tel/fax (031) 638-270

GRAĐEVINA: GRADNJA VODNE PREGRADE NA RUKAVCU STAROG  
TOKA RIJEKE DRAVE  
INVESTITOR: Općina Pitomača, Ljudevita Gaja 26/1, Pitomača  
LOKACIJA: k.č.br. 7844/20, k.o. Pitomača II

GLAVNI PROJEKT:  
GLP - G - 53/2016  
ZOP: GLP - 11/2016

---

## II TEHNIČKI DIO

## 1. TEHNIČKI OPIS

### 1.1. UVOD I CILJ PROJEKTA

Na zahtjev investitora, Općine Pitomača, odnosno projektnog zadatka, pristupilo se izradi glavnog projekta preljevne vodne pregrade smještene na rukavcu starog toka rijeke Drave u mjestu Križnica. Na predmetnoj lokaciji tijekom ljetnog perioda javlja se više problema koji direktno utiču na kvalitetu vode u rukavcu. Povećava se trofičnost voda, vodostaj opada, svježja voda koja dotječe iz kanala Babočaj-Rinja opterećena je velikom količinom nutrijenata. Navedene pojave dovode do pojave barske vegetacije i konačno smanjenje volumena vode što utiče na životinjski svijet. Cilj projekta je, gradnja pregrade kojom bi se zadržao određeni (minimalni) nivo vodnog lica u rukavcu za vrijeme niskih vodostaja, te se tako usporio/prekinuo proces isušivanja rukavca.

### 1.2. PROJEKTNII ZADATAK I SURADNICI NA PROJEKTU

Projektiranje i gradnja pregrade dio su međunarodnog projekta „LIFE – Old Drava“ (LIFE13NAT/HU/00388), financiranog od strane Europske unije te lokalnih partnera iz Hrvatske i Mađarske. Partneri u projektu sa Mađarske strane su uprava nacionalnog parka „Dunav Drava“, oni su ujedno i nosilac projekta, WWF Mađarska te udruga ribiča Somogy županije. Na hrvatskoj strani ključni partner, odnosno investitor projektne dokumentacije, je Općina Pitomača, ostali partneri su Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima Virovitičko-podravske županije te VIDRA – agencija za regionalni razvoj.

Stručni suradnici na izradi projektne dokumentacije su:

- ✚ IRES d.o.o., Velika Gorica, zaduženi za izradu Elaborata zaštite okoliša,
- ✚ Inno Water Research and Environmental Services Ltd., Budimpešta, zaduženi za suradnju na izradi tehničkog dijela projekta te prilagodbu projektne dokumentacije mađarskim zakonima i propisima,
- ✚ Ured ovlaštenog inženjera geodezije Patricija Kovač, izrada Geodetskog projekta.

Podloge za izradu projekta su:

- ✚ Elaborat za prethodnu ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu, IRES d.o.o., studeni 2012.,
- ✚ Studija o utjecaju na okoliš za zahvat revitalizacije i izgradnje infrastrukture područja Križnice, oznaka I-1298/12, Hidroing d.o.o., Tadije Smičiklase 1, Osijek, prosinac 2012., (sadrži i elektronski dio hidrološki model rukavca izrađen u softveru HEC-RAS),
- ✚ Concept plan od possible technical interventions aiming the improvement of the ecological status of Barcsi Old-Drava, Inno Water Research and Environmental Services Ltd., lipanj 2015.,
- ✚ Elaborat zaštite okoliša, ocjena o potrebi procjene utjecaja zahvata „Pregrada na rukavcu starog toka rijeke Drave“ na okoliš, IRES ekologija d.o.o., Prilaz baruna Filipovića 21, Zagreb, travanj 2016.,
- ✚ Geotehničko izvješće - elaborat, oznaka 73220-5872-2016, Institut IGH d.d., Drinska 18, Osijek, ožujak 2016.

#### 1.2.1. Smjernice za projektiranje

Smjernice za projektiranje sastavni su dio projektnog zadatka izdanog od Investitora te se prenose u cijelosti:

- ✚ kako bi se uklopila u krajolik, planirana pregrada za zadržavanje vode treba biti izgrađena od prirodnih materijala (drvo, prirodni kamen ili gabionski građevni blokovi),

- ✚ pregrada mora biti projektirana kao pasivni objekt (rad bez održavanja) kako bi se izbjegli veći prirodni poremećaji,
- ✚ lokaciju pregrade potrebno je planirati u što užem dijelu rukavca s ciljem smanjenja potrebne dimenzije izgrađene strukture

### 1.3. OPIS LOKACIJE PREGRADE

Projektirana građevina nalazi se na rukavicu starog toka rijeke Drave u naselju Križnica, sastoji se od preljevne pregrade i riblje staze. Smještena je na katastarskoj čestici broj 7844/20 u katastarskoj općini Pitomača II. Pregrada se pruža u smjeru sjever – jug, a riblja staza (kao i vodotok) okomito na nju. Naselje Križnica smješteno je u sjeveroistočnoj hrvatskoj, Virovitičko-podravskoj županiji, u sjeveroistočnom dijelu Općine Pitomača. Nalazi se sa lijeve strane rijeke Drave u koju se rukavac ulijeva. Tokom rukavca proteže se međudržavna granica između Republike Hrvatske i Republike Mađarske.



Slika 1 Crvenom strelicom označena je lokacija pregrade na TK25

Do Pitomače dolazi se državnom cestom DC 2, iz Pitomače put do pregrade ide lokalnom cestom LC 40003, do mjesta gdje se kompom prelazi rijeka Drava. Put dalje vodi lokalnom cestom LC 40004 do centra naselja Križnica gdje se prelazi na nerazvrstanu cestu (k.č.br. 7847 i 7840, k.o. Pitomača II) te se za 2,3km dolazi do lokacije pregrade. Nerazvrstani putevi su dijelom asfaltirani, a dijelom je zemljani poljski put.

Rukavac, na kom se projektira pregrada, na uzvodnom kraju nije direktno spojen sa r. Dravom, a na nizvodnom dijelu sa Dravom ga spaja dio rukavca koji se naziva Crni kanal. Vodom se prihranjuje iz kanala Babočaj-Rinja koji dotječe iz Mađarske. Kanal se, na teritoriji Mađarske, prije spoja sa rukavcem račva na dva toka, oba utječu u rukavac. Voda iz kanala iako je svježja i redovno dotječe opterećena je nutrijentima koje „kupi“ tokom kroz poljoprivredna područja koja se intenzivno obogaćuju umjetnim gnojivom.

#### **1.3.1. Postojeće pregrade u rukavcu Stare Drave**

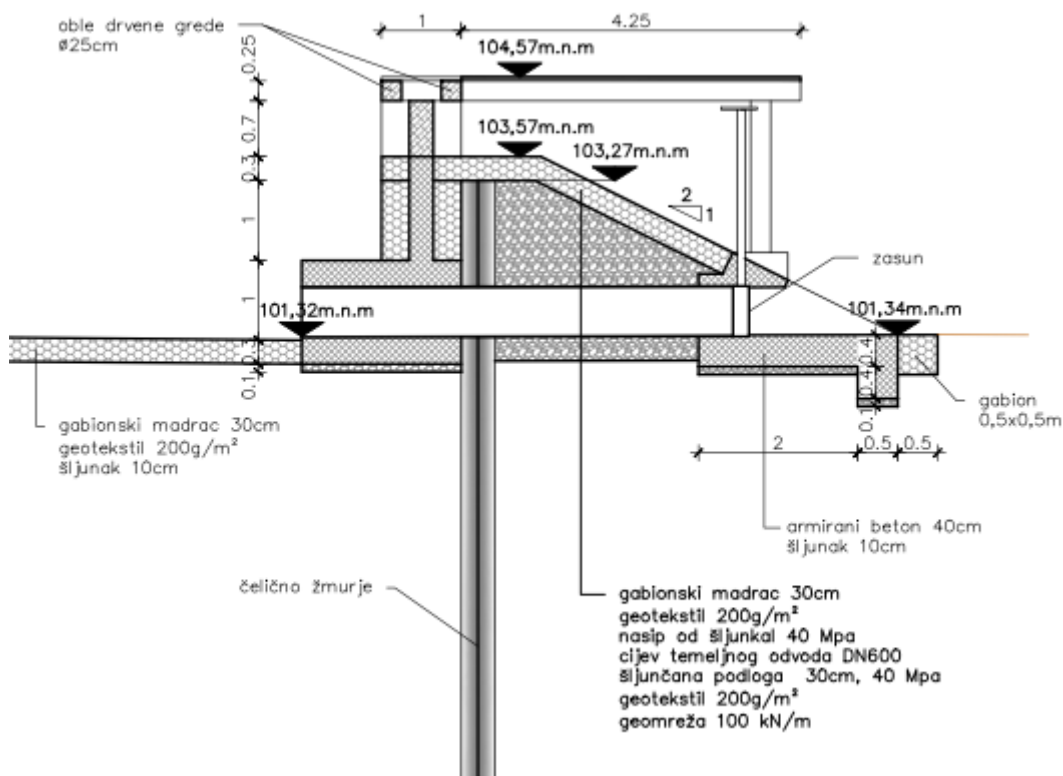
Na toku Crnog kanala više puta i na više mjesta građene su prepreke. Cilj je bio usporavanje toka vode te podizanje vodnog lica vode u rukavcu i uzvodnom dijelu kanala. Prepreke su građene bez tehničke dokumentacije, te su trenutno u lošem stanju. Detaljne podatke o načinu gradnje prepreka nemamo, da se pretpostaviti iz provedenog terenskog obilaska da je tijelo prepreke bilo izvedeno od krupnog kamenog nabačaja i zemljanog nasipa. Erozijskim djelovanjem vode, zemljani nasip je ispran te je ostao kameni nabačaj i lomljeni komadi betona (vjerojatno građevinski otpad). Prema podacima koje su dali mještani naselja Križnica neke od pregrada su bile izvedene kao zečji nasipi od vreća sa pijeskom. Takve prepreke su nedugo nakon postavljanja propale uslijed djelovanja vode odnosno erozije materijala. Trenutno se na toku Crnog kanala nalaze tri prepreke na lokacijama navedenim u grafičkom prilogu. Prepreke izazivaju uspor vode i neznatno podizanje nivoa vodnog lica u kanalu. Prepreke su u lošem tehničkom stanju te i dalje propadaju uslijed erozivnog djelovanja vode na njih i tlo pod njima.

### **1.4. TEHNIČKO RJEŠENJE PREGRADE**

Projektirana građevina sastoji se od preljevne pregrade i riblje staze (u formi zaobilaznog kanala). Preljevna pregrada sastoji se od centralnog dijela koji ima ulogu primarnog i sekundarnog preljeva, bočnih krila koja imaju ulogu isključivo sekundarnog preljeva te zemljanog nasipa koji ima namjenu razdvajanja te kratkotrajnog zadržavanja visokih voda. Dio pregrade je i uređeno slapište u podnožju centralnog preljeva. Riblja staza projektirana je tako da u što većoj mjeri simulira prirodne vodotoke. Ima formu zaobilaznog kanala te omogućuje migraciju ribljih vrsta, pri povoljnih uvjetima protoke, uzvodno i nizvodno od pregrade.

#### **1.4.1. Centralni dio**

U tlocrtnom položaju centralni dio pregrade sastoji se od preljeva širine 12m, te bočnih stranica širine 5 (lijeva) i 4 m (desna). Bočne strane se uklapaju u krila pregrade te su jednake i visine.



Slika 2 Poprečni presjek kroz temeljni ispušt pregrade

### Nizvodni dio pregrade

Nizvodni dio pregrade čine gabionske kutije, poprečne dimenzije 1,0 x 1,0m, duljine 1,0, 1,5 i 2,0 metara. Postavljeni su na podlogu od gabionskih madraca debljine 30cm. Gabionski madraci postavljaju se na uređenu podlogu preko koje je postavljen geotekstil min. 200 g/m<sup>2</sup>. Gabioni i gabionski madraci punjeni su kamenim materijalom minimalne dimenzije 12cm.

### Centralni dio – čelične talpe

Centralni dio poprečnog presjeka pregrade čine čelične talpe, one su ujedno i vodonepropusni sloj pregrade. Talpe su ugrađuju u tlo u širini od 21m, visina talpi je 7,5m od toga ≈ 2m je iznad tla, a ostatak je u tlu. Vrh talpi izvodi se na visinu od 103,27 m.n.m. Ugrađuju se nove i nekorištene čelične talpe tip LARSEN 605, S240. Prije ugradnje potrebno je izvesti brtvljenje spoja talpi, brtvalo nanijeti prije ugradnje prema preporuci odabranog proizvođača sustava brtvljenja. Sustav mora osiguravati propusnost manju od  $6,10 \times 10^{-8}$  m/s.

### Uzvodni dio – nasip

Uzvodno uz talpe ugrađuje se nasip koji je površno obložen gabionskim madracem. Kruna nasipa široka je 1 m, pokos je nagiba 1 : 2, a maksimalna visina 2,3m. U nožici pokosa izvodi se gabion 0,5x0,5m širine jednake širini novoprojektovanog dna. Na uređeno temeljno tlo postavlja se jedan sloj geotekstila i jedan red geomreže čvrstoće 100 kN/m. Nasip se izvodi u slojevima od 30cm, a minimalna zbijenost iznosi 40 MPa. Materijal nasipa je dobro građuirani šljunčani materijal frakcije 0,40 – 0,63 mm. Kruna nasipa visinski je jednaka prethodno ugrađenim talpama. Na nasip se ugrađuju gabionski madrac debljine 30cm, prije postavljanja gabiona na nasip se postavlja jedan sloj geotekstila.



Gabionski madrac se pruža preko cijelog nasipa, talpi i nizvodnog dijela od gabionskih košara, te čini dno centralnog preljeva.

#### Temeljni ispust

Temeljni ispust izvest će se od cijevi od nodularnog lijeva s prirubnicom, unutarnjeg promjera DN600. Prirubnica na cijevi služi za jednostavno spajanje na zasunski ventil na uzvodnom kraju. Duljina ispusta je 6,05m, od toga sama cijev ima dužinu od 5,41m. Pad cijevi iznosi 2,68‰ u smjeru ka nizvodnom dijelu rukavca. Na ulazu u ispust nalazi se zasun oblika nož ventila. Prodor kroz zid od talpi izvest će se tako da će se talpe zavariti na spojevima na mjestu prodora, potom će se izrezati okrugli otvor u koji će se ugraditi proturna cijev. Proturna cijev izvest će se od čeličnog lima  $d=3$  mm, duljine 0,5 m, promjera za četiri centimetra većeg od OD dimenzije cijevi temeljnog ispusta. Po postavljanju proturane cijevi u izrezani otvor ista će se zavariti za talpe. Po ugradnji proturane cijevi u nju se umeće cijev temeljnog ispusta te se prostor između zapunjava trajno elastičnim brtvilom. Temeljni ispust koristi se za potrebe održavanja ustave ili za vrijeme visokih voda kako bi se omogućio veći protok vode preko (kroz) pregrade. Pri uobičajenim uvjetima temeljni ispust je zatvoren.

#### Drvena staza

Za pristup mehanizmu za reguliranje položaja zapornice temeljnog ispusta koristi se drvena staza koja vodi od desne obale do samog mehanizma koji se nalazi povrh ulaza u temeljni ispust. Mehanizam je postavljen 20 cm niže od staze koja prelazi povrh njega. Na stazi se nalazi otvor koji omogućuje pristup mehanizmu za kontrolu otvorenosti zasuna temeljnog ispusta. Drvena staza izvedena je od drvenih oblica promjera  $\Phi 25$ cm. Staza počinje na prvom gabionu s desne strane preljeva te se pruža u smjeru pregrade do sredine preljeva, tu pravokutno skreće ka uzvodnom dijelu pregrade u duljini od 4,25m. Poprečni presjek staze čine dvije oblice  $\Phi 25$ cm na koje su ugrađene daske debljine 5cm, širine 1m. Na početku staze oblice su oslonjene na armirano betonski blok ugrađen u gabion, slijedeći oslonac je na sredini preljeva gdje su oslonjene na drveni stup, učvršćen u armirano betonski stup koji izlazi iz armirano betonskog elementa izvedenog oko izlaza temeljnog ispusta. AB stup se armaturom sidri u AB element izlaza se vodi kroz jedan gabion i završni gabionski madrac do površine preljeva. U stup se postavlja čelični anker na koji se sidri drveni stup na koga su oslonjene oblice. Oblice na kraju staze oslonjene su na drvene stupce koji su postavljeni na armiranobetonski element koji čini ulaz u temeljni ispust.

#### 1.4.2. Bočna krila

Bočna krila nastavljaju se na centralni dio pregrade u visini zida centralnog preljeva, 104,27 m.n.m. Centralni dio čini zemljani nasip na koji se postavlja jedan sloj geotekstila povrh kojeg dolazi gabionski madrac debljine 30cm. Kruna krila široka je 6m, a pokosi su nagiba 1:1.

#### 1.4.3. Zemljani nasip

Lijevo bočno krilo završava ribljom stazom koja ga okomito siječe, iza riblje staze nastavlja se zemljani nasip čija se kruna nalazi na 104,77 m.n.m. Zemljani nasip se pruža ka jugu dok ne završi u obali visoke vode. Kruna nasipa široka je 6m, a nagib pokosa je 1:2. Nasip se izvodi od zemljanog materijala čije karakteristike i ugradnja moraju biti sukladni sa Programom kontrole i osiguranja kvalitete koj je dio ovog projekta. Minimalni modul stižljivosti je  $M_s=25$  MPa.

#### 1.4.4. Obilazni kanal

Obilazni kanal je privremena konstrukcija čija je svrha da sprovodi vodotok okolo građevine kako bi se radovi mogli izvoditi na suhom. Kanal je položen na lijevoj obali vodotoka Stara Drava, duljina mu je 0+147,00 m. Visinski je položen tako da je visina na ulazi i izlazu jednaka visi dna prirodnog vodotoka što daje pad od 0,11 %. Poprečni presjek trapeznog je oblika, širine dna 1,0 m, nagiba stranica 1:1,5. Iskop kanala počinje sa njegove nizvodne strane od stacionaže 0+000,00 te ide ka uzvodnom dijelu. Dio tla koje se iskopa prilikom izrade kanala polaže se sa njegove desne obale tako da čini zaštitni nasip, ostatak tla nasipava se iza zida od čeličnih talpi kako bi ih podupiralo i smanjilo protok vode kroz iste. Prilikom izrade riblje staze dio iskopanog tla služit će zatrpavanju kanala.



#### *1.4.5. Zagati za izvedbu pregrade*

Kao zaštita gradilišta od vode izvesti će se uzvodni i nizvodni zagat. Izvođenje počinje sa uzvodnim zagatom, po završetku prokopa obilaznog kanala. Zagati se izvode od čeličnih talpi, tip Larssen 605, koje se zabijaju u tlo tako da je vrh zida od talpi na 104,00 m.n.m. Duljina talpi za uzvodni zagat je 7,5m, dok je za nizvodni 7,0 m. Položaj i duljina zida od čeličnih talpi prikazani su u nacrtu broj 15.

#### *1.4.6. Zagati za izvedbu riblje staze*

Kao zaštita gradilišta od vode izvesti će se uzvodni i nizvodni zagat. Izvođenje počinje sa uzvodnim zagatom, po izvedbi pregrade te uklanjanju zagata za izvedbu iste. Zagati se izvode od čeličnih talpi, tip Larssen 605, koje se zabijaju u tlo tako da je vrh zida od talpi na 104,00 m.n.m. Duljina talpi za uzvodni zagat je 7,5m, dok je za nizvodni 7,0 m. Položaj i duljina zida od čeličnih talpi prikazani su u nacrtu broj 17.

#### *1.4.7. Riblja staza*

Riblja staza polaže se na os od obilaznog kanala, od stacionaže 0+000,00 do 0+110,00 nakon toga skreće ka vodotoku tako da siječe obalu približno pod kutom od 90°. Riblja staza izvedena je u formi zaobilaznog kanala sa trapeznim poprečnim presjekom, širine dna 1,0m i nagibom stranica 1:1,5. Uzdužni nagib staze iznosi 0,73% od 0+000,00 do 0+075,49 m, od 0+75,49 do 0+083,05 nagib je 0,5%, a dalje do ponovnog spoja na vodotok iznosi 0,18%. Poprečni presjek staze čini drobljeni kameni promjera 30-63mm položen u sloju od 12cm na geotekstil.

Na mjestu križanja riblje staze i osi pregrade izvedena je AB konstrukcija koja ima ulogu stabilizacije bočnih krila preljeva te regulacije razine vode u ribljoj stazi. Sa desne strane staze AB konstrukcije završava lijevo krilo pregrade, a sa lijeve počinje zemljani nasip. Početak joj je na stacionaže 0+075,49m, a duljina 7,56m. Na AB konstrukciji izvedena su četiri utora, širine i dubine 5 cm, na razmaku od 2,0 i 1,97 metara čije je uloga da drže drvene daske kojima se reguliraju protok i brzina vode nizvodno na ribljoj stazi, odnosno da potpuno pregrade stazu ukoliko je to iz nekog razloga potrebno. Stranice i dno jednakih su dimenzija ostatku staze, konstrukcija je debljine 40cm, sastoji se od armirano betonske ploče na koju se postavlja prirodni kamen promjera približno 15cm, utopljen u mort.

Prilikom izrade riblje staze, obilazni kanal zatrpava se od uzvodnog dijela na nizvodnom.

## 1.5. TIJEK IZVEDBE

Radovi započinju iskopom obilaznog kanala. Kanal se kopa od stacionaže 0+000,00, odnosno od nizvodnog spoja sa vodotokom ka uzvodnom spoju s vodotokom. Dio zemlje iz iskopa se odmah nasipava sa desne strane kanala, odnosno izvode se zaštitni nasip koji dodatno štiti mjesto gradilišta od visoke vode. Dio iskopa koji se ostane po izgradnji nasipa odlaže se na gradilištu kako bi se kasnije iskoristio za izvedbu nasipa iza talpi, te za izvedbu bočnih krila talpi i za ponovno nasipavanje obilaznog kanala.

Po izvedbi obilaznog kanala pristupa se izvođenju zagata, odnosno pregrađivanju glavnog toka Stare Drave. Pregrađivanje se vrši čeličnim talpama, prvo uzvodna strana, potom nizvodna. Po izvedbi zagata postavljaju se crpke za crpljenje vode iz građevne jame te se sa strane građevne jame uz talpe izvodi potporni nasip. Nasip se izvodi od zemlje koja je deponirana prilikom iskopa obilaznog kanala.

Kad je tok rukavca u potpunosti pregrađen i uspostavljen je adekvatan režim crpljenja vode iz građevne jame može se pristupiti iskopu temelja pregrade, pripremi terena za ugradnju trajnog zida od čeličnih talpi te pripremi terena za izvedbu bočnih krila i nasipa pregrade.

Za vrijeme dok se vodni tok vodi obilaznim kanalom, potrebno je u potpunosti završiti izvedbu:

- trajne pregrade od čeličnih talpi,
- temeljnog ispusta,
- zida od gabiona,
- nasipa,
- pristupne staze mehanizmu kontrole zasuna temeljnog ispusta,
- desnog krila,
- dijela lijevog krila uz centralni dio,
- zemljanog nasipa od lijeve obale visoke vode do obilaznog kanala.

Po izvedbi navedenih dijelova građevine, uklanja se nizvodni zagat i otvara temeljni ispust, uklanja se uzvodni zagat te se privremeno izvađenim talpama i nasipom obostrano pregrađuje obilazni kanal kako bi se tok preusmjerio na pregradu. Potom se pristupa nasipavanju obilaznog kanala, odnosno izvedbi riblje staze. Za vrijeme radova na nasipavanju i izvedbi riblje staze, potrebno je da je ulaz u obilazni kanal (riblju stazu) zaštićen od prodora uzvodne vode. Istovremeno uz riblju stazu dovršavaju se lijevo krilo pregrade te zemljani nasip. Spoj zemljanog nasipa, AB elementa za kontrolu razine vode u ribljoj stazi i lijevog krila pregrade potrebno je izvesti istovremeno.

Po završetku izvedbe staze uklanja se uzvodna prepreka te se dopušta slobodan protok vode preko riblje staze. Istovremeno se zatvara temeljni ispust.

Sukladno obimu radova predviđeno je da cijela gradnja projektiranog objekta bude gotova unutar jedne građevinske sezone. Produženje izgradnje zahtijevalo bi dodatno osiguranje zaštite gradilišta tijekom zime te bi poskupilo troškove izgradnje. Preporuka je da se sa radovima krene u za vrijeme niskih voda Drave i kanala Babočaj-Rinja.

## 1.6. PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

Projektirani vijek uporabe građevine je 50 godina, a određena je sukladno zahtjevu iz Općih tehničkih uvjeta za radove na vodnom gospodarstvu (Hrvatske vode, ožujak 2011., Zagreb), odnosno na temelju najkraćeg očekivanog vijeka trajanja svih upotrijebljenih materijala i opreme.

Preljevna pregrada, drvena staza kao i slapište projektirani su uzevši u obzir djelovanje maksimalne količine vode s 50 godišnjim povratnim periodom.

### 1.6.1. Uvjeti za održavanje građevine

Zakon o gradnji („Nn“ 153/13):“Održavanje građevine predviđa izvođenje radova kojima se utječe na ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, ali kojima se ne mijenja usklađenost građevine sa lokacijskim uvjetima u skladu s kojima je građevina izgrađena. Vlasnik građevine dužan je osigurati održavanje građevine tako da se tijekom njezinog trajanja očuvaju temeljni zahtjevi za građevinu, unaprijeđuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, te je održavati tako da se ne naruše svojstva građevine.“.

Hidrotehnički objekti i mjere regulacije vodotoka koji su određeni ovim glavnim projektom dobiveni su na osnovu hidroloških analiza i proračuna hidrauličkih procesa. Proračuni hidrauličkih procesa dijelom su pojednostavljeni zbog jednostavnijeg proračuna te sadrže pretpostavke zbog nemogućnosti točnog simuliranja prirodnih procesa.

Od velike važnosti je predvidjeti praćenje po izgradnji objekata (regulacije) kako bi se potvrdile prognoze iz proračuna, te kako bi se u slučaju potrebe korigirala rješenja predviđena ovim glavnim projektom. Po uočenim promjenama ili oštećenima potrebno je da ustanova određena za upravljanje objektom sastavi plan sanacije.

U redovno održavanje građevine spada provjera ispravnosti zasuna temeljnog ispusta, vizualni pregled elemenata pregrade i riblje staze. Redovno održavanje građevine trebalo bi obaviti minimalno dva puta godišnje, u proljeće pred dolazak visokih voda, te u jesen. Pored redovne ophodnje potrebno je izvršiti vanredni terenski pregled poslije prolaska većeg vodnog vala i utvrditi postoje li oštećenja građevine.

### 1.7. PODACI ZA OBRAČUN KOMUNALNOG I VODNOG DOPRINOSA

Sukladno:

- Pravilniku o načinu utvrđivanja obujma građevine za obračun komunalnog doprinosa („Nn“ 136/06, 135/10, 14/11, 55/12)
- Uredbi o visini vodnog doprinosa („Nn“ 78/2010, 76/2011, 19/2012, 151/2013, 83/2015)
- Pravilniku o obračunu i naplati vodnog doprinosa („Nn“ 107/2014)

Predmetni objekt, prelivna pregrada ima tlocrtnu površinu od 1433,48 m<sup>2</sup>, a uzdužnu os duljine 168,77 m.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Vladimir Mačak  
mag.ing.aedif.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
Vladimir Mačak, mag.ing.aedif. G 5538

## 2. DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTEJEVA

### 2.1. HIDROLOŠKE PODLOGE

#### 2.1.1. Uvod

Stara Drava spojena je sa rijekom Dravom na nizvodnom dijelu rukavca, uzvodni dio je vremenom pregrađen te dobiva vodu iz r. Drave samo za ekstremnih vodostaja. U uobičajenom režimu rada rukavac se vodom prihranjuje iz melioracijskih kanala Babočaj-Rinja koji dotječu sa teritorije Republike Mađarske. Kanal se, na teritoriji r. Mađarske, prije spoja sa rukavcem račva na dva toka, oba utječu u rukavac. Punjenje Stare Drave vodom i iz r. Drave za vrijeme ekstremnih vodostaja vremenom je sve rjeđe i kratkotrajnije, pretežno zbog toga što se Drava ukopava u svoj tok.

Hidrološke podloge napravljene su na temelju podataka dobivenih od partnera u projektu. Nivo i količinu protoke za rijeku Dravu, na mjernom mjestu Terezino polje, dobili smo od tvrtke Ires d.o.o., nivo i količinu protoke na kanalu Babočaj-Rinja dobili smo od tvrtke Inno Water Ltd., Budimpešta.

Obrada hidroloških podataka vršena je tabličnim proračunima u programu Excel te u programu HEC – RAS.

#### 2.1.2. Hidrološka analiza Drave

Za hidrološke podloge rijeke Drave koristili su se podaci o protoku i visini vodostaja na mornoj postaji Terezino polje za vremensko razdoblje 1925. - 2014.g. Podaci su dobiveni od partnera u projektu, tvrtke Iris d.o.o., Zagreb.

Rijeka Drava ima fluvijalno-glacijalni režim toka, minimalni protoci najčešće se javljaju u siječnju (na pritocima su obično u ljetnim mjesecima) dok se najveći protoci javljaju najčešće u lipnju. Na osnovu dobivenih podataka o vodostaju i protoci na mjernom mjestu Terezino polje odnosno podataka o padu vodnog lica rijeke Drave izračunati su povratni periodi velikih voda te nivoi vodnog lica na ušću Stare Drave i rijeku Dravu.

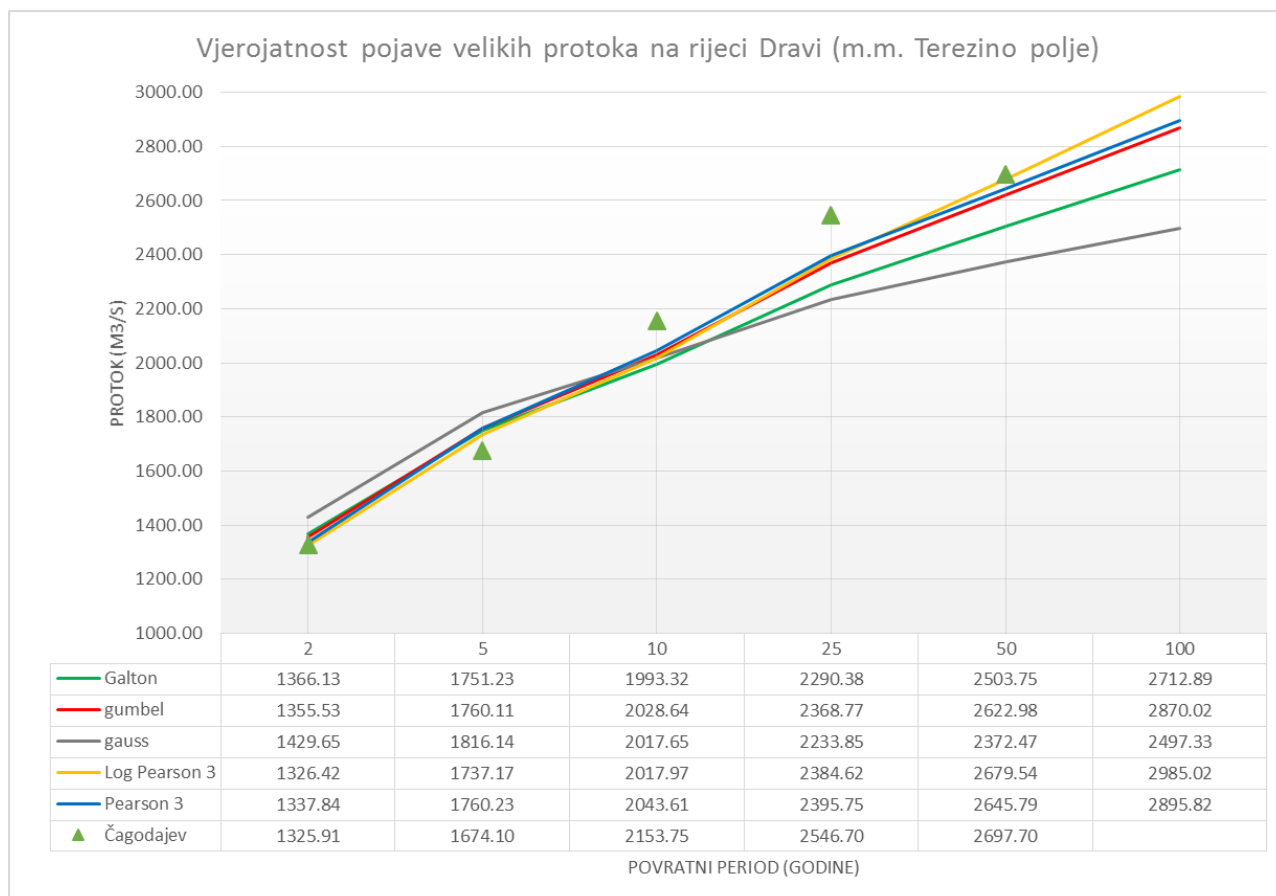
##### 2.1.2.1. Povratni periodi

Povratni period velikih voda proračunat je na temelju maksimalnih zabilježenih godišnjih protoka na mjernom mjestu Terezino polje u razdoblju od 1925. do 2014. godine. Prije proračuna provedena je provjera niza na osnovu 5 parametara (članovi niza su slučajne veličine, članovi niza su međusobno neovisni, niz je homogen, članovi niza su stacionarni te niz je dovoljno dug), korišteni niz podataka zadovoljio je sve uvjete. Procjena povratnog perioda velikih voda provedena je korištenjem empirijske Čagodajevove razdiobe, te korištenjem Gaussove, Gumbelove, Pearson 3, Log Pearson 3 te Galtonove teorijskih razdioba. Koeficijenti za pojedine distribucije očitani su iz statističkih tablica. Na kraju je proveden Kolmogorov - Smirnovljev test ocjene sukladnosti teorijskih i empirijske razdiobe.

Tablica 1 Usporedba proračunatih povratnih perioda za razne metode proračuna

| Povratno razdoblje (god.) | Vjerojatnost pojavljivanja p (%) | Čagodajev | Gauss   | Gumbel  | Pearson 3 | Log Pearson 3 | Galton (log-normalna) |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|---------|---------|-----------|---------------|-----------------------|
| 2                         | 50                               | 1325.91   | 1429.65 | 1355.53 | 1337.84   | 1326.42       | 1366.13               |
| 5                         | 20                               | 1674.10   | 1816.14 | 1760.11 | 1760.23   | 1737.17       | 1751.23               |
| 10                        | 10                               | 2153.75   | 2017.65 | 2028.64 | 2043.61   | 2017.97       | 1993.32               |
| 25                        | 4                                | 2546.70   | 2233.85 | 2368.77 | 2395.75   | 2384.62       | 2290.38               |

|     |   |         |         |         |         |         |         |
|-----|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 50  | 2 | 2697.70 | 2372.47 | 2622.98 | 2645.79 | 2679.54 | 2503.75 |
| 100 | 1 |         | 2497.33 | 2870.02 | 2895.82 | 2985.02 | 2712.89 |



Prema provedenom Kolmogorov-Smirnovljev testu sukladnosti, najmanju razliku te najbolju usklađenost u području velikih voda ima Log Pearson 3 razdioba.

Tablica 2 Količine protoke dobivene Log Pearson 3 razdiobom

| Povratni period (Log Pearson 3) |                   |         |
|---------------------------------|-------------------|---------|
| (podaci o protoci 1925-2014)    |                   |         |
| Povratni period                 | Statistički koef. | Protok  |
| god.                            | $\phi$            | m3/s    |
| 2                               | -0.10             | 1326.42 |
| 5                               | 0.81              | 1737.17 |
| 10                              | 1.32              | 2017.97 |
| 25                              | 1.89              | 2384.62 |
| 50                              | 2.28              | 2679.54 |
| 100                             | 2.65              | 2985.02 |

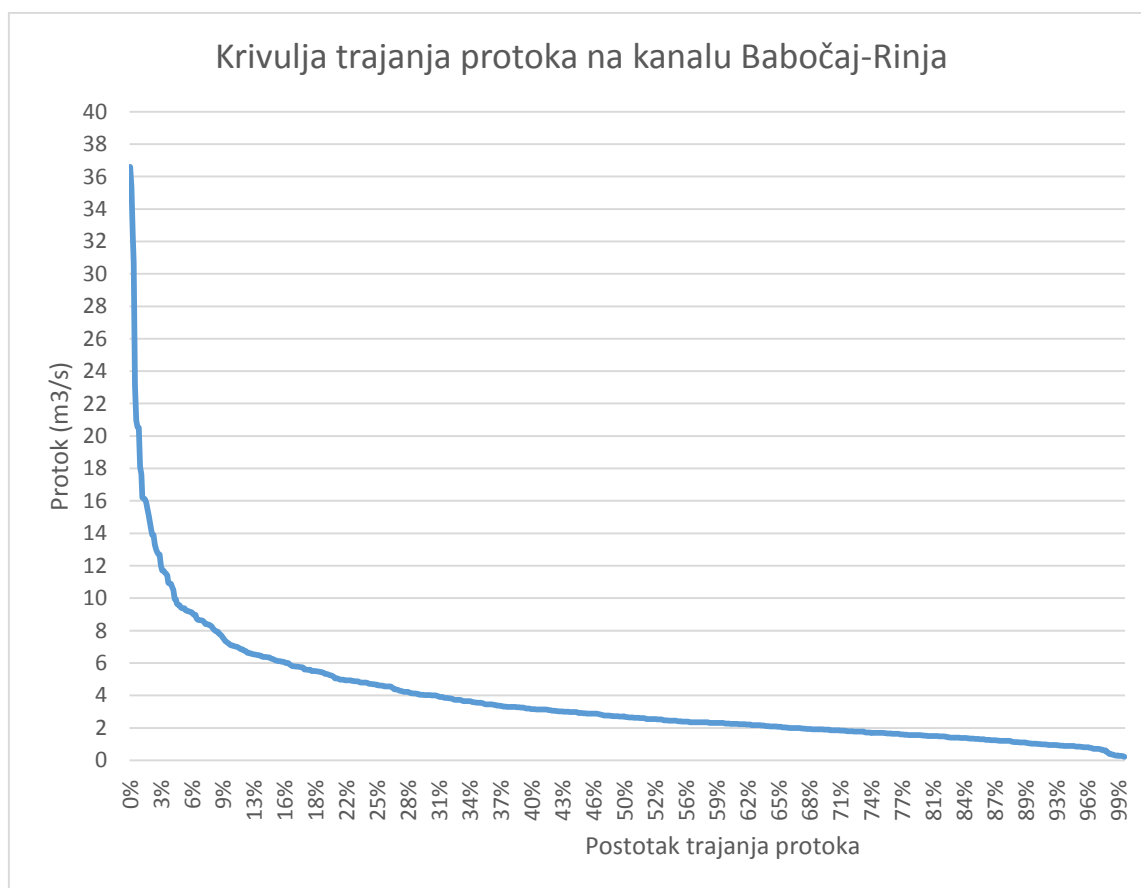
Za proračun protoke i nivoa vodnog lica Drave na ušću Stare Drave na rkm 166+035,00 pretpostavljeno je da od ušća Stare Drave do mjerne postaje na Terezinom polju nema drugih pritoka, odnosno novih količina vode.



Dobiveni podaci poslužili su za proračun nultog stanja rijeke Drave u softveru HEC RAS. Model iz HEC RAS uspoređen je sa proračunatim rezultatima te su dobivena odstupanja koja ne utječu bitno na proračun.

### 2.1.3. Hidrološka analiza Stare Drave

Stari tok rijeke Drave ima dva vodna režima, jedan je za vrijeme visokih voda na rijeci Dravi, a drugi je za vrijeme srednjih i niskih voda u rijeci kad se stari tok vodom napaja iz kanala Babočaj Rinja. Za vrijeme visokih voda rijeke Drave voda kroz Crni kanal dopire do rukavca te ga puni, smjer tečenja je od juga ka sjeveru. Za vrijeme srednjih i niskih vodostaja Drave, rukavac se vodom napaja preko kanala Babočaj Rinja koji je spojen na rukavac iz smjera sjevera iz Mađarske, voda protječe starim tokom i kroz Crni kanal se ulijeva u Dravu. U tom slučaju smjer tečenja je sjever-jug, takav vodni režim je gotovo stalan. Zbog ukopavanja korita rijeke Drave, odnosno konstantnog snižavanja njenog vodnog lica, snabdjevanje rukavca vodom iz Drave je iz godine u godinu sve rjeđe.



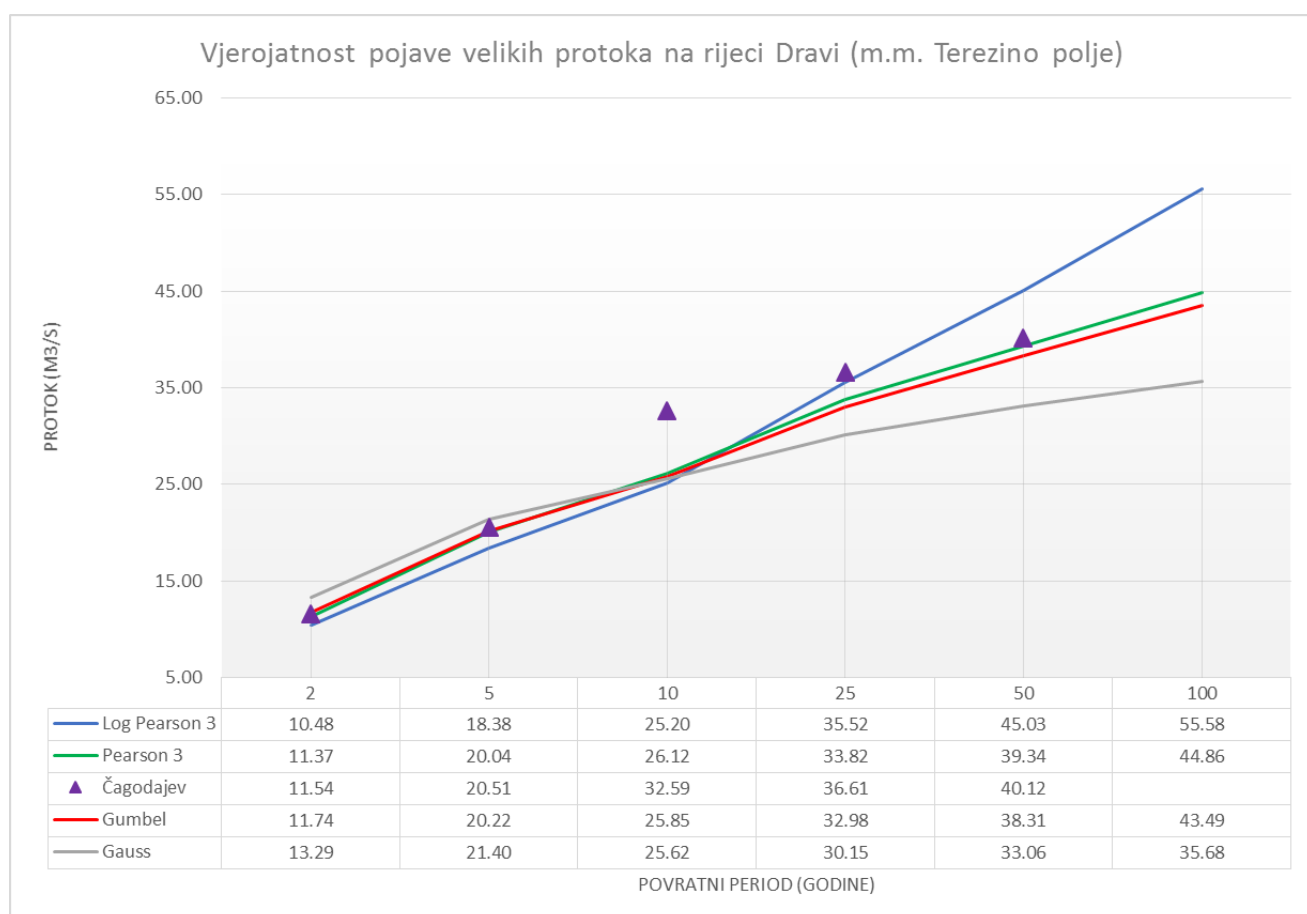
#### 2.1.3.1. Povratni period velikih voda kanal Babočaj-Rinja

Povratni period velikih voda proračunat je na temelju maksimalnih zabilježenih godišnjih protoka na mjernom mjestu u razdoblju od 1969. do 2015. godine. Mjerno mjesto smješteno je na kanalu Babočaj-Rinja. Procjena povratnog perioda velikih voda provedena je korištenjem empirijske Čagodajevove razdiobe, te korištenjem Gaussove, Gumbelove, Pearson 3 te Log Pearson 3 teorijske razdiobe. Prije proračuna provedena je provjera niza na osnovu 5 parametara (članovi niza su slučajne veličine,

članovi niza su međusobno neovisni, niz je homogen, članovi niza su stacionarni te niz je dovoljno dug), korišteni niz podataka zadovoljio je sve uvjete. Koeficijenti za pojedine distribucije očitani su iz statističkih tablica. Na kraju je proveden Kolmogorov-Smirnovljev test ocjene sukladnosti teorijskih i empirijske razdiobe.

Tablica 3 Usporedba proračunatih povratnih perioda za razne metode proračuna

| Povratno razdoblje (god.) | Vjerojatnost pojavljivanja p (%) | Čagodajev | Gauss | Gumbel | Pearson 3 | Log Pearson 3 |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|-------|--------|-----------|---------------|
| 2                         | 50                               | 11.54     | 13.29 | 11.74  | 11.37     | 10.48         |
| 5                         | 20                               | 20.51     | 21.40 | 20.22  | 20.04     | 18.38         |
| 10                        | 10                               | 32.59     | 25.62 | 25.85  | 26.12     | 25.20         |
| 25                        | 4                                | 36.61     | 30.15 | 32.98  | 33.82     | 35.52         |
| 50                        | 2                                | 40.12     | 33.06 | 38.31  | 39.34     | 45.03         |
| 100                       | 1                                |           | 35.68 | 43.49  | 44.86     | 55.58         |



Najmanju razliku te najbolju usklađenost u području velikih voda ima Pearson 3 razdioba.

Tablica 4 Količine protoke dobivene Pearson 3 razdiobom

| Povratni period (Pearson 3)  |                   |        |
|------------------------------|-------------------|--------|
| (podaci o protoci 1961-2014) |                   |        |
| Povratni period              | Statistički koef. | Protok |

| god. | $\phi$ | m3/s  |
|------|--------|-------|
| 2    | -0.20  | 11.37 |
| 5    | 0.70   | 20.04 |
| 10   | 1.33   | 26.12 |
| 25   | 2.13   | 33.82 |
| 50   | 2.71   | 39.34 |
| 100  | 3.28   | 44.86 |

#### 2.1.4. HEC RAS model

Za modeliranje u programu HEC-RAS korišten je digitalni model terena i HEC RAS model, područja rijeke Drave i Stare Drave, dobiven od Investitora. na dobivene modele naknadno je ubačen detaljniji snimak Stare Drave od km 0+000,00 do km 3+160,00 koji je obavila ovlaštena inženjerka geodezije Patricija Kovač.

HEC RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) omogućuje modeliranje u jednoj dimenziji ravnomjernog i neravnomjernog toka. Omogućava analizu prirodnih i izgrađenih vodnih sustava te grafički i tablični prikaz rezultata. Obrada digitalnog modela terena prije unošenja istog u HEC RAS vršena je u softveru AutoCAD Civil 3D.

Korišten je jednodimenzionalni model toka sa stacionarnim strujanjem, kao granični uvjet korištena je Q-H krivulja na Dravi nizvodno od spoja Drave i Stare Drave na rkm. 159+060,00.

Visine vodnog lica za Q-H krivulju dobivene su proračunom uz korištenje podataka o karakterističnim vodostajima rijeke Drave na mjernoj postaji Terezino Polje i padu vodnog lica. Pad vodnog lica rijeke Drave pri različitim količinama protoke preuzet je iz dokumenta Studija o utjecaju na okoliš za zahvat revitalizacije i izgradnje infrastrukture područja Križnice, Hidroing d.o.o., Osijek, Prosinac 2012., dokument je dostavio Investitor, a navedeni podaci originalno potiču iz Studije plovnosti i uređenosti rijeke Drave km 0,0-72,2, knjiga 1, Osijek 1993., Javno vodoprivredno poduzeće „Hrvatska vodoprivreda“ Zagreb.

Za količine vode u rijeci Dravi uzete su količine izmjerene na mjernom mjestu Terezino Polje, nizvodno od mjesta spoja rijeke Drave i Stare Drave. Između dva navedena mjesta nema drugih pritoka rijeke Drave.

Za količine protoke Stare Drave uzete su količine zabilježene ka kanalu Babočaj – Rinja uz pretpostavku da nema dodatnih količina vode između mjernog mjesta i pregrade. Između mjernog mjesta na kanalu Babočaj – Rinja i pregrade nema drugih vodotoka, a većina vode iz oborina otječe u navedeni kanal ili rijeku Dravu.

Za potrebe proračuna u HEC RAS softveru Manningove koeficijente odredio sam posebno za Dravu, područje stare Drave i Crni Kanal. Staru Dravu te početni dio Crnog kanala odlikuje muljevito dno vodotoka s obalama obraslim močvarnim biljem i drvećem. Crni kanal, osim početnog dijela, odlikuje kanal koji je povoljniji za protok vode s hidrološkog stajališta, što se očituje i u većim brzinama protoka. Prijelaz sa koeficijenta 0,05 do 0,01 izveden je na dva profila sa koeficijentom 0,70.

Tablica 5 Manningovi koeficijenti

| Redni broj | Tok                                                  | Manningov koeficijent za glavno korito | Manningov koeficijent za inundacije |
|------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 1          | Drava (cijeli tok)                                   | 0,025                                  | 0,15                                |
| 2          | Stara Drava<br>od r.km. 2+437,14<br>do kraja         | 0,100                                  | 0,12                                |
| 3          | Crni Kanal<br>od r.km. 0+000,00<br>do r.km. 2+437,14 | 0,050                                  | 0,12                                |

Tablica 6 usporedba proračunskih vrijednosti i nultog modela

|            | MJERNI PODACI POSTAJE |        |          | ATLAS RIJEKE DRAVE |               | PRORAČUN VODNOG LICA |        |                       |        | HEC RAS               |         |
|------------|-----------------------|--------|----------|--------------------|---------------|----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|---------|
|            | Protok                | r.km.  | Vodostaj | Pad vodnog lica    |               | donja Drava          | r.km.  | Stara Drava           | r.km.  | Stara Drava           |         |
|            | m³/s                  | km     | m.n.m.   | %                  | r.km.         | m.n.m.               | km     | m.n.m.                | km     | m.n.m.                | razlika |
| <b>VVV</b> | 2882.00               | 152.30 | 104.69   | 0.0154%            | do<br>168+140 | 105.82               | 159.60 | 106.85                | 166.35 | 106.79                | 0.06    |
|            |                       |        |          | 0.0210%            | od<br>168+140 |                      |        |                       |        |                       |         |
| <b>SVV</b> | 837.00                | 152.30 | 100.39   | 0.0144%            | do<br>168+140 | 101.44               | 159.60 | 102.41                | 166.35 | 102.55                | -0.14   |
|            |                       |        |          | 0.0210%            | od<br>168+140 |                      |        |                       |        |                       |         |
| <b>SV</b>  | 518.79                | 152.30 | 99.60    | 0.0144%            | do<br>168+140 | 100.66               | 159.60 | 101.63                | 166.35 | 101.62                | 0.01    |
|            |                       |        |          | 0.0210%            | od<br>168+140 |                      |        |                       |        |                       |         |
| <b>SNV</b> | 269.00                | 152.30 | 98.26    | 0.0147%            | do<br>168+140 | 99.33                | 159.60 | 100.33                | 166.35 | 100.55                | -0.22   |
|            |                       |        |          | 0.0210%            | od<br>168+140 |                      |        |                       |        |                       |         |
|            | <b>TERZINO POLJE</b>  |        |          |                    |               | <b>DONJA DRAVA</b>   |        | <b>SPOJ S.D. I D.</b> |        | <b>SPOJ S.D. I D.</b> |         |

Razlike u visini vodnog lica za rkm. 166+350,00, odnosno spoj Drave i Stare Drave, dobivene proračunom i one očitane sa HEC RAS modela kreću se od 10 do 14cm za područne od SV do VVV, koje nam i jeste najbitnije te se smatra da je model verificiran.

Na Staroj Dravi nisu vršena mjerenja protoke i razine vodnog lica te nema podataka s kojima bi se HEC RAS model mogao usporediti.

HEC RAS model korišten je za očitavanje visine vodnog lica na mjestu izgradnje predmetne pregrade. najveća visina vodnog lica dobije se pri visokom vodostaju rijeke Drave kad se javlja uspor i podizanje razine vodnog lica na Staroj Dravi. Proračunata visina visoke vode u skladu je sa izjavama stanovnika područja u blizini mjesta gradnje.

## 2.2. GEOLOŠKE PODLOGE

Geoistražne radove na lokaciji pregrade kao i laboratorijska ispitivanja izveo je Institut IGH d.d. te o istima sastavio geotehničko izvješće – elaborat. Elaborat naslova „Pregrada s prolazom za ribe na rukavcu starog toka rijeke Drave „Life-Old Drava“, nosi oznaku 73220-5872-2016. Elaborat je sastavljen na osnovu terenskih istražnih radova te laboratorijskih ispitivanja.

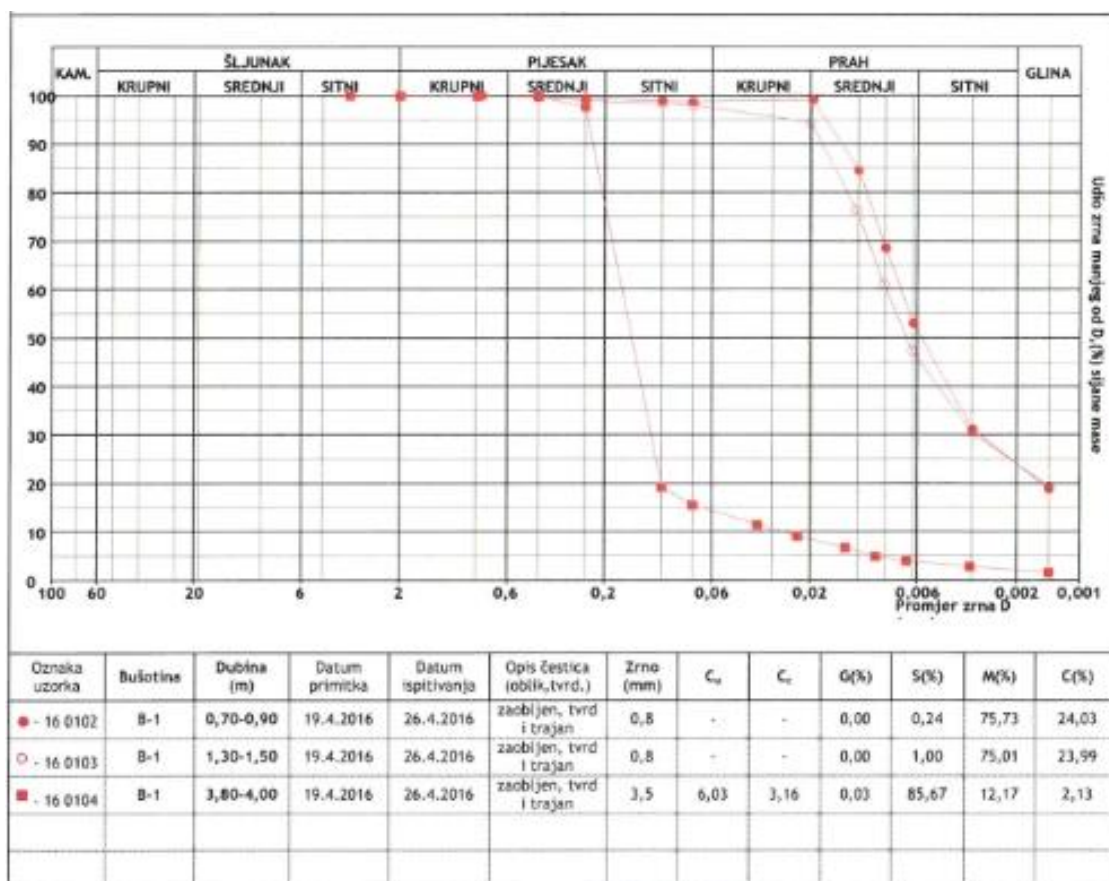
### 2.2.1. Sastav i geotehničke karakteristike tla

Geotehnički istražni radovi odrađeni su sondiranjem terena s jednom bušotinom (oznake B-1), dubine sondiranja 7m.

Ustanovljen je slijedeći profil terena:

- Ispod sloja humusa registriranog na bušotini do dubine -0,20m, registriran je na bušotini do dubine -1,70 m, mjereno od ušća bušotine, sloj anorganskog praha visoke plastičnosti (MH), obojen željeznim oksidom, srednje gnječivog konzistentnog stanja, organskog mirisa, smeđe-sive do sive boje
- Ispod naprijed opisanog sloja tla do maksimalne dubine sondiranja na bušotini, tj. Do dubine - 7,00 m, registriran je sloj pijeska uniformni (SU), sitnih frakcija zrna, povezan s prahom, sive boje.

| Dubina<br>m | WO<br>% | WL<br>% | WP<br>% | Ip<br>% | Ik   | W<br>% | Simbol |
|-------------|---------|---------|---------|---------|------|--------|--------|
| 0,7-0,9     | 46,2    | 61,26   | 36,08   | 25,18   | 0,60 | 46,2   | MH     |
| 1,3-1,5     |         | 60,77   | 36,00   | 24,77   | -    | 63,5   | MH     |



Za vrijeme rada na terenu u trenutku sondiranja u bušotinama registrirana je razina podzemne vode na dubini od -1,5 m, odnosno odmah po sondiranju je iznosila -1,4 m, mjereno od ušća bušotine.

Temeljem „in situ“ rezultata ispitivanja, odnosno provedenom standardnog penetracijskog pokusa SPP, može se konstatirati da na predmetnoj lokaciji registrirani nekoherentni sloj tla (SU), predstavlja **rahlo tlo** (broj korigiranih udaraca noža  $\cong$  5-6 Nk).



## 2.3. PRORAČUN SLAPIŠTA

U proračunu preljeva uzeta je kombinacija ekstremne vrijednosti protoke u Staroj Dravi te protoke s 50% trajanjem u rijeci Dravi. Za vrijednost protoke za Staru Dravu uzeta je velika voda s 50-godišnjim povratnim periodom. Prema hidrološkim podlogama (2.1.3. Hidrološka analiza Stare Drove ) vrijednost maksimalne protoke za 50 godišnji povratni period iznosi 39,34 m<sup>3</sup>/s. Ovaj slučaj predstavlja najgoru kombinaciju po slapište, jer vodostaj Drove s 50% trajanjem nema utjecaja na protok Stare Drove te ne može povoljno djelovati na sposobnost slapišta da umiri 50 godišnju povratnu vodu Stare Drove.

### 2.3.1. Proračun preljeva, Q-H krivulja

Preljev se sastoji od četiri cjeline, centralnog dijela koji je primarni preljev, bočnih krila koja su sekundarni preljev te riblje staze nakon koje dolazi zemljani nasip. Centralni dio predviđen je kao primarni preljev, dok su krila sekundarni, dio vode će imati stalni protok kroz riblju stazu. Centralni dio (CNT) izveden je od gabiona kao stepenasti preljev, širina krune preljeva je 12m, visina do bočnih krila 0,7m. Kota krune centralnog preljeva uzeta je 103,57 m.n.m., iako se vodonepropusni zaslon nalazi na 103,27 m.n.m., preko njega je položen gabionski madrac debljine 30 cm te je u proračunu uzeta visina preljeva sa madracem. Proračun preljeva preko krune vodi se u proračunu se kao preljev preko širokog praga.

Na krilima kruna preljeva viša je za 0,7m od centralnog preljeva, nalazi se na 104,27 m.n.m. Širina krila je 12,51 lijevo i 14,83m desno. Desno krilo završava obalom visoke vode, a lijevo ribljom stazom (FL), nakon koje se nastavlja zemljani nasip kome je kruna za 0,5m viša od krune preljeva krila.

Na ribljom stazi (FL) na mjestu pregrade nalazi se ustava za kontrolu protoka sa mogućnošću pregrađivanja staze. Na mjestu ustave preljev se računa kao preljev preko oštrobrižnog preljeva.

Da bi dobili krivulju odnosa protoke na preljevu i same visine preljeva za svaki dio pregrade napravljen je proračun protoke za više visina preljeva, na kraju su se rezultati sumirali u zajedničku tablicu, odnosno dijagram. Pri proračunu u obzir nije uzet razlika u visini vodnog lica za glavno korito i inundacije.

Postavke proračuna i formule centralni preljev i krila (koristile su se formule iz knjige *Hydraulic of spillways and energy dissipators*, R.M. Khatsuria):

Tablica 7 Značenje izraza iz navedenih formula

| Skraćenica     | Značenje                     | Mjerna jedinica |
|----------------|------------------------------|-----------------|
| H <sub>0</sub> | Visina vode prije preljeva   | m               |
| W <sub>c</sub> | Širina krune preljeva        | m               |
| L <sub>s</sub> | Duljina preljeva             | m               |
| C <sub>d</sub> | Koef. umanjena               | -               |
| P              | Visina krune preljeva od dna | m               |

Široki preljev:

$$0,1 \leq H_0/W_c < 0,4 \quad Q = \frac{2}{3} \cdot H_0 \sqrt{\frac{2}{3} g H_0} \cdot L_s = 1,705 \cdot L_s \cdot H_0^{3/2}$$

Dugački preljev:

Našice, svibanj 2017.  
 $H_0/W_c \leq 0,1$

$$C_d = 0,611 + 0,075 \left( \frac{H_0}{P} \right)$$

$$Q = 1,705 \cdot L_s \cdot H_0^{3/2} \cdot C_d$$

Postavke proračuna i formule za preljev preko ustave na ribljoj stazi (koristile su se formule iz knjige *Osnove hidrotehnike, prvi dio, prva knjiga, Ž. Vuković*):

Tablica 8 Značenje izraza iz navedenih formula

| Skraćenica | Značenje                     | Mjerna jedinica |
|------------|------------------------------|-----------------|
| $H_0$      | Visina vode prije preljeva   | m               |
| $W_c$      | Širina krune preljeva        | m               |
| $L_s$      | Duljina preljeva             | m               |
| $C_d$      | Koef. umanjenja              | -               |
| $P$        | Visina krune preljeva od dna | m               |

Oštrobridni preljev, nepotopljeno prelijevanje:

$$Q = m_0 \cdot \sqrt{2gH} \cdot A \quad m_0 = \left(0,405 + \frac{0,003}{H}\right) \cdot \left[1 + 0,55 \cdot \left(\frac{H}{H + p_1}\right)^2\right]$$

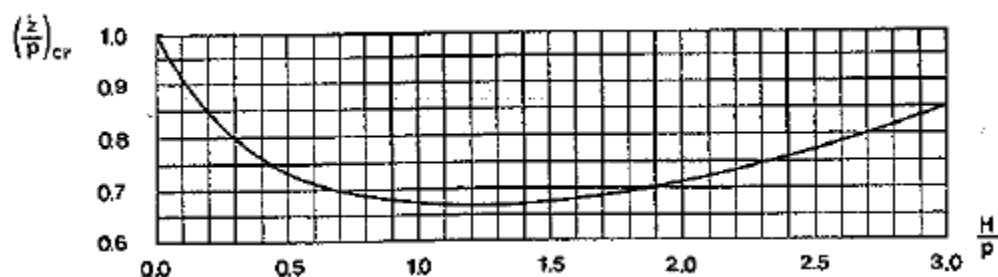
Oštrobridni preljev, potopljeno prelijevanje:

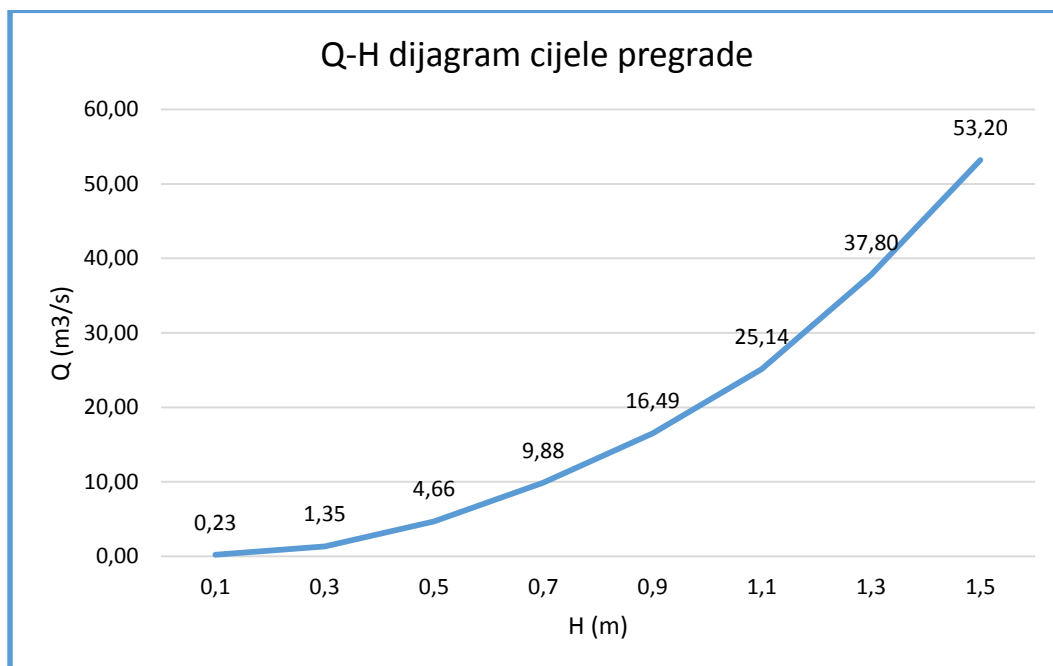
$$Q = \sigma_p \cdot m_0 \cdot \sqrt{2gH} \cdot A \quad \sigma_p = 1,05 \left(1 + 0,2 \cdot \frac{h_p}{p}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{z}{H}}$$

Uvjeti potopljenosti:

$$h_b > p_1 \quad z/p < (z/p)_{cr}$$

Tablica 9 Grafikon za izračun koeficijenta  $(z/p)_{cr}$





Slika 3 Q-H dijagram preljeva pregradne građevine

Tablica 10 Vrijednosti protoke preko preljeva

| PRELJEV PREKO PREGRADE |          |                  |                 |                 |                 |        |
|------------------------|----------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| H                      | H        | Q <sub>CNT</sub> | Q <sub>FL</sub> | Q <sub>LW</sub> | Q <sub>RW</sub> | ΣQ     |
| (m)                    | (m.n.m.) | (m³/s)           | (m³/s)          | (m³/s)          | (m³/s)          | (m³/s) |
| 0.1                    | 103.37   | 0                | 0.23            | 0               | 0               | 0.23   |
| 0.3                    | 103.57   | 0                | 1.35            | 0               | 0               | 1.35   |
| 0.5                    | 103.77   | 1.84             | 2.82            | 0               | 0               | 4.66   |
| 0.7                    | 103.97   | 5.17             | 4.71            | 0               | 0               | 9.88   |
| 0.9                    | 104.17   | 9.52             | 6.97            | 0               | 0               | 16.49  |
| 1.1                    | 104.37   | 14.64            | 9.59            | 0.42            | 0.49            | 25.14  |
| 1.3                    | 104.57   | 20.46            | 12.46           | 2.25            | 2.63            | 37.80  |
| 1.5                    | 104.77   | 26.90            | 15.58           | 4.95            | 5.77            | 53.20  |

Za protok s 50 godišnjim povratnim periodom od 39,34 m³/s, sa Q-H krivulje očitava se visina preljeva od 1,32m, tj. 104,59 m.n.m. Od toga preko centralnog preljeva prolazi 21,10 m³/s.

### 2.3.2. Proračun slapišta

Formule za proračun količine preljeva, disipacije energije na slapištu, spregnutih dubina, kao i duljine slapišta preuzete su iz slijedeće knjige *Hydraulic of spillways and energy dissipators*, R.M. Khatsuria.

U proračunu nije uzeta u obzir disipacija energije na stepenastom preljevu, tako da se u tom dijelu išli na stranu sigurnosti. Preliminarni proračuni pokazivali su da bi pri proračunskom protoku preljev preko stepenica bio klizeći, pri kome je umanjeње energije manje nego da je ostvaren skokoviti tok.

Pretpostavke za proračun:

- Pojava protoke 50-godišnjeg povratnog perioda na Staroj Dravi
- Rijeka Drava ima vodostaj s 50% trajanjem
- Temeljni ispušt je zatvoren
- Riblja staza na osi pregrade pregrađena je na visinu od 103,27 m.n.m.
- 

Definirana su četiri poprečna profila potreba za proračun preljeva:

- Profil 0-0: profil gornje vode, neposredno prije preljeva
- Profil 1-1: profil neposredno poslije centralnog preljeva (prva spregnuta dubina)
- Profil 2-2: profil nizvodno od preljeva (druga spregnuta dubina)

| Protok ukupni                                                                                                           | Q    | 21.1         | m3/s     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------|----------|
| Ukupna širina preljeva                                                                                                  | B0-0 | 12           | m        |
| Jedinični preljev                                                                                                       | q    | 1.76         | m3/s/m   |
| Koeficijent prelijevanja (ovisi o obliku)                                                                               | m    | 0.385        |          |
| Visina vodnog lica (uzvodno od preljeva)                                                                                | y0   | 1.02         | m        |
| Brzina tečenja (uzvodno od preljeva)                                                                                    | v0   | 1.72         | m/s      |
| Visina pregrade od dna vodotoka                                                                                         | Hs   | 2.37         | m        |
| Energetska visina vodnog lica                                                                                           | E0   | 3.54         | m        |
| Širina dna umirujućeg bazena 1-1                                                                                        | B1-1 | 3            | m        |
| Srednji nagib stranica trapeznog presjeka                                                                               | m    | 3.2          |          |
| <b>PRVA SPREGNUTA DUBINA</b>                                                                                            |      |              |          |
| Prva spregnuta dubina                                                                                                   | y1   | 0.57         | m        |
| -prva spregnuta dubina dobije se iterativno, korelacijom brzine, dubine toka, oblika slapišta te jednadžbe kontinuiteta |      |              |          |
| Brzina u 1.spregnutoj dubini                                                                                            | v1   | 7.64         | m/s      |
| Froudeov broj $Fr_1 = v_1 / (g \cdot y_1)$                                                                              | Fr1  | 3.23         |          |
|                                                                                                                         |      |              |          |
| <b>Druga spregnuta dubina</b>                                                                                           | y2   | 2.33         | m        |
| Duljina slapišta $L_s = 6(h_2 - h_1)$                                                                                   | Ls   | 10.58        | m        |
| Odabrana duljina slapišta                                                                                               | Ls   | <b>12.00</b> | <b>m</b> |

$$Q = m \cdot B \cdot \sqrt{2g} \cdot y_0^{3/2}$$

$$Q = v \cdot A$$

$$E_0 = y_0 + \frac{v_0^2}{2 \cdot g} + H_s$$

$$E_0 = E_1 = y_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g}$$

$$v_1 = \sqrt{2g(H_0 - y_1)}$$

$$y_2 = \frac{y_1}{2} \left( \sqrt{8Fr_1^2 + 1} + 1 \right)$$

| VODNI SKOK JE POTOPLJEN                                                                                                                                                             | odnos $y_2$ i $y_3$ |        |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Nizvodna visina toka za 50 godišnji povratni period Stare Drave $y_3$ očitana je sa Q-H dijagrama dobivenog u HEC RAS modelu nultog stanja Stare Drave za prvu nizvodnu stacionažu. | $y_2$               | 101.2  | m.n.m. |
|                                                                                                                                                                                     | $y_2$               | 2.09   | m      |
|                                                                                                                                                                                     | $y_3$               | 104.32 | m.n.m. |
|                                                                                                                                                                                     | $y_3$               | 3.12   | m      |

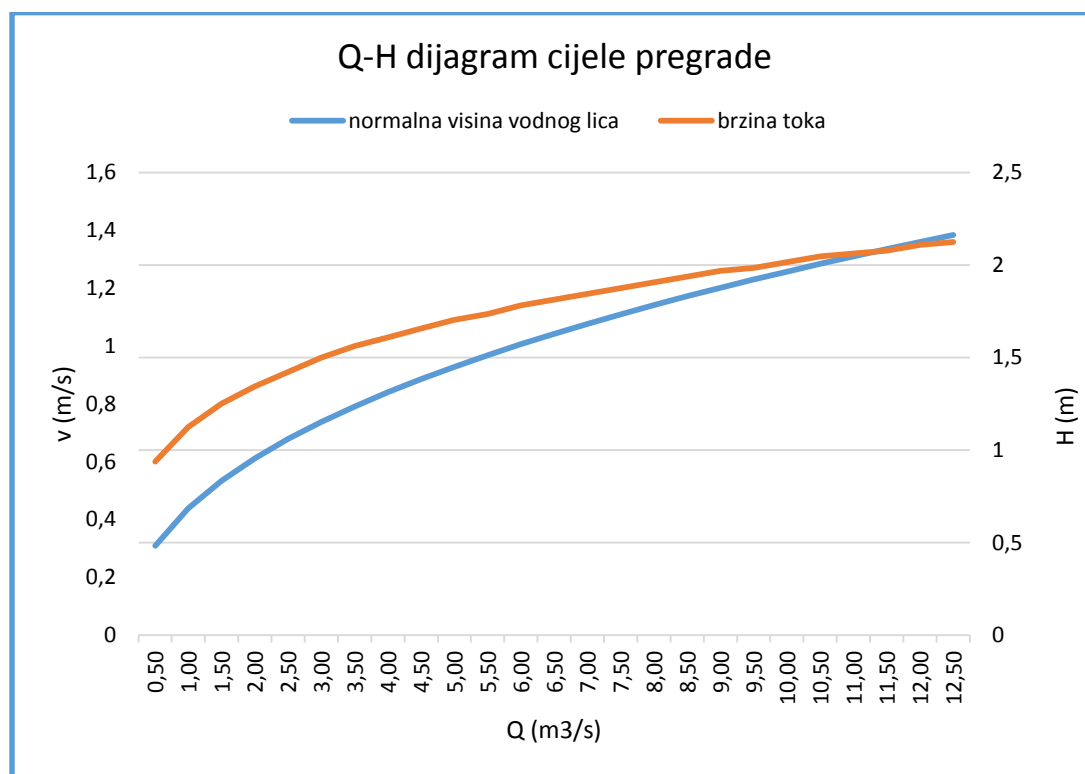
## 2.4. PRORAČUN OBILAZNOG KANALA

Normalna dubina u kanalu računala se iterativno koristeći formule:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$h_{novi} = h_{pretp} \cdot \left(\frac{Q}{Q'}\right)^{0,5}$$

$Q'$  = protok za  $h_{pretp}$



Slika 4 Graf pokazuje ovisnost protoke i brzine o visini vodnog lica u obilaznom kanalu

## 2.5. PRORAČUN RIBLJE STAZE

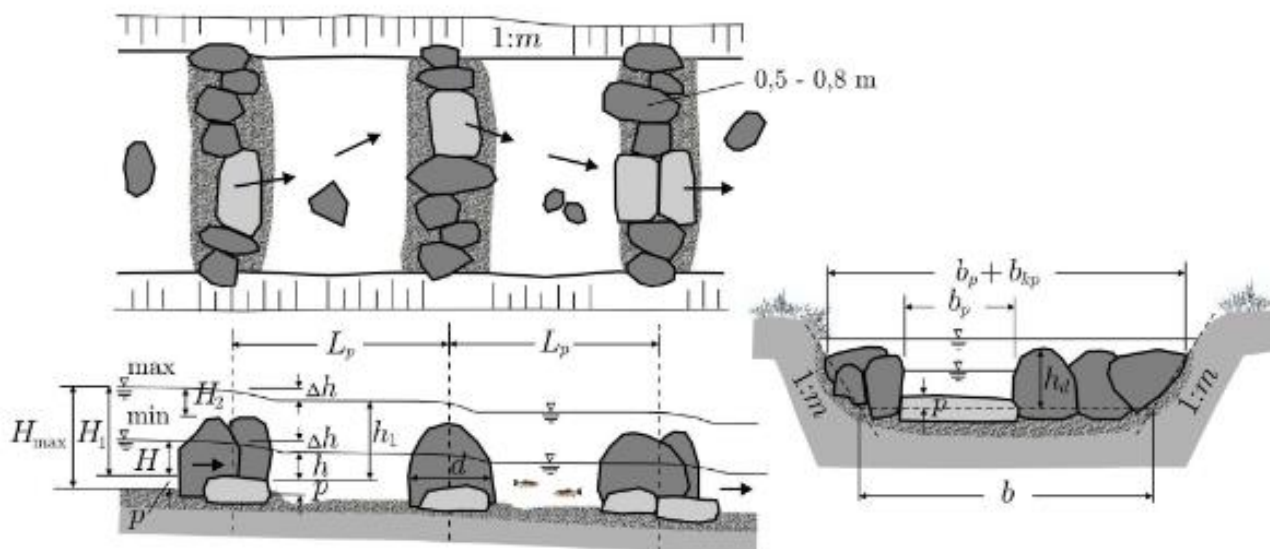
Riblja staza projektirana je u formi zaobilaznog kanala koji obilazi prelivnu pregradu.

Dno uzvodnog ulaza postavljeno je na 0,3 m ispod razine vodonepropusnog dijela vodne pregrade na kotu 102,97 mm, dno nizvodnog izlaza postavljeno je na kotu 101,97 mm. Prema HEC RAS modelu nultog stanja postojećeg vodotoka Stare Drave kod NNQ (najniže zabilježene protoke) Babočaj-Rinja kanala od 0,12 m<sup>3</sup>/s razina vode na spoju riblje staze i vodotoka je na 102,07 mm, donosno 10cm iznad nizvodnog ulaza u stazu.

Nagib nivelete staze iznosi:

| STACIONAŽA<br>OD: | STACIONAŽA<br>DO: | NAGIB (%) |
|-------------------|-------------------|-----------|
| 0+000,00          | 0+075,49          | 1,35      |
| 0+075,49          | 0+083,05          | 0,5       |
| 0+83,05           | 0+118,27          | 0,1       |

Proračun je vršen prema FAO (Food and agriculture Organization od the UN) i DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) izdanju naslova „Fish passes, design, dimensions and monitoring“, Rim, 2002.



Formule korištene pri proračunu:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_Q \cdot \sigma \cdot b_p \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

$$\sigma \approx 1 - (h/H)^{15}$$

$$v_p = \sqrt{2g \cdot \Delta h}$$



$$\Delta E = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{A_{sr} \cdot L_e}$$

|                    |        |                   |                                     |
|--------------------|--------|-------------------|-------------------------------------|
| Q <sub>max</sub> = | 2      | m <sup>3</sup> /s | Pretpostavljeni maksimalni protok   |
| Q <sub>min</sub> = | 0.2    | m <sup>3</sup> /s | Minimalni protok (biološki minimum) |
| L <sub>p</sub> =   | 14.8   | m                 | Duljina između pragova              |
| Δh =               | 0.2    | m                 | Najveća denivelacija                |
| I <sub>p</sub> =   | 0.0135 | m/m               | Nagib nivelete                      |
| d =                | 0.45   | m                 | Promjer kamenog bloka               |
| h <sub>d</sub> =   | 0.35   | m                 | Visina kamenog bloka iznad dna      |
| p =                | 0.05   | m                 | Visina malog preljeva               |
| H =                | 0.3    | m                 | Najmanja visina preljevnog mlaza    |
| p+h =              | 0.3    | m                 | Minimalna dubina bazena             |
| C <sub>q</sub> =   | 0.5    |                   | Koef. prelijevanja                  |

|                                |             |          |                                               |
|--------------------------------|-------------|----------|-----------------------------------------------|
| Minimalni protok               |             |          |                                               |
| v <sub>p</sub> =               | 1.98        | m/s      | Brzina vode na pragu                          |
| h =                            | 0.25        | m        |                                               |
| h/H =                          | 0.83        |          |                                               |
| σ =                            | 0.94        |          | Koef. potopljenosti                           |
| b <sub>p</sub> =               | 0.88        | m        | Širina praga                                  |
| <b>usvojeno</b>                | <b>0.90</b> | <b>m</b> | <b>Širina praga</b>                           |
| b =                            | 2.25        | m        | Širina dna kanala                             |
| <b>usvojeno</b>                | <b>2.00</b> | <b>m</b> | <b>Širina dna kanala</b>                      |
| nagib 1:m                      | 2.00        |          | Nagib stranica kanala                         |
| b <sub>p</sub> +b <sub>k</sub> | 3.40        | m        | Širina kanala po kruni kamenih blokova        |
| <b>usvojeno</b>                | <b>3.40</b> | <b>m</b> | <b>Širina kanala po kruni kamenih blokova</b> |

|                                |             |                        |                                         |
|--------------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------------------|
| Maksimalni protok              |             |                        |                                         |
| H <sub>max</sub> =             | 0.884       | m <sup>3</sup> /s      | Max. visina od nivelete do obale kanala |
| H <sub>1</sub> =               | 0.834       | m <sup>3</sup> /s      |                                         |
| h <sub>1</sub> =               | 0.634       | m <sup>3</sup> /s      |                                         |
| h <sub>1</sub> /H <sub>1</sub> | 0.76        |                        |                                         |
| σ =                            | 0.98        |                        | Koef. potopljenosti                     |
| Q <sub>1</sub> =               | 1.00        | m <sup>3</sup> /s      | Max. protok na pragu                    |
| H <sub>2</sub> =               | 0.534       | m <sup>3</sup> /s      |                                         |
| h <sub>2</sub> =               | 0.334       | m <sup>3</sup> /s      |                                         |
| h <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> | 0.63        |                        |                                         |
| σ =                            | 1.00        |                        | Koef. potopljenosti                     |
| Q <sub>2</sub> =               | 1.44        | m <sup>3</sup> /s      | Max. protok preko krune kam. blokova    |
| <b>Q<sub>uk</sub> =</b>        | <b>2.43</b> | <b>m<sup>3</sup>/s</b> | <b>Ukupni protok preko praga</b>        |

|              |        |      |                                   |
|--------------|--------|------|-----------------------------------|
| Asr =        | 2.30   | m2   | Površina presjeka korita pri Qmax |
| $\Delta E =$ | 144.50 | W/m3 | Snaga toka po jedinici zapremine  |

**Odabrane dimenzije korita su:**

- Dno širine 2m
- Nagib stranica 1:2
- Širina praga 0,9m

Izvesti će se četiri praga, sa preljevom širine 90cm, visine 5cm, te kamenim blokovima visine površ dna 35cm.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Vladimir Mačak  
mag.ing.aedif.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 5538  
Vladimir Mačak, mag.ing.aedif

### 3. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

#### 3.1. OPĆENITO

Izvoditelj radova je dužan pridržavati se svih elemenata predmetnog glavnog projekta. Prije početka izvođenja radova dužan je izvršiti usporedbu stanja na terenu sa podacima iz projekta, te provjeriti sve geodetske točke u položajnom i visinskom smislu. Ukoliko se tijekom izvođenja radova ukaže potreba za određenim izmjenama u odnosu na projekt, izvoditelj o tome treba izvijestiti nadzornog inženjera i projektanta, a radi usklađenja tehničkog rješenja.

Uvjeti za propisana tehnička svojstva za građevne materijale, kao i kontrola i osiguranje kakvoće istih, dani su Zakonom o gradnji ( „Nn“ broj 153/13).

Svi ugrađeni građevni proizvodi moraju imati takva tehnička svojstva, da u predviđenom roku trajanja građevine uz propisanu ugradnju, sukladno namjeni građevine, uz propisano, odnosno određeno održavanje podnose sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaja okoline, tako da građevina u koju su ugrađeni ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu.

Ispitivanje određenih dijelova građevine u svrhu provjere, odnosno dokazivanja bitnih zahtjeva za građevinu, te prethodna istraživanja bitna za projektiranje, građenje ili održavanje građevina, obavljaju ovlaštene osobe.

U slučaju kada za pojedini građevni proizvod nije priložen tehnički propis, niti hrvatska norma sukladna načelima europskog usklađivanja tehničkog zakonodavstva, ili kada za isti tehnička svojstva znatno odstupaju od svojstava određenih tehničkim propisom ili takvom hrvatskom normom. Tehničkim dopuštenjem se utvrđuje i način dokazivanja uporabljivosti građevnog proizvoda, te radnje koje se provode u postupku ocjenjivanja sukladnosti tehničkih svojstava građevnog proizvoda.

Da bi se osigurala stalna kakvoća građevnih materijala, kako je već navedeno, te da bi se imao odgovarajući uvid u kakvoću sastavnih materijala potrebno je: kontrolirati kakvoću materijala, osigurati odgovarajuću dokumentaciju o kakvoći materijala, za ispitivanje građevnih materijala primjenjivati metode ispitivanja, norme i propise dane u Tehničkim propisima.

Kontrola kakvoće sastoji se od: ispitivanja pogodnosti, tekuće kontrole, kontrolnog ispitivanja i provjere kakvoće uskladištenog materijala.

Pogodnost materijala, s obzirom na njegovu namjenu utvrđuje se sa prethodnim laboratorijskim ispitivanjima. Kako je već navedeno, svojstva materijala moraju zadovoljiti zahtjeve Tehničkih propisa, a uzorkovanje i ispitivanje obavlja pravna osoba za kontrolu kakvoće.

Provjera kakvoće uskladištenog materijala se utvrđuje kakvoća materijala uskladištenog na deponijama, silosima, cisternama i slično, u ovim slučajevima: kada svojstva i karakteristike nisu praćeni u toku proizvodnje, i radi provjere svojstava i karakteristika, a prema posebnom zahtjevu ili potrebi. Uzorkovanje i ispitivanje obavlja pravna osoba za kontrolu kakvoće. Posebnu pozornost je potrebno obratiti na način uskladištenja i manipulacije ugrađenim materijalima, a što se mora obavljati prema uputstvima proizvođača.

Dokaze o kakvoći ugrađenih materijala, te provedenim ispitivanjima, izvoditelj radova mora imati u svakom trenutku na gradilištu, te ih prilikom tehničkog pregleda građevine prezentirati komisiji.

Po završetku radova, izvoditelj je dužan izvršiti sva ispitivanja propisana projektnom dokumentacijom, te uz nazočnost nadzornog inženjera, zapisnički utvrditi ispravnost izvedenih radova i djelotvornost instalacije.

Isto tako, izvoditelj radova je dužan predati investitoru sve zapisnike o ispitivanju instalacije, jamčevne listove, certifikate za ugrađenu opremu, te upute za rukovanje na siguran način i održavanje građevine.

Projektну dokumentaciju, kao i sve zapisnike i svjedodžbe o ispitivanju, investitor (vlasnik ili korisnik) je dužan čuvati za sve vrijeme dok predmetna građevina postoji.

### 3.2. KONTROLA IZVEDENIH RADOVA

Za vrijeme izvođenja radova, ovisno o gotovosti pojedine vrste rada, potrebno je obaviti određena ispitivanja i kontrole kvalitete obavljenog rada, pogotovo kada je određena kvaliteta preduvjet da se ostali radovi mogu kvalitetno obaviti, a naknadno ispravljanje nepravilnosti u građenju ili loša kvaliteta radova nije dozvoljena zbog slijeda pojedinih vrsta radova.

Ispitivanje i kontrolu kvalitete pojedinih vrsta radova potrebno je obaviti kako bi se u potpunosti osigurala projektom predviđena kvaliteta radova i ugrađenih materijala te ispravnost i sigurnost građevine, kako glede njegove tehničke ispravnosti, tako i glede njegove funkcionalnosti. O svim obavljenim ispitivanjima i kontrolama potrebno je voditi dokumentaciju koju je izvođač dužan dati na uvid komisiji za tehnički pregled.

## OPĆI TEHNIČKI UVJETI

### 3.3. PRIPREMNI RADOVI

#### 3.3.1. *Geodetski radovi*

Investitor je dužan najkasnije do dana početka radova imati potvrdu glavnog projekta ili građevinsku dozvolu te elaborat iskolčenja ili geodetski projekt građevine izrađen skladno Zakonu o gradnji (NN153/13) i ostalim odgovarajućim posebnim propisima. U prijavi početka građenja investitor je dužan navesti izvođača i oznaku elaborata iskolčenja/geodetskog projekta. Elaborat iskolčenja/geodetski projekt građevine izrađuje osoba ovlaštena za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina prema posebnom zakonu u skladu s idejnim, odnosno glavnim projektom, koji je sastavni dio potvrde glavnog projekta odnosno građevinske dozvole. Iskolčenje građevine mora obaviti osoba ovlaštena za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina prema posebnom zakonu. Ispravnost iskolčenja građevine potvrđuje navedene ovlaštena osoba upisom u građevinski dnevnik prije početka radova iskopa. Izvođač na gradilištu mora imati elaborat iskolčenja građevine.

Izvođač radova mora stručne geodetske poslove, u svojstvu odgovorne osobe, povjeriti izvođaču geodetskih radova koji kao fizička osoba ima pravo uporabe strukovnog naziva ovlašteni inženjer geodezije. Prava, obveze i dužnosti ovlaštenog inženjera geodezije kao izvođača geodetskih radova propisani su Zakonom o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji kao i aktima Hrvatske komore ovlaštenih inženjera geodezije (HKOIG).

Kada smatra potrebnim nadzorni geodetski inženjer ima pravo izvršiti kontrolu svih stalnih i iskolčenih točaka, mjera i oblika građevina i njihovih dijelova. Izvođač geodetskih radova mora nadzornom geodetskom inženjeru provođenje takvih kontrola i pri tome mu dati svu neophodnu pomoć. Međutim, kontrole koje provodi nadzorni geodetski inženjer ne oslobađaju izvođača od potpune odgovornosti za točnost položaja i izvedbe građevina i njihovih dijelova.

Prije početka zemljanih radova izvođač geodetskih radova mora snimiti postojeći teren u vodoravnom i visinskom smislu. Zemljani radovi se moraju kontinuirano kontrolirati, posebno kada se mijenjaju

visine, linije, nagibi i slično, a sve u skladu s napredovanjem građenja. Po završetku zemljanih radova, na osnovu geodetskog snimka, računa se obujam (kubatura) iskopa ili nasipa.

Svi potrebni terenski geodetski radovi, počevši od snimanja postojećeg terena pa preko snimanja tijekom radova, sve do završnog snimanja izvedene građevine, izvođač geodetskih radova mora obavljati u skladu sa važećim geodetskim pravilnicima i normama te uz suglasnost nadzornog geodetskog inženjera.

Izvođač geodetskih radova je u obvezi voditi sve potrebne terenske knjige i zapisnike u analognoj ili digitalnoj formi te ih redovito dostavljati nadzornom geodetskom inženjeru na uvid.

Geodetski podaci moraju služiti potrebama građenja, kontrolnih radova, obračuna i drugih razloga koji uvjetuju izvršenje radova.

#### Snimanje i iskolčenje poprečnih profila

Prije nasipavanja brane ili nasipa, odnosno iskopa kanala, rovova i ostalih linijskih građevina, izvođač geodetskih radova dužan je iskolčiti poprečne profile građevine prema podacima iz projekta.

Elementi iskolčenja točaka u kojima pokosi nasipa, odnosno usjeka sijeku teren, određuju se računskim putem. U tim točkama izvođač geodetskih radova mora postaviti pokosne letve kojima se određuje nagib pokosa nasipa ili usjeka. Pokosne letve trebaju imati mjere poprečnog presjeka 2,5 x 5 cm. Pričvršćuju se na uspravne letve poprečnog presjeka mjera 5 x 5 cm, zabijene u zemlju.

U ovisnosti o uvjetima terena, odnosno osobitostima građevine i načinu rada, poprečni profili se iskolčavaju na razmacima od 5 do 50 m.

Izvođač geodetskih radova može po svom nahođenju, dodatnim geodetskim mjerenjima, provjeriti izvedbu pokosa na poprečnim profilima. Ako se tom prilikom utvrde razlike u odnosu na projekt, izvođač geodetskih radova će o tome pismenim putem upoznati nadzornog geodetskog inženjera. Izmjene poprečnih profila u odnosu na izvedbeni projekt će pismeno potvrditi nadzorni geodetski inženjer odnosno nadzorni inženjer, što će biti osnova za priznavanje količina izvedenih radova.

Nadzorni inženjer može tražiti postavljanje dodatnih međuprofila. Kod nagnutih terena iskolčava se profil bez humusnog sloja i bez uspravnog zaobljenja kod vrha pokosa usjeka ili pri nožici nasipa.

Snimanje poprečnih profila kanala, nasipa, vodotoka ima za cilj dobiti elemente za izračunavanje obujma (kubature) zemljanih radova. Razmaci na kojima se profili snimaju ovise o terenu. Jako razveden teren u morfološkom smislu, treba snimati s gušćim razmakom profila.

Utvrđi li se, dodatnim geodetskim mjerenjima, da morfologija terena između poprečnih profila znatnije odstupa od podataka iz izvedbenog projekta, a što bi imalo većeg utjecaja na količine radova, izvođač geodetskih radova ima pravo zahtijevati dodatna geodetska snimanja međuprofila. Utvrđene razlike u količinama mora pismeno potvrditi nadzorni inženjer.

Na sve razlike između profila iz glavnog projekta i novo snimljenih profila, izvođač je geodetskih radova dužan o tome izvijestiti nadzornog inženjera.

#### Obračun radova

Iskolčenje poprečnih profila nasipa i kanala obračunava se po dužnom metru (m).

### *3.3.2. Čišćenje i priprema terena*

#### Strojno i ručno sječenje raslinja motornim pilama

Strojno sječenje raslinja Ø 5-10 cm motornim pilama obavlja se sječenjem istog što bliže tlu, kresanjem sitnih grana i ručnim izvlačenjem van mjesta rada na udaljenost do 20 m. Krupnije raslinje se reže na 1 m dužine i slaže kao drvo za ogrjev, a sitnije grane privremeno deponiraju.

Ručno sječenje raslinja Ø 5-10 cm sjekirama s ručnim izvlačenjem van mjesta rada, kresanjem sitnih grana, slaganjem krupnijih u deponiju i uklanjanje. Izvodi se udarcima što bliže tlu, najčešće na nepristupačnom terenu gdje nije moguć rad motornim pilama. Porušeno raslinje se izvlači van mjesta rada, krešu se sitne grane, deponiraju u privremene deponije na udaljenosti do 20 m i uklanjaju.

Radovi se ne smiju izvoditi prije mjeseca lipnja zbog gniježđenja ptica močvarica. Zabranjeno je paljenje suhog šiblja i rasli

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom. Obračun se vrši prema m<sup>2</sup> iskrčene površine mjerenjem na terenu.

#### Sječenje stabala motornom pilom

Strojno sječenje stabala Ø 10-90 cm i veće se sijeku motornim pilama što bliže tlu. Nakon rušenja stabla krešu se sitne grane ručno izvlače van mjesta rada na udaljenost do 20 m i uklanjaju. Debla i krupne grane se režu na dužinu od 1 m, izvlače na udaljenost 20 m van mjesta rada i slažu u pravilne hrpe i odvoze sa gradilišta.

Tijekom radova motornom pilom radnici su dužni:

(a) poznavati i pridržavati se obveznih sigurnosnih propisa za rad motornom pilom; (b) rabiti osobnu zaštitnu opremu;

(c) održavati motor, lanac i vodilicu motorne pile na odgovarajući način; (d) poznavati radnu tehniku sječe i rušenja stabala;

(e) poznavati osnove prve pomoći u slučaju ozljeđivanja suradnika.

Kada se debla prevoze na veće udaljenosti, tada se režu na dužine 4-6 m. Tada ih je potrebno kamionskim dizalicama tovariti u kamione i odvesti sa gradilišta.

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom.

Obračun se vrši prema komadu posječenih stabala brojanjem na terenu prije same sječe. Profil debla se mjeri na 1 m udaljenosti od tla.

#### Strojno vađenje panjeva

Rad predviđa strojno vađenje panjeva promjera Ø 10-90 cm i veće, otkopavanjem bagerima, ili vađenjem buldozerima sa riperima, te njihovim sakupljanjem van mjesta rada na udaljenosti do 20 m. Panjevi Ø 10-90 cm i veći, mogu se vaditi otkopavanjem bagerima. Otkopava se zemlja oko panja sve dok nije moguće potezanjem bagerske lopate ili posebnog alata iščupati panj iz zemlje. Panjevi se mogu vaditi i potezanjem riperima ili nožem buldozera. Za ovakve poslove potreban je buldozer veće snage.

Strojno vađenje panjeva Ø 10-90 cm i veći, treba izvesti tako da se uz panjeve izvadi i veći dio žilja. Prije početka rada, panjeve koji se vade, vidno označiti. Deponiranje obaviti sa što manje zemljanog materijala na panju. Kontrola se obavlja vizualno u toku rada i nakon završetka vađenja.



Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom.

#### Obračun radova

Obračun se vrši po komadu izvađenog panja brojanjem i označavanjem na terenu prije vađenja.

Strojni utovar panjeva promjera Ø 10-90 cm i veći, obavlja se bagerom ili utovarivačem u kamione kipere i odvozi na pripremljenu deponiju. Izvađeni panjevi se sa deponije utovaruju na kamione kipere bagerima ili utovarivačima i odvoze na pripremljenu deponiju. Istovar se obavlja kipanjem. Panjevi se najčešće odvoze u prirodne jame, gdje se nakon deponiranja zatrpavaju zemljom debljine min. 1 m. Ukoliko ne postoje prirodne jame, kopaju se bagerom umjetne i u njih deponiraju panjevi i zatrpavaju zemljom. Posebno je bitno da nadsloj zemlje iznad zatrpanih panjeva ne bude manji od 1 m zbog kasnijih radova ili obrade terena. Zemljište s kojeg su panjevi odvezeni treba dovesti u prijašnje stanje buldozerskim ravnanjem.

### 3.4. GRAĐENJE

#### 3.4.1. Iskop

Sve strojne iskope treba obaviti nakon geodetskog iskolčenja (prema elaboratu iskolčenja) prema predviđenim visinskim i položajnim kotama i propisanim nagibima po projektu, odnosno po zahtjevima nadzornog inženjera. Pri izradi iskopa treba provesti sve mjere zaštite i sigurnosti pri radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata i komunikacija.

Pri radu na iskopu treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa uslijed čega bi moglo doći do klizanja i odrona. Izvođač je dužan svaki mogući slučaj potkopavanja ili oštećenja pokosa odmah sanirati prema uputama nadzornog inženjera. Za to nema pravo tražiti naknadu za višak rada ili nepredviđeni rad, ukoliko je sam prouzročio potkopavanje ili oštećenje, tj. ima pravo tražiti naknadu za višak rada ili nepredviđeni rad, ukoliko je uzrok pogreška u projektu.

Strojne iskope treba obavljati prema odabranoj tehnologiji upotrebom odgovarajuće mehanizacije i drugih sredstava, a ručni rad ograničiti na nužni minimum.

#### Iskop u materijalu kategorije "C"

Pod materijalom kategorije "C" podrazumijevaju se svi materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati izravno, upotrebom pogodnih strojeva - buldozerom, bagerom, ili skrejperom. U ovu kategoriju spadala bi:

- sitnozrnata vezana (koherentna) tla kao što su gline, prašine, prašinate gline (ilovače), pjeskovite prašine i les,
- krupnozrnata nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak odnosno njihove mješavine, prirodne kamene drobine - siparišni ili slični materijali,
- mješovita tla koja su mješavina krupnozrnatih nevezanih i sitnozrnatih vezanih materijala.

U materijalima ove kategorije iskop se obavlja izravno strojevima. Risanje se u tim materijalima primjenjuje ponekad samo radi povećanja učinka strojeva. Izbor vrste strojeva i njihov broj predviđeni su POG-om i odabranom tehnologijom iskopa.

Ako je iskopani materijal osjetljiv na atmosferske utjecaje, prilikom iskopa takvi se materijali moraju odmah utovariti, prevesti i ugraditi u nasipe ili istovariti na mjesto privremenog ili stalnog odlagališta.

Svi iskopi moraju se izvesti prema profilima, kotama i nagibima iz projekta, vodeći računa o svojstvima i upotrebljivosti iskopanog materijala u određene svrhe, tj. za izradbu nasipa ili kao građevni materijal za druge korisne svrhe.

Nagib radnih pokosa pri iskopu je u granicama 1:1 za nevezana krupnozrnata tla do 1:3 za sitnozrnata vezana koherentna tla. Materijali ove kategorije najčešće se upotrebljavaju za izradu nasipa. S obzirom na to, da se tijekom rada provjerava kvaliteta materijala laboratorijskim ispitivanjima predviđenim u ovim OTU (izrada nasipa), a na osnovi kriterija navedenih u tom poglavlju određuje se njihova pogodnost. Pri iskopavanju moraju se na svim mjestima promjena tla uzeti odgovarajući uzorci za ispitivanje pogodnosti tla za predviđenu namjenu. Ako se ispitivanjima ne potvrdi pogodnost materijala za izradu nasipa, nadzorni će inženjer odrediti mjesto odlaganja tog materijala i odobriti zamjenu prikladnijim materijalom iz pozajmišta.

Izvođač je dužan primjenjivati tehnologiju iskopa predviđenu u POG-u i projektu. Ako tehnologija iskopa nije predviđena projektom ili se ne može primijeniti zbog promjena nastalih tijekom rada, izvođač će predložiti svoju tehnologiju. Predloženu tehnologiju razmatra i odobrava nadzorni inženjer.

Raspored masa s prijevoznim daljinama najčešće je dan u projektu, a ako nije, utvrdit će ga i odobriti nadzorni inženjer na samom gradilištu. Iz rasporeda masa utvrđuju se najpogodnije lokacije stalnih odlagališta materijala ako ima viška materijala iz iskopa ili ako materijal nije pogodan za izradu nasipa.

Projekt tehnologije iskopa mora biti tako napravljen da se radovima iskopa ne ugrozi stabilnost iskopa u bilo kojoj fazi rada.

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku. Nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku. Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer kontrolira radove o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova, te usklađenost s projektom.

## **Obračun**

Količine širokog iskopa za obračun utvrđuju se mjerenjem stvarno izvedenog iskopa tla u sraslom stanju, u okviru projekta ili prema izmjenama koje odobrava nadzorni inženjer. Za određivanje količine i vrste materijala u širokom iskopu vrijede kriteriji kako slijedi: Količine pojedinih kategorija materijala određuje nadzorni inženjer na poprečnim profilima u postotku od cjelokupne površine poprečnog profila. Na osnovi tih postotaka izračunavaju se ukupne količine svake pojedine kategorije materijala uzimajući u obzir odobrenu tehnologiju iskopa. Veće količine iskopanih materijala od projektiranih ili neodobrenih od nadzornog inženjera, tj. nastale pogreškom izvođača, ne plaćaju se.

Rad se plaća po kubičnom metru iskopa u sraslom stanju po jediničnim cijenama iz ugovora, i to odijeljeno za pojedine kategorije materijala. U jediničnu cijenu uračunani su svi radovi na iskopu materijala s utovarom u prijevozna sredstva, radovi na uređenju i čišćenju pokosa od labilnih blokova i rastresitog materijala, planiranje iskopanih i susjednih površina, te izvođač nema pravo zahtijevati bilo kakvu dodatnu naknadu za taj rad.

### **3.4.2. Iskop kanala**

Ovaj rad obuhvaća iskope za kanale i slične radove prema nacrtima iz projekta ili zahtjevom nadzornog inženjera, te utovar u prijevozno sredstvo ili odlaganje iskopanog materijala duž kanala s razastiranjem i planiranjem. Rad se izvodi kao široki i strojni iskop.

Rad također obuhvaća, ako je tako projektom predviđeno i odvoz materijala u stalno odlagalište te njegovo razastiranje i planiranje, kao i dodatni rad koji je potreban za skretanje vodnih tokova. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera.

Izvođač će iskope izvoditi po tehnologiji koju sam odabere u skladu s projektom organizacije građenja (POG). Radovi će se obaviti strojno, a iznimno tamo gdje je strojevima to onemogućeno i ručno u manjoj mjeri.

Ako se materijal iz iskopa namjerava koristiti za izradu nasipa, onda se površinski sloj humusa ili trošnog tla, prethodno iskopa, a potom izvodi iskop kanala. Ako se materijal iz iskopa ne planira upotrijebiti, onda se iskopava zajedno s površinskim slojem tla, te odvozi u stalno odlagalište, te razastire i planira.

Ako se iskopani materijal odlaže uz kanal, ne smije biti bliže rubu kanala od 1,5 m.

Niveleta dna melioracijskih kanala u izvedbi mora odgovarati projektu tako da se ostvari uzdužni pad kanala/nivelete, a što se provjerava geodetskom kontrolom nakon završenog iskopa, na svakom profilu ili po potrebi i gušće. Dozvoljeno odstupanje kod iskopa dna i pokosa je  $\pm 5$  cm. Ako bi za vrijeme gradnje bilo iskopano više materijala nego što je predviđeno projektom, a bez odobrenja nadzornog inženjera, taj rad neće biti priznat izvođaču, a mogući popravak takvog rada treba obaviti izvođač o svom trošku.

Korijenje i druge prepreke u zoni iskopa kanala treba odstraniti. Ovaj rad je uključen u jediničnu cijenu iskopa.

Po završetku iskopa, obavlja se geodetska kontrola dna i pokosa kanala od strane izvođača, na svakom profilu ili po potrebi i gušće, te potom izvodi i kontrola geodetskog nadzora.

Kad je iskop izveden prema zahtjevima ovih OTU, ocjenjuje se i izračunava konačna količina iskopa prema kategorijama, u kubičnim metrima, izradom dokaznica.

Tolerancija širine dna kanala i lokalne tolerancije iskopa su  $\pm 5$  cm, dozvoljeno odstupanje nivelete dna  $\pm 0.01$  % (10 cm na 1000 m), a dozvoljeno odstupanje od pokosa  $\pm 10$  %. Iskop se mora konstantno kontrolirati i registrirati geodetskim snimanjem uzdužnog i poprečnih profila na istim pozicijama gdje se vršilo i iskolčenje. Podaci mjerenja se ucrtavaju na projektirane profile. Nadzorni inženjer ovjerava dokumentaciju izvedenog stanja.

### **Obračun**

Rad se obračunava u m<sup>3</sup> stvarno iskopanog sraslog materijala. Količina iskopa se određuje iz dokumentacije izvedenog stanja, a nadzorni inženjer kontrolira, registrira i odobrava razliku iskopane količine u odnosu na ugovorenu prema projektu.

#### **3.4.3. Izrada nasipa**

Ovaj rad obuhvaća nasipanje, razastiranje, prema potrebi vlaženje ili sušenje, te planiranje materijala u nasipu prema dimenzijama i nagibima danim u projektu, kao i zbijanje prema zahtjevima iz ovih OTU. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU.

Svaki sloj nasipnog materijala mora biti razastrt vodoravno u uzdužnom smjeru ili nagibu koji je najviše jednak projektiranom uzdužnom nagibu nivelete.. U poprečnom smjeru nasip mora uvijek imati minimalni poprečni nagib u svim fazama izrade. Svaki nasuti sloj mora se zbijati u punoj širini odgovarajućim sredstvima za zbijanje. Zbijati treba od nižega ruba prema višem.

Materijal treba navoziti po već djelomično zbijenom nasipu, po mogućnosti uvijek po novom tragu, tako da se i navoženjem omogući određeno i jednolično zbijanje slojeva nasipa. S nasipanjem novog sloja nasipa može se otpočeti tek kada je prethodni sloj dovoljno zbijen i kada je tražena zbijenost dokazana ispitivanjem. Visina svakog pojedinog razgrnutog sloja nasipnog materijala mora biti u skladu s vrstom nasipnog materijala i dubinskim učinkom strojeva za zbijanje.

Ako ne postoje provjerena iskustva o mogućnosti zbijanja s određenim nasipnim materijalom i strojevima, debljina nasipnog sloja određuje se na pokusnoj dionici. Ispitivanje se obavlja na pokusnoj dionici površine 500 m<sup>2</sup>, kako je navedeno. Naveze se sloj nasipnog materijala pogodne vlažnosti i debljine za koju se pretpostavlja da se može u cijelosti zbiti predviđenim sredstvima za zbijanje. Sloj se, zatim, zbija raznim brojem prijelaza strojeva za zbijanje i nakon određenog broja prijelaza ispituje zbijenost.

Zbijenost se ispituje na najmanje četiri mjesta od kojih najmanje na dva mjesta u donjoj polovici sloja. Ispitivanje i ocjena obavljaju se prema metodama i zahtjevima iz ovih OTU. Na osnovi dobivenih rezultata nadzorni inženjer daje odobrenje za pogodan način rada upisom u građevinski dnevnik. Svi troškovi u vezi s pokusnom dionicom padaju na teret izvođača, a tako izrađena dionica, ako se nalazi na trasi i ako je zbijenost zadovoljavajuća, priznaje se kao izrađeni nasip. nakon što nadzorni inženjer preuzme temeljno tlo ili sloj već izrađenog nasipa. Po završetku nasipa dotjeruju se i planiraju njegovi pokosi.

Dimenzije nasipa moraju se tijekom rada kontrolirati tako da ih se uspoređuje s dimenzijama iz projekta. Detaljna kontrola obavlja se pri preuzimanju završnog sloja nasipa (posteljice) t. j. na kruni nasipa, mjerenjem od osiguranih iskolčenih točaka osi nasipa po horizontalnoj i vertikalnoj projekciji.

Ako se ustanovi da je nagib pokosa nasipa veći od projektiranog, nadzorni inženjer može zahtijevati ispravku prema projektiranom nagibu. Nagib pokosa mora se ispraviti pomoću stepenica, primjenom iste kvalitete materijala, te istim strojevima za zbijanje, do postizanja tražene zbijenosti. Nije dopušteno smanjenje nagiba pokosa nasipa "naljepljivanjem" sloja materijala bez zbijanja i bez prethodne izrade stepenica.

#### Izrada nasipa od zemljanih materijala

Pod zemljanim materijalima razumijevaju se gline do visoke plastičnosti, prašine, glinoviti pijesci i slični materijali, osjetljivi na prisutnost vode (dio od materijala obuhvaćen iskopnom kategorijom „C“). Ti se materijali zbijaju ježevima, glatkim valjcima na kotačima s gumama i vibropločama.

Na materijalima za izradu nasipa potrebno je provesti prethodna ispitivanja prikazana na slijedećoj slici:

| <b>Tehničko svojstvo</b>                                | <b>Ispitna norma</b>                    | <b>Uvjeti kvalitete</b>                                                                                        |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sadržaj vode                                            | HRN U.B1.012 ili<br>CEN ISO/TS 17892-1  | <i>Ispituje se</i>                                                                                             |
| Koeficijent nejednolikosti<br>(granulometrijski sastav) | HRN U.B1.018 ili<br>CEN ISO/TS 17892-4  | $d_{60}/d_{10} \geq 9$                                                                                         |
| Udio sitnih čestica                                     | HRN U.B1.018 ili<br>CEN ISO/TS 17892-4  | $> 50\%$                                                                                                       |
| <sup>b)</sup> Udio organskih tvari                      | HRN U.B1.024/68                         | $< 6\%$                                                                                                        |
| Suha prostorna masa                                     | HRN EN 13286-2<br>(standardni Proctor)  | $\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe<br>visine do 3,0 m;<br>$> 1,55 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe<br>više od 3,0 m |
| Optimalan sadržaj vode, $w_{opt}$                       | HRN EN 13286-2<br>(standardni Proctor)  | $\leq 25\%$                                                                                                    |
| Granica tečenja, $w_L$                                  | HRN U.B1.020 ili<br>CEN ISO/TS 17892-12 | $\leq 65\%$                                                                                                    |
| Indeks plastičnosti, $I_p$                              | HRN U.B1.020 ili<br>CEN ISO/TS 17892-12 | $\leq 30\%$                                                                                                    |
| Bubrenje nakon 4 dana<br>potapanja u vodi               | HRN U.B1.042 ili<br>HRN EN 13286-47     | $< 4\%$                                                                                                        |

Napomena 1): ukoliko zemljani materijal sadrži 6 do 10% organskih tvari, njegovu pogodnost za ugradnju treba dokazati detaljnim laboratorijskim ispitivanjima.

Nasip se radi u slojevima orijentacijske debljine 30 do 50 cm, a stvarna najveća debljina razgrnutog sloja nasipa određuje se na pokusnoj dionici, ako ne postoje praksom provjerena iskustva o debljinama slojeva u kojima se materijal može pravilno zbiti određenim sredstvima za zbijanje. Pri određivanju pogodnosti zemljanih materijala za izradu nasipa treba prethodno ispitati sve materijale iz usjeka i pozajmišta, ako to nije učinjeno u geotehničkom elaboratu, kao i utvrditi svaku promjenu materijala. Treba ispitati najmanje dva uzorka za svaku vrstu materijala.

Upotreba materijala kod kojih je  $U < 9$  (na primjer jednoliko granulirani pijesci) također je moguća, ali uz primjenu posebnih tehnologija ugradnje (npr. refuliranje).

Ukoliko sadržaj vode u materijalu prelazi granice koje omogućuju postizanje propisane kvalitete ugradnje, materijal se ne smije ugrađivati u nasip bez obzira što je zadovoljio sve gore navedene zahtjeve kvalitete. Sadržaj vode kod ugradnje ne smije varirati više od  $\pm 2\%$  od optimalne vlažnosti određene Proctorovim postupkom. To znači da se previše vlažan materijal mora prije ugrađivanja prosušiti (rijanjem, razastiranjem, usitnjavanjem, prebacivanjem, izlaganjem suncu, vjetru, poboljšanje tla vapnom), a previše suhi materijal se mora navlažiti (prskanjem, polijevanjem) do tražene vlažnosti. Prije zbijanja poprskanog presuhog zemljanog materijala treba neko vrijeme pričekati da se vlaga u materijalu jednoliko rasporedi.

Materijal ugrađen u nasipni sloj mora ispunjavati zahtjeve prikazane na slijedećoj slici:

| Tehničko svojstvo                                          | Ispitna norma                      | Položaj nasipnih slojeva                                                                                         | Uvjeti kvalitete |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Stupanj zbijenosti $S_z$ u odnosu na standardni Proctor, % | DIN 18125-2 ili CEN ISO/TS 17892-2 | Slojevi nasipa visokih preko 2m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2m ispod planuma posteljice-krune nasipa  | najmanje 95      |
|                                                            |                                    | Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice-krune nasipa         | najmanje 100     |
| Modul stišljivosti $M_s$ (ploča Ø30 cm), MN/m <sup>2</sup> | HRN U.B1.046                       | Slojevi nasipa visokih preko 2m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2m ispod planuma posteljice -krune nasipa | najmanje 20      |
|                                                            |                                    | Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice -krune nasipa        | najmanje 25      |

Pri izradi nasipa od zemljanog, koherentnog materijala, sav materijal dopremljen na gradilište mora se ugraditi tj. zbiti istog dana. Ako se, nakon što je neki sloj nasipa zbijen i ispitan, ne nastavlja odmah s nasipavanjem sljedećeg sloja, nego tek nakon dužeg vremena u različitim vremenskim prilikama, prije nastavka nasipavanja treba ponovno provjeriti zbijenost tog sloja. S nasipavanjem novog sloja može se otpočeti tek kada se dokaže tražena kvaliteta (zbijenost) prethodnog sloja. Rad na nasipavanju i zbijanju treba prekinuti u svako doba kad nije moguće postići tražene rezultate (zbog kiše, visokih podzemnih voda ili drugih atmosferskih nepogoda). Nasipni materijal se ne smije ugraditi na smrznutu podlogu. Isto tako u nasip se ne smije ugrađivati snijeg, led ili smrznuti zemljani materijal. Moguće je i drugim metodama dokazati da je sloj pravilno ugrađen i da su postignuti zahtjevi za ugrađeni sloj. Druge metode (dinamička ploča, suvremena sredstva za zbijanje slojeva nasipa) moguće je koristiti samo ako se dokažu zadovoljavajuće korelacije sa standardiziranim metodama (HRN U.B1.046 i HRN U.B1.016) za svaku pojedinu vrstu materijala. Navedene korelacije dokazuje izvoditelj radova kroz tekuću kontrolu, a odobravaju nadzorni inženjer i projektant.

#### Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak ( $S_z$ ) ili određivanje Modula stišljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala) najmanje na svakih 1000 m<sup>2</sup> svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 4000 m<sup>3</sup> izvedenog nasipa.

Ako se nasip radi od kamenog materijala dobivenog miniranjem, pogodnost materijala određuje se prema uvjetima iz projekta (s time da potrebna kontrola granulometrijskog sastava u laboratoriju obavlja se na materijalu do najvećeg zrna 10 cm, a udio pojedinih frakcija (10-40 cm) određuje se vizualnom kontrolom i procjenom.)



U jednoj seriji, jedan od pet rezultata ispitivanja zbijenosti može biti manji od minimalno traženog, s tim da po apsolutnoj vrijednosti ne odstupa za više od:

- 5%, pri mjerenju prostornih masa u suhom stanju ( $\gamma_d$ ),
- 10%, pri mjerenju modula stišljivosti ( $M_s$ ).

Ako je broj pokusa u jednoj kontrolnoj seriji manji od pet, tada sve vrijednosti (rezultati) određene ispitivanjem trebaju biti veće od najmanje tražene. Rezultate ispitivanja izvođač predočuje nadzornom inženjeru koji će, ako rezultati zadovoljavaju, odobriti kontrolna ispitivanja i nasipavanje novog sloja nasipa.

#### Kontrolna ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak ( $S_z$ ) ili određivanje modula stišljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing$  30 cm (ovisno o vrsti materijala) najmanje na svakih 2000 m<sup>2</sup> svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 8000 m<sup>3</sup> izvedenog nasipa.

#### Obračun radova

Rad na izradi nasipa od zemljanih miješanih i kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima (m<sup>3</sup>) ugrađenog i zbijenog nasipa.

Plaća se po jediničnoj cijeni u koju su uključeni svi radovi potrebni za izradu nasipa dobava materijala, dovoz, razastiranje, vlaženje ili sušenje, zbijanje slojeva nasipa, planiranje pokosa nasipa, te čišćenje okoline nasipa.

#### 3.4.4. Polaganje geotekstila

Geotekstil je propusni materijal proizveden od sintetičkih vlakana kao što su polipropilen, poliester, poliamid, polietilen i drugi. Ovisno o tehnologiji izvedbe geotekstil može biti pleteni, tkani ili netkani.

Geotekstil u hidrotehničkim građevinama mora omogućiti protjecanje vode okomito na ravninu geotekstila (filtriranje) i/ili u ravnini geotekstila (dreniranje) sprječavajući na taj način pojavu erozije tla.

Geotekstili s funkcijom filtriranja primjenjuju se radi ograničavanja ispiranja sitnog materijala kod prolaza vode iz sloja tla fine granulacije u sloj grube granulacije uz osiguranje protoka vode po mogućnosti bez tlaka. Ovi geotekstili imaju i sekundarnu funkciju razdvajanja dva sloja tla različite strukture zrna, a time i različitih svojstava. U hidrotehničkim građevinama ovaj tip geotekstila primjenjuje se kod: zaštite obala i dna vodotoka od erozije, regulacija vodotoka, zaštiti lučkog akvatorija i lučkih građevina.

S obzirom na funkciju u hidrotehničkim građevinama geotekstil mora zadovoljiti zahtjeve na mjerodavna hidraulička i mehanička svojstva te osigurati postojanost tih svojstava za vrijeme životnog vijeka građevine. Mjerodavna svojstva geotekstila su:

- a) Hidraulička svojstva- ograničavanje ispiranja sitnog materijala odnosno sprječavanje jednostranog zastoja vode na geotekstilu (pojava učinka membrane),:
  - karakteristična veličina otvora geotekstila  $Q_w$ ,
  - propusnost  $k_G$ ,
  - transmitivnost  $\Theta$

b) Mehanička svojstva- -sprječavanje miješanja materijala pri statičkim i dinamičkim djelovanjima,

- minimalno izduženje pri maks. vlačnoj sili (MD/CMD)  $\epsilon F_{max} = 30\%$
- minimalnu vlačnu čvrstoću (MD/CI\1D)  $F_{max}$  [kN/m]
- minimalnu otpornost na statičko probijanje FCBR[N]
- maksimalnu otpornost na dinamičko probijanje OD.. [mm]

c) Postojanost

- Biološke otpornosti,
- Otpornosti na vremenske utjecaje (UV-zračenje),
- Kemijske otpornost prema lužnatom i kiselom okruženju.

### Opis izvođenja radova

Zaštita pokosa i drugih površina izloženih eroziji

Pokosi i druge površine izvrnute eroziji, na svim područjima gradilišta moraju biti primjereno zaštićene, prema projektu ili prema uputama nadzornog inženjera. Geotekstil prilikom izvođenja radova na zaštiti pokosa i drugih površina izloženih eroziji može predstavljati samostalni zaštitni element ili može predstavljati međusloj između tla pokosa i elemenata zaštite pri čemu ima ulogu sprječavanja iznošenja materijala iz tla.

Za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji geosintetski materijali mogu s koristiti kao materijali koji štite pokos, odnosno površinu ili kao materijali koji predstavljaju međusloj između tla pokosa i elemenata zaštite pri čemu mu je osnovna funkcija sprječavanje iznošenja sitnijih čestica tla. Za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji kod koherentnih se tla koriste prvenstveno netkani tekstili sa ili bez umetnutog sjemena trave.

Geotekstil se postavlja i učvršćuje tako da na zaštićenom pokosu ne može doći do šteta od erozije ili drugih utjecaja za što je odgovoran izvoditelj. Rubovi geotekstila se učvršćuju drvenim klinovima na razmacima ne većim od 5,0m ili se stabiliziraju nasipanom zemljom. Prije izvođenja zaštite pokosa, izvoditelj je dužan pribaviti i predati nadzornom inženjeru na uvid i odobrenje svu potrebnu dokumentaciju kojom se dokazuje kakvoća mreža i materijala koji će se upotrijebiti. Nadzorni inženjer preuzima izvršeni rad na temelju vizualne ocjene.

### Zahtjevi kakvoće

Zaštita pokosa i drugih površina izloženih eroziji

Zahtjevi kvalitete geotekstila koji se koristi za zaštitu i uređenje pokosa i drugih površina izloženih eroziji, moraju biti postavljeni u dijelu projekta koji se odnosi na zaštitu i uređenje pokosa. Ukoliko su ti zahtjevi izostali, preporučuje se da geotekstil zadovoljava slijedeće

zahtjeve:

- |                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| • Vlačna čvrstoća $F_{max}$ (MD/CMD), HRN EN ISO 10319                          | 10/10 kN/m |
| • Vlačna čvrstoća<br>pri izduženju $\epsilon=5\%$ , F5 (MD/CMD) HRN E ISO 10319 | 2/2 kN/m   |
| • Izduženje u trenutku sloma $\epsilon F_{max}$ , HRN EN ISO 10319              | 20/20 %    |

- Otpornost na statičko probijanje (CBR), F CBR
- HRN EN ISO 12236 1500 kN
- Vodopropusnost okomito na ravninu, VIH50
- prema HRN EN ISO 11058 110\*10<sup>-3</sup> m/s
- Karakteristična širina otvora, 0 90
- prema HRN E ISO 12956 150µm
- Otpornost na utjecaj atmosferilija,
- smanjenje čvrstoće u %, prema HRN E ISO 12224 10%

#### Geosintetici za izradu podloge

Geosintetici koji se koristi pri izradi podloge elementima kojima se štite pokosi i dno kanala ili pri izradi obaloutvrda mogu djelovati kao samostalna podloga u kombinaciji sa šljunkom ili šljunkom i betonom. Pri izradi podloga isključivo se koriste geotekstili.

#### Spajanje geotekstila

Spajanje geotekstila preklapanjem je najjednostavniji način spajanja. Širina preklopa se određuje projektom, ali ni u kojem slučaju kod poprečnog preklopa ne može biti manja od 15 cm (preporuča se 50 cm) a kod uzdužnog 100 cm. Ako se geotekstilom armira tlo za potrebe građenja cesta ili drugih prometnica, uzdužne je prelope poželjno izbjeći, no ukoliko ih je potrebno izvesti rade se van zone kolotraga, ali na mjestu gdje se može aktivirati dovoljno veliko trenje između spojenog geotekstila.

Pri spajanju geotekstila šivanjem potrebno je izvesti preklap u širini najmanje 10 cm materijala.

Pri spajanju geotekstila zavarivanjem toplim zrakom treba najmanje 10 cm materijala. Zavarivanje treba provoditi plamenikom na način da se u zoni spoja otopi geotekstil od obje trake koje se spajaju. Spoj mora biti kontinuiran. Budući da ovakav način spajanja zahtijeva veliku vještinu i pažnju, izvođač smije angažirati samo osobe s velikim iskustvom na takvoj vrsti radova koje posjeduju odgovarajuće certifikate za izvođenje radova na spajanju takvih vrsta materijala. Spajanje zavarivanjem toplim zrakom ne smije se primijeniti u slučajevima kada geotekstil ima funkciju armiranja.

#### Izrada podloge od geotekstila

Prilikom zaštita dna i pokosa kanala žičanim ili plastičnim gabionskim madracima od lomljenog kamena, odnosno kao podloga elementima za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji, geotekstil se koristi kao samostalna podloga. Cijela površina kontakta prirodnog tla i gabiona, odnosno gabionskih madraca na kojoj se povremeno ili stalno

pojavljuje voda, mora se osigurati protiv iznošenja materijala iz tla. Geotekstil se

postavlja na, prema odredbama projekta ili nadzornog inženjera, uređene površine, odnosno uređeno temeljno tlo te po potrebi izveden temeljni iskop do dubine određene projektom.

Geotekstil se dovozi na gradilište u rolama (balama) i nakon istovara iz prijevoznih sredstava se raznosi na mjesta ugradbe te se rasprostire po dijelu korita koji se oblaže. Po pokosu se geotekstil rasprostire tako da se rola razmotava niz pokos kanala, a na gornjem se rubu projektirane zaštite pokosa geotekstil pričvrsti drvenim kolčićima ili čeličnim klinovima na razmaku od 50 cm.

Iduća se rola geotekstila razmotava po pokosu kanala tako da preklapa prethodnu traku u širini od 10 cm. Redoslijed polaganja geotekstila treba biti od nizvodnog prema uzvodnom dijelu korita, tako da preklopi budu usmjereni nizvodno. Po dnu kanala geotekstil se rasprostire na način da se jednostavno nastavi razmotavati s pokosa po dnu kanala.

Na rasprostrti geotekstila polažu se gabionske košare ili madraci, odnosno elementi za zaštitu pokosa i drugih površina izloženih eroziji.

#### Izrada podloge od geotekstila i šljunka

Prilikom izrade obaloutvrda od betonskih elemenata, kao i zaštite dna i pokosa lateralnih ili oteretnih kanala betonom ili betonskim prizmama s reškama u cementnom mortu, izrađuje se podloga od geotekstila i šljunka.

Industrijski proizveden geotekstil doprema se prijevoznim sredstvima prema narudžbi na gradilište, u rolama. Nakon istovara iz prijevoznih sredstava raznosi se na mjesta ugradnje te se rasprostire po dijelu korita koji se oblaže.

Geotekstil u rolama, prirodni šljunak te lomljeni kamen, odnosno betonske prizme, ovisno o veličini kanala, mogu se prevoziti po obali kanala ili po njegovu dnu, a postoje i obje mogućnosti, što ovisi o hidrološkim uvjetima gradnje. Ako se šljunak prevozi po dnu kanala, to se ne smije obavljati na potezima kanala na kojima je već položen geotekstil. Iz prijevoznih sredstava prizme i šljunak se istovaruju na obali ili na dno kanala, što bliže mjestu ugradbe, u količinama koje se prema projektu zahtijevaju po dužinskom metru šljunčane podloge ili zaštite kanala.

Pri ručnoj izradi obaloutvrde po pokosu obale geotekstil se polaže na uređenu posteljicu (po trasiranoj crti obaloutvrde i isplaniranom obalnom pokosu ručno razastrt pijesak ili sitni prirodni šljunak u sloju debljine 5 do 10 cm). Geotekstil se polaže na način da se koljem pričvrsti na obalu iznad obalnog pokosa i ovjesi niz pokos.

Rasprostiranje geotekstila po pokosu provodi se identično kao pri izradi podloge od geotekstila.

Na geotekstil se zatim ručnim alatom razastire dobro građurani prirodni šljunak u sloju debljine 15 cm kao zaštita geotekstila i podloga betonskih elemenata.

Ukoliko je opseg radova veći te bi ručno razastiranje šljunka i doprema betonskih elemenata od mjesta istovara iz prijevoznih sredstava do neposrednog mjesta ugradbe zahtijevali prevelik opseg ručnog rada te ukoliko je to ekonomski opravdano, moguće je dopremu šljunka i betonskih elemenata od mjesta istovara iz prijevozne mehanizacije do neposrednog mjesta ugradbe, kao i grubo razastiranje šljunka, izvoditi pomoću bagerske košare, ali se bager ne smije kretati po dijelovima korita na kojima je već postavljen geotekstil.

Na razastrti se šljunak, zatim, ručno slažu i ručnim alatom namještaju obložni betonski elementi. Oblici ili vrsta tih elemenata, kao i njihov raspored u gotovoj oblozi trebaju biti predviđeni projektom. Pri tom se površinski poravnavaju betonski elementi ručnim pritiskanjem na šljunčanu podlogu, uz pripomoć laganog udaranja čekićem ili drvenim batom. Ako je potrebno, dodatno se podlaže stanovita količina šljunka.

Ukoliko je to predviđeno projektom, nakon polaganja betonskih elemenata reške se zapunjavaju i obrađuju prethodno pripremljenim cementnim mortom. Nakon izvedbe reški u cementnom mortu oblogu je potrebno završno očistiti.

Ova se tehnologija izvedbe zaštite kanala primjenjuje samo na suhom. Nije dakle moguć rad u vodi pa se pri izvedbi ili sanaciji kanala uz ovu vrstu zaštitne obloge moraju na neki način osigurati (postići) uvjeti rada u suhom.

#### Izrada podloge od geotekstila, šljunka i betona

Pri izradi zaštita dna i pokosa kanala obrađenim kamenom ili betonskim prizmama, s reškama u cementnom mortu može se izrađivati podloga od geotekstila, šljunka i betona.

Doprema i rasprostiranje geotekstila po pokosu provodi se identično kao pri izradi podloge od geotekstila.

Nakon polaganja geotekstila, preko njega se ručnim alatom razastire šljunak u sloju debljine 15 cm. Na pripremljenu podlogu od šljunka ugrađuje se sloj armiranog betona klase prema projektu.

Doprema betona do mjesta ugradbe treba biti u malim količinama primjereno normi ugradnje obrađivanog kamena, tako da se svaki kamen, odnosno betonska prizma ugradi u svježi beton prije njegovog stvrdnjavanja (vezivanja).

Ako je svježi beton dopremljen na gradilište iz tvornice svježeg betona, razastire se pomoću pumpe za beton ili se pomoću bagerske košare donosi na mjesto ugradbe, gdje se razastire ručnim alatom.

Ako se svježi beton priprema strojno na gradilištu i ako je manja površina kanala koju treba obložiti, doprema svježeg betona do mjesta ugradbe može biti građevinskim ručnim kolicima (japanerima) ili raznošenjem u kantama. Ako se upotrijebe ručna kolica, za spuštanje svježeg betona niz pokos trebat će vitlo. Kad su u pitanju veće količine oblaganja, za donos svježeg betona do mjesta ugradbe koristit će se bagerska košara.

Nakon ugradnje svježeg betona do mjesta ugradnje dopremaju se lomljeni kamen koji se obrađuje ručnim alatom (čekić i/ili dlijeto), odnosno betonska prizma, koje se polažu na svježju betonsku podlogu. Kamen ili prizme se ugrađuju ručno, uz pomoć ručnog alata.

Kamen treba pažljivo slagati jedan do drugog kako bi se dobila što manja i što jednoličnija veličina reški. Pri tom se ručnim pritiskanjem prizmi (kamena) u podlogu od svježeg betona uz pripomoć laganog udaranja čekićem ili drvenim batom površinski poravnava obloga.

Ako je potrebno, dodatno se na mjesto ugradbe pojedine prizme, odnosno kamena polaže određena količina svježeg betona.

Nakon polaganja kamena, odnosno prizmi, reške se zapunjavaju i obrađuju prethodno pripremljenim cementnim mortom. Nakon izvedbe reški u cementnom mortu, oblogu je potrebno završno očistiti od otpadaka kamena i morta.

Ova se tehnologija izvedbe zaštite kanala primjenjuje samo na suhom. Nije dakle moguć rad u vodi pa se pri izvedbi ili sanaciji kanala uz ovu vrstu zaštitne obloge moraju na neki način osigurati (postići) uvjeti rada u suhom.

Projektirani nagib podloge zaštitne obloge na pokosu kanala postiže se na način da se na svaka 3 m pokosa prethodno postave šablone koje označavaju nagib pokosa i završnu površinu obloge, npr. drvene šablone od pobijenog kolja i na njih pričvršćenih letava ili dasaka u projektiranom nagibu pokosa. Izvedeno stanje obloge od lomljenog kamena ili betonskih prizmi završno se kontrolira geodetskim premjeravanjem. Ako izvedena obloga prekomjerno odstupa od projektirane, nadzorni inženjer može zatražiti otklanjanje (sanaciju) pogreške na trošak izvođača, a izvođač je dužan pogrešku otkloniti.

#### Preuzimanje izvedenih radova

Položeni geotekstil ili geomrežu ocjenjuje i preuzima nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja.

Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima izvođač je dužan otkloniti. Svi troškovi otklanjanja ustanovljenih manjkavosti terete izvođača, uključujući i sva dodatna ispitivanja i mjerenja koje je potrebno provesti da se ustanovi kvaliteta sanacije.

Za sve radove, koji ne zadovoljavaju propisane zahtjeve kakvoće, a Izvođač ih nije sanirao po zahtjevu nadzornog inženjera, izvođač nema pravo tražiti nikakvo plaćanje.

#### Obračun radova

Dobava, polaganje i spajanje geotekstila ili geomreža, uključujući konac i sav potreban rad i materijal te sva kontrolna ispitivanja obračunavaju se po kvadratnom metru (m ) uređenog

slabo nosivog temeljnog tla ili izrađene posteljice, odnosno zaštićene površine pokosa ili druge površine izložene eroziji ili izrađene podloge ili kvadratnog metra madraca u koji je geosintetski materijal ugrađen. Osnovica za proračun je projekt ili izmjera na terenu

Količina za obračun određuje se iz dokumenata izvedenog stanja koje kontrolira i ovjerava nadzorni inženjer. Nadzorni inženjer kontrolira i ovjerava geodetsku izmjeru podloge na koju se postavlja geotekstil prije njegovog polaganja, što se upisuje u dokumente izvedenog stanja.

#### Norme i tehnički propisi

Popis važećih normi i propisa koji se odnose na radove polaganja geotekstila se nalaze u knjizi „Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu, Knjiga 1, Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracije“, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Institut IGH d.d Zagreb 3. Poglavlje: Polaganje geotekstila i geomreža, u poglavlju 3-07: Norme i tehnički propisi.

#### *3.4.5. Polaganje geomreža*

Geomreže su geosintetici otvorene građe kod kojih su otvori znatno veći od niti, odnosno učvršćenja. Proizvode se od polimernih vlakana kao što su polietilen (PE), polipropilen (PP), poliester (PET) polivinilalkohol (PVA), polietilen visoke gustoće (HDPE), aramid (AR) i drugi. Ovisno o tehnologiji izvedbe razlikujemo tkane, varene, ekstrudirane i monolitne geomreže (proizvedene bušenjem i rastezanjem polipropilenske plahte pri visokim temperaturama).

Pri uređenju slabo nosivog temeljnog tla primijenjuju se geomreže koje preuzimaju vlačne sile u dva međusobno okomita smjera. Za osiguranje stabilnosti pokosa i izradu temeljnih madraca mogu se primijeniti i geomreže nosive u jednom smjeru. Za ekstremne uvjete u tlu, kada se očekuju radijalna naprezanja u više smjerova, koriste se geomreže nosive u minimalno tri smjera u ravnini.

Geomreže imaju primarnu funkciju armiranja te sporednu funkciju mehaničkog odvajanja materijala. Kod funkcije armiranja geomreže preuzimaju vlačne sile i trenjem ih prenose u tlo uz ograničenu deformaciju.

Tijekom životnog vijeka armirane građevine geomreža mora zadovoljiti uvjete postavljene na mjerodavna mehanička svojstva i postojanost. Mjerodavna svojstva geomreža su:

#### **Mehanička svojstva**

#### Vlačna čvrstoća



Vlačna čvrstoća geomreže u poprečnom i uzdužnom smjeru određena prema HRN EN ISO 10319 služi kao kontrolna vrijednost za ocjenu kakvoće. Minimalna vlačna čvrstoća polimernih geomreža, neovisno o zahtjevima koji se postavljaju na geomrežu ovisno o specifičnoj primjeni, treba biti 20 kN/m.

| Tip geomreže                                                               |           | Sirovina | Uobičajeni raspon<br>$F_{max}$ [kN/m] | Uobičajeni<br>raspon<br>$\epsilon_{Fmax}$ [%] |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Ekstrudirane                                                               | dvoosne   | PP       | 20 – 50                               | 10 – 20                                       |
|                                                                            | jednoosne | HDPE     | 40 – 200                              | 10 – 15                                       |
| Varene                                                                     |           | PET      | 20 – 600                              | 5 – 10                                        |
|                                                                            |           | PP       | 20 – 400                              | 8 – 15                                        |
| Tkane, širina otvora > 5 mm,<br>sa zaštitnim slojem od<br>polivinila (PVC) |           | PET      | 30 – 600                              | 10 – 20                                       |
|                                                                            |           | PVA      | 30 – 600                              | 5 – 10                                        |
|                                                                            |           | AR       | 20 – 600                              | 3 – 5                                         |

Osjetljivost na oštećenja kod ugradnje osim o vlačnoj čvrstoći ovisi i o radnoj sposobnosti geomreže, koju karakterizira umnožak vlačne sile i izduženja uslijed maksimalne vlačne sile. Izduženje pri maksimalnoj vlačnoj sili ispituje se prema HRN EN ISO 10319. S obzirom da je geomreža u tlu trajno izložena opterećenju, potrebno je provjeriti i čvrstoću pri dugotrajnom opterećenju.

#### Puzanje

Puzanje opisuje ponašanje geomreža, tj. promjenu izduženja pri djelovanju konstantne sile kroz duži vremenski period.

Geomreže čije su sastavne sirovine polietilen (PE) i polipropilen (PP) nemaju sposobnost zadržavanja mehaničkih svojstava kroz duži vremenski period (106 sati). Pri iskorištenju sile od oko 30–35% dolazi do pojave plastičnog tečenja materijala pa se pri proračunu armature za nasipe ovaj tip geomreža uzima s koeficijentom sigurnosti na puzanje od 3,5 do 4,5.

Kod ostalih tipova geomreža (PET, PVA, AR) do plastičnog tečenja uslijed vlačnog naprezanja dolazi pri iskorištenju oko 70 % mehaničkih svojstava materijala. Kod armiranja tla preporuča se upotreba ovog tipa geomreža s time da se koeficijent sigurnosti za puzanje materijala uzima između 1,2 i 2,5.

#### Interakcija geomreža – tlo

Odnos između geomreža i tla koje se armira definiran je trenjem koje ima glavnu ulogu pri prijenosu vlačne sile s tla na geomrežu i obratno. Ispitivanje interakcije geomreža-tlo provodi se za dva slučaja: jednostrano klizanje i dvostrano izvlačenje. Određivanje otpornosti u slučaju jednostranog klizanja provodi se prema HRN EN ISO 12957-1, ispitivanjem izravnim posmikom, dok se u slučaju dvostranog izvlačenja provodi određivanje otpornosti na izvlačenje iz tla prema HRN EN ISO 13738.

Na osnovi rezultata ispitivanja određuje se koeficijent interakcije  $c_i$  prema kojem se određuje minimalna duljina sidrenja.

Vrijednost koeficijenta interakcije ovisi o granulometrijskom sastavu i koheziji tla, prisutnosti vode te širini otvora i površinskoj strukturi geomreže.

#### Postojanost

Postojanost geomreža, tj. njihova otpornost na utjecaj okoline, dokazuje se ispitivanjem:

- Biološke otpornosti;
- Otpornosti na vremenske utjecaje;
- Kemijske otpornosti.

Geomreže od uobičajenih polimernih sirovina u pravilu su biološki otporne. Mikrobiološka otpornost geomreža ispituje se prema HRN EN 12225.

Otpornost na klimatske utjecaje se dokazuje prema HRN EN 12225. Otpornost je potrebno ispitati ako je geomreža izložena izravnim vremenskim utjecajima dulje od dva tjedna. Dva tjedna je razdoblje tijekom kojeg u europskim klimatskim uvjetima ne dolazi do smanjenja vlačne čvrstoće pri izravnom izlaganju geomreža vremenskim utjecajima. U normalnim uvjetima okoline kada tlo nije kontaminirano, a pH vrijednost vode je između 4 i 9, geomreže u pravilu dugotrajno zadržavaju svoja svojstva. Zahtjevi postojanosti geomreže određeni su maksimalno dopuštenim smanjenjem vrijednosti vlačne čvrstoće koji su definirani sljedećim graničnim uvjetima:

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| Biološka otpornost                | maks. 5 %       |
| • Otpornost na vremenske utjecaje | maks. 5 %       |
| Kemijska otpornost u:             |                 |
| • kiselom okruženju pH < 4        | dodatni dokazi  |
| • normalnom tlu i vodi 4 < pH < 9 | maks. 5 %       |
| • lužnatom okruženju pH > 9       | dodatni dokazi. |

## UREĐENJE SLABO NOSIVOG TEMELJENOG TLA GEOMREŽAMA

Ovaj rad uključuje pripremu površina na koje se polaže geosintetik, njegovu dobavu, prijevoz na radilište, uskladištenje, lokalni prijevoz po radilištu na mjesto ugradnje, polaganje i spajanje. U ovaj rad su uključena kontrolna ispitivanja geosintetika, konca i gotovih spojeva.

### Doprema geomreža

Geomreže se dopremaju i uskladištavaju na gradilištu u količini potrebnoj za izvođenje radova na uređenju temeljnog tla bez prekida.

Geomreže dopremaju se na gradilište u rolama širine 2,0 - 5,0 m. S rolama mase do 150 kg manipulira se ručno. Ako su role veće mase, polaganje geotekstila treba izvesti pomoću pogodnih građevinskih strojeva ili vozila. Smjer polaganja geotekstila određuje se projektom ili prema uputama nadzornog inženjera. Geomreže se koriste samo u funkciji armiranja. Potrebne osobitosti mreža ovise o nekoliko činitelja, a određuju se projektom i Posebnim tehničkim uvjetima.

### Uređenje podloge

Geomreže polažu se na prethodno uređeno temeljno tlo (odstranjeno drveće, grmlje i ostala vegetacija, izvađeni panjevi i korijenje na način opisan u točki koja se odnosi na uklanjanje stabla grmlje i šiblja te skinut humus prema točki Iskop humusa). Eventualno nastala uleknuća, depresije i jame nastale vađenjem panjeva i korijenja potrebno je urediti na način opisan u točki. Uređenje temeljnog tla. Sve površine moraju biti uređene tako da se na njima ne može zadržavati voda.

U posebnim slučajevima, kada je temeljno tlo vrlo meko, humus se ne skida. Tada se može prema zahtjevima projekta ili nadzornog inženjera zatražiti od izvođača da pokosi travu i ostalo nisko raslinje. Da bi se spriječilo ponovno izrastanje trave i posječenog raslinja, može se izvesti prskanje kemijskim sredstvima. Izvođač mora koristiti takva kemijska sredstva koja neće zagaditi okoliš i podzemnu vodu te ugroziti život i zdravlje ljudi niti će biti štetna za geosintetik koji će se polagati na uređeno tlo. U određenim slučajevima može se prema projektnom rješenju ili odluci nadzornog inženjera dopustiti da se panjevi i korijenje ne vade iz tla.

### Polaganje geomreža

Geomreža ne smije se polagati na smrznuto tlo ili snijeg te za vrijeme kiše ili kada se ona očekuje. Geotekstil treba polagati pažljivo i dobro zategnuti tako da se ne stvaraju nabori.

Ukoliko je rola geomreže moguće ju je transportirati na mjesto polaganja građevinskim strojevima (primjena na velikim površinama) moguće je direktno, ručno odmotavanje rola. Kod malih površina i loše pristupačnosti preporučuje se prethodno rezanje na potrebnu veličinu polaganja.

Strojno polaganje je praktički ograničeno na velika gradilišta gdje se isplati preinaka građevinskih strojeva za ovu svrhu (naprava za odmotavanje).

Minimalna vlačna čvrstoća geotekstila, odnosno geomreža u slučaju strojnog polaganja mora iznositi u uzdužnom i poprečnom smjeru  $F_{min} = 7,0 \text{ kN/m}$ .

Položene geosintetike u pravilu treba prekriti isti dan sa materijalom za nasipavanje te ga iz tih razloga treba polagati u zavisnosti od napredovanja radova.

Kad je geomreža položena na tlo ne dopušta se preko njega prijelaz građevinskih strojeva, kamiona i drugih vozila, budući da bi moglo u protivnom doći do oštećenja geotekstila. Po postavljenom geotekstilu građevinski strojevi smiju prelaziti najranije nakon nanošenja nasutog sloja u debljini od minimalno 30 cm. Kod posebnih namjena može biti zahtijevana i veća debljina nasutog sloja.

#### Spajanje geomreža

Kad je površina koju treba pokriti veća od širine bale, potrebno je međusobno spojiti trake geotekstila ili geomreža po dužini i po širini. Način spajanja se određuje projektom, odnosno Posebnim tehničkim uvjetima ili prema uputama nadzornog inženjera, a može se izvesti preklapanjem, šivanjem ili zavarivanjem toplim zrakom kod geotekstila, odnosno preklapanjem ili spajanjem posebnim spojnicama kod geomreža.

Način spajanja geomreža propisuje se projektom. Kad se spajanje izvodi preklapanjem, potrebna širina preklopa se određuje projektom, ali nikako ne može biti manja od 25 cm (preporuča se 50 cm) u poprečnom smjeru, odnosno 100 cm u uzdužnom. Ako se mreže koriste kao armatura za cestovne prometnice, tada preklop mora biti izveden u zoni gdje će biti aktivirano najveće trenje između pojedinih traka.

Ako se spajanje izvodi pomoću spojnica, upotrebljavaju se nehrđajuće metalne spojnice u obliku slova "U". Profil takvih spojnica mora biti najmanje 6 mm. Postavljaju se na udaljenost prema odredbama projekta, koja ne može biti veća od 1,0 m. Kod takvog spajanja potreban je preklop od najmanje 10 cm.

Nakon spajanja geomreža je takav da se polažu u konačni položaj. Pri polaganju treba paziti da geotekstil ili geomreža budu jednoliko napeti u uzdužnom i poprečnom smjeru. Što je geomreža veće čvrstoće, to zategnutost mora biti bolja. To se može postići zabijanjem drvenih ili metalnih klinova po rubovima na razmaku od 5,0 m, ukoliko se radi o poboljšanju slabo nosivog tla, odnosno 2,0 m pri izradi posteljice.

#### Nasipavanje i zbijanje prvog sloja materijala

Na podlogu od geomreže nasipava se i zbija onakav materijal kako je određeno projektom ili uputama nadzornog inženjera. Debljina prvog sloja nasipa mora biti dovoljna da zaštiti geotekstil od rada strojeva i kamiona, a ni u kojem slučaju ne može biti manja od 30 cm.

Ugrađeni nasipni sloj mora u svemu zadovoljiti zahtjeve i uvjete kakvoće navedene u točki Uređenje temeljnog tla. Na zahtjev nadzornog inženjera izvođač je obavezan izvesti pokusnu dionicu.

#### Obračun radova

Dobava, polaganje i spajanje geomreža, uključujući konac i sav potreban rad i materijal te sva kontrolna ispitivanja obračunavaju se po kvadratnom metru ( $m^2$ ) uređenog slabo nosivog temeljnog

tla ili izrađene posteljice, odnosno zaštićene površine pokosa ili druge površine izložene eroziji ili izrađene podloge ili kvadratnog metra madraca u koji je geosintetski materijal ugrađen. Osnovica za proračun je projekt ili izmjera na terenu

Količina za obračun određuje se iz dokumenata izvedenog stanja koje kontrolira i ovjerava nadzorni inženjer. Nadzorni inženjer kontrolira i ovjerava geodetsku izmjeru podloge na koju se postavlja geotekstil prije njegovog polaganja, što se upisuje u dokumente izvedenog stanja.

#### Norme i tehnički propisi

Popis važećih normi i propisa koji se odnose na radove polaganja geomreža nalaze se u knjizi „Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu, Knjiga 1, Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracije“, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Institut IGH d.d Zagreb 3. Poglavlje: Polaganje geotekstila i geomreža, u poglavlju 3-07: Norme i tehnički propisi.

### *3.4.6. Obloga od gabionskih madraca*

#### Opis izvođenja radova

Gabionske se košare dopremaju na gradilište u razvijenom obliku plašta, u balama. Razvijeni plašt košare ima izgled poligona sastavljenog od više pravokutnika. Od njega se savijanjem i uvezivanjem oblikuje gabionska košara. Veličina i oblik košare trebaju biti predviđeni projektom zaštitnog madraca. Ako je to izostalo, za gabionski se madrac preporučaju košare veličine 2 x 1 x 0,30 m.

Kad su projektom predviđene košare veće od navedenih dimenzija, u košarama treba predvidjeti pregrade od gabionskih mreža tako da se oblikuju ćelije s tlocrtnom površinom ne većom od 2 m<sup>2</sup>.

Košare se oblikuju tako da se duž skeletnih žica plašt savija u obliku košare pravilnog paralelopipednog oblika, tj. kvadra. Poslije toga se skeletne žice na rubovima stranica čvrsto povezuju spojnomo čeličnom pocinčanom žicom. Spojna čelična žica primjenjuje se i za izradu potrebnih okomitih i kutnih (dijagonalnih) vezova. Vezovi služe postizanju što veće čvrstoće gotovog gabionskog madraca. Okomiti vezovi načine se prije ispunjavanja košare. Pri tome se preporuča da se načine 2 do 4 okomita veza po četvornom metru madraca. Ti se vezovi na donjoj plohi povezuju omčom preko 2 do 3 reda pletiva, a na gornjem kraju se povezuju poklopcem gabiona nakon ugradnje kamene ispune. Dijagonalni se vezovi po donjoj plohi košare postavljaju prilikom njenog oblikovanja, a na gornjoj se plohi dijagonalni vezovi postavljaju nakon izrade ispune.

Košare se na mjesto ugradnje ručno postavljaju jedna do druge, a sve susjedne košare se povezuju međusobno spojnomo čeličnom žicom radi zajedničkog djelovanja elemenata i postizanja što veće čvrstoće madraca.

Ispuna košara u gabionskom madracu izvodi se ručnom ugradnjom lomljenog kamena krupnoće 6 do 30 cm. Kamen se raspoređuje rukom ili priručnim alatom tako da šupljine budu što bolje ispunjene. Poslije izrađene ispune košare se zatvaraju poklopcima te povezuju okomitim i dijagonalnim vezovima na gornjoj plohi.

#### Zahtjevi kakvoće

Za navedenu žicu (No 28 do No 36) od koje se izrađuju gabionske košare postavlja se zahtjev kvalitete propisan u važećoj normi.

Lomljeni kamen za izradu gabionskog madraca treba biti otporan na drobljenje i habanje, otporan na djelovanje mraza, sve u skladu sa važećim propisima i normama.

Prije početka rada izvoditelj je za sve materijale koje će koristiti dužan pribaviti odgovarajuću dokumentaciju o kakvoći (izjave o sukladnosti) i predložiti ju nadzornom inženjeru na uvid i suglasnost.

Projektirani oblik obloženog (dijela) korita gabionskim madracem mora biti dostignut s točnošću koja treba biti propisana u projektu. Ako je to u projektu izostalo, treba toleranciju u izvedbi uzeti u iznosu od  $\pm 5$  cm na mjestu najvećega odstupanja od projektirane konture obale.

U slučaju većega odstupanja od tražene točnosti izvedbe, nadzorni će inženjer zahtijevati da se pogreška otkloni.

Kontrola se izvedenog stanja vrši geodetskim snimanjem na istim profilima na kojima je obavljeno snimanje strojno uređene obale prije početka radova na izvedbi zaštitne obloge.

Izvođač je dužan dokazati zadovoljavajuću kakvoću upotrijebljenih materijala, radova i proizvoda u skladu sa važećim zakonima, propisima, normama i OTU-a.

Kakvoća upotrijebljenih materijala i proizvoda mora biti u skladu s projektom, važećim zakonima, propisima i normama, PKOK-u i OTU-a

#### Način preuzimanja izvedenih radova

Nadzorni inženjer kontrolira i registrira geodetsku izmjeru prije izvedbe obloge i izmjeru izvedenog stanja te odobrava razliku stvarno ugrađenih količina u odnosu na ugovorene prema projektu i to ako je ta razlika nastala zbog neslaganja izmjere obalne konture prije izvedbe s podacima iz projektnih podloga.

Kontrola se nakon ugradnje vrši na istim profilima na kojima je izvršeno mjerenje obalnih profila prije izvedbe, i to vezano na osigurane reperne točke.

#### Obračun radova

Zaštita gabionskim madracem obračunava se po (m<sup>2</sup>) gotovog madraca, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama.

U jediničnoj cijeni sadržani su troškovi dobave svih materijala i sav rad na izvedbi gabiona opisan u ovoj točki.

#### Norme i tehnički propisi

Popis važećih normi i propisa koji se odnose na radove izvedbe obaloutvrde se nalaze u knjizi „Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu, Knjiga 1, Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracije“, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Institut IGH d.d Zagreb, 14. Poglavlje: Radovi na regulaciji vodotoka, u poglavlju 14-12: Norme i tehnički propisi.

#### *3.4.7. Betonski i armirački radovi*

Tehnička svojstva betona moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona i moraju biti specificirana prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije (NN br. 139/09, 14/10, 125/10), normi HRN EN 206-1 te normama na koje ta norma upućuje.

Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1. Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se prema postupku i kriterijima norme HRN EN 206-1.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrslulog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Kako bi se osigurala potrebna trajnost konstrukcije, potrebno je odrediti sve moguće štetne utjecaje okoliša da bi se mogla definirati tehnička svojstva, odrediti sastav i način ugradnje betona te način održavanja konstrukcije kroz projektirani vijek trajanja.

#### Armatura, čelik za armiranje

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi, te dokazivanje uporabljivosti armature odnosno potvrđivanje sukladnosti određuje se odnosno provodi prema normama navedenim u Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, Prilog B (NN br. 139/09, 14/10, 125/10).

Armatura je izrađena od čelika za armiranje ili čelika za prednapinjanje i čelika za armiranje proizvedena u centralnoj armiračnici, u armiračnici pogona za predgotovljene betonske elemente ili u armiračnici na gradilištu.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi, te potvrđivanje sukladnosti armature proizvedene prema tehničkoj specifikaciji (normi ili tehničkom dopuštenju) određuje se prema toj specifikaciji.

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema sustavu ocjenjivanja sukladnosti 1+ te primjerenim postupcima i kriterijima ocjenjivanja sukladnosti norme HRN EN 10080:2005, za sva svojstva čelika za armiranje određena normama niza HRN 1130:2008, koja svojstva se odnose na ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine te otpornosti na požar.

Za armaturu koristimo:

| vrsta u konstrukciji    | oznaka | oblik proizvoda i površina |
|-------------------------|--------|----------------------------|
| uzdužna                 | B500B  | šipke ili namoti rebrasti  |
| spone                   | B500A  | namoti glatki              |
| armatura ploča i zidova | B500A  | rebraste zavarene mreže    |

Prije ugradnje armature provode se odgovarajuće nadzorne radnje određene normom: HRN EN 13670:2010 Izvedba betonskih konstrukcija (EN 13670:2009), te druge kontrolne radnje određene Prilogom „J“ Tehničkog propisa za betonske konstrukcije.

#### Cement

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi, te potvrđivanje sukladnosti za cement određuju se odnosno provode prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, Prilog C (NN br.139/09, 14/10, 125/10) odnosno normama koje isti propisuje:

#### Agregat

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi, te potvrđivanje sukladnosti agregata određuje se odnosno provodi, ovisno o vrsti agregata, prema normama navedenim u Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, Prilog D (NN br. 139/09, 14/10, 125/10).

#### Dodaci betonu



Tehnička svojstva i drugi zahtjevi, te potvrđivanje sukladnosti dodataka betonu određuje se odnosno provodi, ovisno o vrsti dodatka, prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, Prilog E (NN br. 139/09, 14/10, 125/10) konstrukcije te norme koje propisane istim:

### Voda

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi, te potvrđivanje prikladnosti vode određuju se odnosno provodi prema normama navedenim u Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, Prilog F (NN br. 139/09, 14/10, 125/10).

Pouzdanost pitka voda iz gradskog vodovoda može se rabiti bez potrebne prethodne provjere uporabljivosti.

Kontrola vode provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene betonske elemente i u betonari na gradilištu. Kontrola u navedenim slučajevima provodi se odgovarajućom primjenom norme HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona – Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002).

Kontrola u navedenim slučajevima provodi se odgovarajućom primjenom norme HRN EN 1008:2002 i normama na koje ta norma upućuje

## **UGRADNJA**

### Ugradnja betona

Beton se ugrađuje u betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670-1, normama na koje ta norma upućuje i odredbama ovoga projekta.

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (tvornice betona), nadzorni inženjer obvezno određuje neposredno prije njegove ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg betona i utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona na mjestu ugradnje betona prema odredbama Tehničkog propisa.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te, kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.

### Ugradnja armature

Armatura se ugrađuje u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije i/ili tehničkoj uputi za ugradnju i uporabu armature, normi HRN EN 13670-1, normama na koje ta upućuje i odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (NN br. 139/09, 14/10, 125/10).

Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje odnosno čelik za prednapinjanje, projekta betonske konstrukcije te odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (NN br.139/09, 14/10, 125/10).

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja

armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za prednapinjanje i/ili čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,
- provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije i/ili tehničkom uputom za ugradnju i uporabu armature,
- dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

#### Norme i tehnički propisi

Popis važećih normi i propisa koji se odnose na betonske i armiračke radove se nalaze u knjizi „Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu, Knjiga 1, Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracije“, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Institut IGH d.d Zagreb, 6. Poglavlju: Armirački radovi, u poglavlju 6-03: Norme i tehnički propisi i u 7. Poglavlju: Betonski radovi, u poglavlju 7-06: Norme i tehnički propisi.

### 3.4.8. NORME I TEHNIČKI PROPISI

#### Tehnički propisi

Tehnički propis za građevinske konstrukcije ( „Nn“ 17/17)

Tehnički propis o građevnim proizvodima („Nn“ 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 81/13, 136/14, 119/15)

#### Norme

##### Cement

HRN CR 14245:2004 Smjernice za primjenu EN 197-2 »Vrednovanje sukladnosti« (CR 14245:2001)

HRN EN 197-1:2005 Cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cemenata opće namjene (uključuje amandman A1:2004) (EN 197-1:2000+A1:2004)

HRN EN 197-1:2005/A3:2008 Cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cemenata opće namjene (EN 197-1:2000/A3:2007)

HRN EN 197-2:2004 Cement – 2. dio: Vrednovanje sukladnosti (EN 197-2:2000)

##### Agregat

HRN EN 12620:2008 Agregati za beton (EN 12620:2002+A1:2008)

##### Čelik

HRN 1130-1:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A

HRN 1130-2:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B

HRN 1130-3:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C

HRN 1130-4:2008 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža

HRN EN 10080:2005 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- Općenito (EN 10080:2005)

HRN EN 10027-1:2007 Sustavi označivanja za čelike -- 1. dio: Nazivi čelika (EN 10027-1:2005)

HRN EN 10027-2:1999 Sustavi označivanja čelika -- 2. dio: Brojčani sustav (EN 10027-2:1992)

### 3.5. OSTALE UPUTE

Temeljem članka 49. Zakona o gradnji („Nn“ broj 153/13), investitor je dužan osigurati stalni stručni nadzor nad gradnjom.

Prije ugradbe, nadzorni inženjer je dužan pregledati sve materijale koja će se ugraditi, te provjeriti kakvoću materijala koja mora odgovarati važećim normama.

Ugrađeni proizvodi moraju imati dokazanu kakvoću ispravom proizvođača i moraju odgovarati važećim normativima. Svi radovi moraju se izvoditi prema pravilima struke uz stručnu uputu nadzornog inženjera.

#### 3.5.1. Redovno održavanje građevine

U redovno održavanje građevine spada provjera ispravnosti zasuna temeljnog ispusta, vizualni pregled elemenata pregrade i riblje staze. Redovno održavanje građevine trebalo bi obaviti minimalno dva puta godišnje, u proljeće pred dolazak visokih voda, te u jesen. Pored redovne ophodnje potrebno je izvršiti vanredni terenski pregled poslije prolaska većeg vodnog vala i utvrditi postoje li oštećenja građevine.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Vladimir Mačak  
mag.ing.aedif.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 5538



Vladimir Mačak, mag.ing.aedif.

## 4. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA GOSPODARENJE OTPADOM

Pri izvođenju radova treba se pridržavati projektnih rješenja i ne ugrožavati i onečišćivati okoliš. Ukoliko je izgradnjom došlo do devastacije okoliša stvaranjem usjeka, nasipa i sl., potrebno je isti biološki sanirati, tako da se sve takve površine saniraju tehnološkim mjerama i adekvatnim ozelenjavanjem autohtonim vrstama zelenila.

S obzirom na specifičnost načina gradnje kod kojih su zastupljeni znatni zemljani radovi, neophodno je posebnu pozornost posvetiti organizaciji građenja, lociranju i deponiranju materijala u toku građenja kako ne bi došlo do narušavanja prirodnog okoliša.

Privremene građevine izgrađene u okviru pripremnih radova, oprema gradilišta, neutrošeni građevinski i drugi materijal, otpad i slično moraju se ukloniti i dovesti zemljište na području gradilišta i na prilazu gradilišta u uredno stanje prije izdavanje uporabne dozvole, odnosno dostave završnog izvješća Nadzornog inženjera nadležnom upravnom tijelu.

Nakon završetka radova potrebno je postupiti prema slijedećem:

- Prostor koji je služio kao skladište materijala treba vratiti u prvobitno stanje uklanjanjem suvišnog otpadnog materijala.
- Prostor koji je služio kao skladište alata i mehanizacije, dovesti u stanje prije poduzimanja radova.
- Sve privremene građevine koje su izgrađene, opremu, neutrošeni materijal, otpad i slično treba ukloniti sa čitavog terena na području obuhvata.
- Korišteno zemljište dovesti u uredno stanje nakon završetka radova.
- Sva eventualna oštećenja učinjena na postojećim objektima dovesti u prvobitno stanje
- Prostore koji su korišteni za deponije materijala urediti i dovesti u stanje koje je propisano od nadležnog tijela lokalne uprave koje je ujedno i izdalo rješenje o korištenju i uvjetima korištenja pojedine lokacije za privremene ili trajne deponije
- Naročito je važno uklanjanje štetnog materijala, (gorivo, mazivo i slično).

Prije primopredaje radova izvođač mora obvezatno osim uobičajene rasporede gradilišta provesti i uređenje lokalnih i regionalnih cesta, odnosno dovesti ih u stanje prije početka radova ili u stanje mogućnosti njihova uobičajena korištenja.

Rok za uklanjanje svih privremenih građevina ili instalacija je trideset (30) dana od dana završetka radova. Nakon toga roka investitor će ukloniti privremene građevine, a troškovi uklanjanja i uređenja terena bit će odbijeni od konačne situacije.

Svi navedeni radovi, kao i ostali eventualno potrebni radovi na sanaciji okoliša se ne obračunavaju kao posebne stavke troškovnika, već se smatraju troškovima koje izvođač treba uračunati u jedinične cijene radova.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Vladimir Mačak  
mag.ing.aedif.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
Vladimir Mačak, mag.ing.aedif.

## 5. PROCIJENJENI TROŠKOVA GRAĐENJA

Procjena sveukupnih troškova izgradnje preljevne vodne pregrade:

**SVEUKUPNA CIJENA: 950.000,00**  
**PDV: 187.500,00 KN**  
**SVEUKUPNO S PDV-om: 1.187.500,00 KN**

### Napomena:

Cijene su uključivo sa svim objektima na trasi, iskazane cijene su projektantske/prosječne i služe samo kao orijentacija za procjenu vrijednosti investicije.

Projektant:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA  
Vladimir Mačak  
mag.ing.aedif.  
Ovlašteni inženjer građevinarstva  
G 5538  
Vladimir Mačak, mag.ing.aedif.



## 6. NACRTI