

Projektantski ured: **Geokon-Zagreb d.d.**  
ZAGREB, Starotrjnanska 16a  
OIB 61600467614

Investitor: **Hrvatske vode**  
ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220  
OIB 28921383001

**IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:**

Građevina: **4. faza izgradnje - nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana - Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 - N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje - Kamensko**

Projektirani dio građevine: **Nasip N4- nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke**  
Lokacija: **Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje**

Naziv mape: **Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade**

Razina razrade: **Glavni projekt** Strukovna odrednica: **Građevinski projekt**

Zajednička oznaka projekta (ZOP): **GP-5986/23** Oznaka mape: **E-155-18-08**

R. br. mape: **8.**

Glavni projektant:

**Darko Jelašić, dipl.ing.građ.**  
br. upisa G 160

Projektant:

**Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.**  
br. upisa G 6202  
Predsjednik uprave:

**Renato Lisica, dipl.ing.rud.**

Revizija / izdanje: **01**

Mjesto, datum: **Zagreb, rujan 2024. -  
ispravak 1**

## OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Investitor :                | Hrvatske vode , ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220   |
| Projektantski ured :        | Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrtnjanska 16a  |
| Građevina :                 | IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:<br>4. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko |
| Projektirani dio građevine: | Nasip N4- nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke   |
| Lokacija :                  | Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje  |
| ZOP :                       | GP-5986/23   |
| Oznaka mape :               | E-155-18-08  |



## POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA

|                    |  |
|--------------------|--|
| Investitor:        | Hrvatske vode , ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220   |
| Građevina:         | IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:<br>4. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko |
| Glavni projektant: | Darko Jelašić, dipl.ing.građ.  |
| ZOP:               | GP-5986/23   |

| r.br. mape | Oznaka mape | Projektant                        | Suradnici                        | Tvrtka Projektanta |
|------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 8.         | E-155-18-08 | Bojan Ninčević,<br>mag.ing.aedif. | Silvija Miloš,<br>mag.ing.aedif. | Geokon-Zagreb d.d. |



## PREGLEDNA STRANICA

|  |   |                             |                     |
|--|---|-----------------------------|---------------------|
| <b>Investitor:</b>                       | Hrvatske vode ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220, OIB 28921383001   |                             |                     |
| <b>Projektantski ured:</b>               | Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnanska 16a, OIB 61600467614   |                             |                     |
| <b>Građevina:</b>                        | IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:<br>4. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekuše – Kamensko |                             |                     |
| <b>Projektirani dio građevine:</b>       | Nasip N4- nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke  |                             |                     |
| <b>Lokacija:</b>                         | Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekuše  |                             |                     |
| <b>Naziv mape:</b>                       | Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade   |                             |                     |
| <b>Razina razrade:</b>                   | Glavni projekt  | <b>Strukovna odrednica:</b> | Građevinski projekt |
| <b>Zajednička oznaka projekta (ZOP):</b> | GP-5986/23  | <b>Oznaka mape:</b>         | E-155-18-08         |
| <b>R.br. mape:</b>                       | 8.  |                             |                     |
| <b>Oznaka Geokon-Zagreb:</b>             | E-155-18-08   | <b>Oznaka ugovora:</b>      | U-155-18-01         |
| <b>Glavni projektant:</b>                | Darko Jelašić, dipl.ing.građ. br. upisa G 160   |                             |                     |
| <b>Projektant:</b>                       | Bojan Ninčević, mag.ing.aedif. br. upisa G 6202   |                             |                     |
| <b>Suradnici:</b>                        | Silvija Miloš, mag.ing.aedif.   |                             |                     |
| <b>Pregledao:</b>                        | Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.   |                             |                     |
| <b>Predsjednik uprave:</b>               | Renato Lisica, dipl.ing.rud.  |                             |                     |
| <b>Revizija / izdanje:</b>               | 01  |                             |                     |
| <b>Mjesto i datum:</b>                   | Zagreb, rujan 2024. – ispravak 1  |                             |                     |



## POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

|                     |  |
|---------------------|--|
| Investitor:         | Hrvatske vode , ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220   |
| Građevina:          | IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:<br>4. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko |
| Glavni projektant : | Darko Jelašić, dipl.ing.građ.  |
| ZOP:                | GP-5986/23   |

| Mapa | Naziv mape  | Strukovna odrednica | Oznaka mape        | Projektant                             | Tvrtka                                   |
|------|---|---------------------|--------------------|--|--|
| 1    | Opća mapa   | Građevinski projekt | VPB-TGP-20-0003    | Darko Jelašić, dipl.ing.građ.          | Vodoprivredno-projektni biro d.d. Zagreb |
| 2    | Prokop s pratećim objektima: preljevnim pragom - stepenicom i uljevnim objektom u Kupu                  | Građevinski projekt | 72160-GP-022-2023  | Ante Ljubičić, dipl. ing. građ.        | Institut IGH d.d. Zagreb                 |
| 3    | Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa                      | Građevinski projekt | I - 2165/22        | Hrvoje Kero, dipl. ing. građ.          | Hidroing d.o.o. Osijek                   |
| 4    | Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt | Građevinski projekt | 72150-GP-034-2023  | Zoran Županić, dipl. ing. građ.        | Institut IGH d.d. Zagreb                 |
| 5    | Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) - građevinski dio  | Građevinski projekt | G3-O91.01.01-G01.0 | Janja Kelić, mag.ing.aedif.            | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 6    | Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) - geotehnički dio  | Građevinski projekt | G3-O91.01.01-G02.0 | dr.sc. Krešo Ivandić, dipl. ing. građ. | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 7    | Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke                                | Građevinski projekt | VPB-TGP-20-0003    | Ante Jerković, mag.ing.aedif.          | Vodoprivredno-projektni biro d.d. Zagreb |



|    |   |                         |                         |                                  |  |
|----|---|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|
| 8  | Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade | Građevinski projekt     | E-155-18-08             | Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.   | Geokon-Zagreb d.d.                       |
| 9  | Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane   | Građevinski projekt     | E-155-18-02             | Marko Kaić, dipl.ing.građ.       | Geokon-Zagreb d.d.                       |
| 10 | Upusna ustava   | Građevinski projekt     | VPB-TGP-20-0003         | Robert Alar mag.ing.aedif.       | Vodoprivredno-projektni biro d.d. Zagreb |
| 11 | Upusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova                             | Građevinski projekt     | E-155-18-04             | Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.  | Geokon-Zagreb d.d.                       |
| 12 | Upusna ustava   | Strojarski projekt      | E-155-18-05             | Davorin Gržan, dipl. ing str.    | Geokon-Zagreb d.d.                       |
| 13 | Upusna ustava - elektrotehnički dio   | Elektrotehnički projekt | E3-O91.00.01-E02.0      | Marko Grčić, struč.spec.ing.e l. | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 14 | Ispusna ustava  | Građevinski projekt     | E-155-18-06             | Robert Alar mag.ing.aedif.       | Geokon-Zagreb d.d.                       |
| 15 | Ispusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova                            | Građevinski projekt     | E-155-18-03             | Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.  | Geokon-Zagreb d.d.                       |
| 16 | Ispusna ustava  | Strojarski projekt      | E-155-18-07             | Davorin Gržan, dipl. ing str.    | Geokon-Zagreb d.d.                       |
| 17 | Ispusna ustava - elektrotehnički dio  | Elektrotehnički projekt | E3-O91.00.01-E01.0      | Marko Grčić, struč.spec.ing.e l. | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 18 | Crpna stanica Sajevec - konstrukcija  | Građevinski projekt     | G3-O91.02.01-G01.0      | Ivor Joksović, mag.ing.aedif.    | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 19 | Crpna stanica Sajevec - geotehnički dio   | Građevinski projekt     | G3-O91.02.01-G02.0      | Ivan Mališa, mag.ing.aedif.      | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 20 | Crpna stanica Sajevec - strojarski dio  | Strojarski projekt      | S3-O91.02.01-S01.0      | Marko Išek, mag.ing.mech.        | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 21 | Crpna stanica Sajevec - elektrotehnički dio   | Elektrotehnički projekt | E3-O91.02.01-E01.0      | Marko Grčić, struč.spec.ing.e l. | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 22 | Trafostanica – građevinski dio  | Građevinski projekt     | G3-O91.02.01-G03.0      | Darko Šilec, Dipl.ing.građ.      | Proing d.o.o. Varaždin                   |
| 23 | Trafostanica - elektrotehnički dio  | Elektrotehnički projekt | E3-O91.02.01-E02.0      | Damir Hodak, struč.spec.ing.e l. | Elektroprojekt d.d. Zagreb               |
| 24 | Cestovni most preko prokopa - konstrukcija  | Građevinski projekt     | 72120 – GP – 285 – 2020 | Mate Pezer, dipl. ing. građ.     | Institut IGH d.d. Zagreb                 |
| 25 | Cestovni most preko prokopa - geotehnički dio   | Građevinski projekt     | 72150 – GP – 035 – 2023 | Zoran Županić, dipl. ing. građ.  | Institut IGH d.d. Zagreb                 |



|    |  |                         |                         |   |                                    |
|----|--|-------------------------|-------------------------|---|------------------------------------|
| 26 | Cestovni most preko prokopa - odvodnja mosta                         | Građevinski projekt     | 72150 – GP – 032 – 2023 | Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.           | Institut IGH d.d. Zagreb           |
| 27 | Cestovni most preko prokopa - javna rasvjeta                         | Građevinski projekt     | RP2862G1                | Dražan Raspudić, mag.ing.aedif.         | Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb    |
| 28 | Cestovni most preko prokopa - javna rasvjeta                         | Elektrotehnički projekt | RP2862E1                | Deana Brujić Ilijašević, dipl. ing. el. | Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb    |
| 29 | Cestovni most preko prokopa - uzemljenje                             | Elektrotehnički projekt | RP2863                  | Kristijan Stublić, dipl. ing. el.       | Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb    |
| 30 | Cestovni most preko prokopa – prometnica s pristupnim cestama        | Građevinski projekt     | GP2274-22               | Antun Štefanić, dipl. ing. građ.        | Projektirni biro P45 d.o.o. Zagreb |
| 31 | Izmještanje SN i NN mreže  | Elektrotehnički projekt | E3-O91.00.01-E03.0      | Damir Hodak, struč.spec.ing.el.         | Elektroprojekt d.d. Zagreb         |
| 32 | Rekonstrukcija postojećeg kolektora $\Phi$ 1100 Duga Resa - Karlovac | Građevinski projekt     | 72160-GP-023-2023       | Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.           | Institut IGH d.d. Zagreb           |
| 33 | Rekonstrukcija postojećeg vodoopskrbnog cjevovoda $\Phi$ 150         | Građevinski projekt     | 72160-GP-024-2023       | Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.           | Institut IGH d.d. Zagreb           |
| 34 | Rekonstrukcija postojećeg plinovoda $\Phi$ 110                       | Strojarski projekt      | S3-O91.00.01-S01.0      | Mislav Crnković dipl.ing.stroj.         | Elektroprojekt d.d. Zagreb         |
| 35 | Rekonstrukcija postojećeg plinovoda $\Phi$ 110                       | Građevinski projekt     | 72160-GP-120-2023       | Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.           | Institut IGH d.d. Zagreb           |
| 36 | Izmještanje SN i NN mreže  | Građevinski projekt     | 72160-GP-121-2023       | Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.           | Institut IGH d.d. Zagreb           |



## SADRŽAJ MAPE:

|   | Stranica broj: |
|---|----------------|
| OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA.....      | II             |
| POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA.....                  | III            |
| PREGLEDNA STRANICA .....                                  | IV             |
| POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA .....                         | V              |
| SADRŽAJ MAPE: .....                                       | VIII           |
| IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA.....            | X              |
| POPIS ZAKONA I PROPISA.....                               | XII            |
| <b>TEHNIČKI DIO</b>                                       | <b>1-1</b>     |
| 1 UVOD .....  | 1-2            |
| 2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA.....                           | 2-1            |
| 2.1 Tehničke podloge.....                                 | 2-1            |
| 2.2 Osvrt na geotehnički elaborat.....                    | 2-1            |
| 2.2.1 Seizmološki podaci .....                            | 2-2            |
| 2.2.5 Materijali tla i podzemna voda.....                 | 2-9            |
| 2.2.6 Nalazište materijala .....                          | 2-11           |
| 3 TEHNIČKI OPIS.....                                      | 3-1            |
| 3.1 Opis građevine .....                                  | 3-1            |
| 3.2 Tehnički opis projektiranog dijela građevine .....    | 3-3            |
| 3.2.1 Nasip N4.....                                       | 3-3            |
| 3.3 Opis smještaja građevine na građevnoj čestici .....   | 3-8            |
| 3.4 Opis načina priključenja na prometnu površinu .....   | 3-8            |
| 3.5 Podaci za obračun komunalnog i vodnog doprinosa ..... | 3-8            |
| 3.6 Tijek izvedbe .....                                   | 3-8            |
| 3.7 Projektirani vijek uporabe.....                       | 3-8            |
| 3.8 Uvjeti za održavanje građevine .....                  | 3-8            |
| 3.9 Pokusni rad .....                                     | 3-9            |
| 4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....  | 4-1            |
| 4.1 Općenito.....   | 4-1            |
| 4.2 Parametri materijala.....                             | 4-2            |
| 4.3 Analiza procjeđivanja i hidrauličke stabilnosti ..... | 4-5            |
| 4.3.1 Rezultati proračuna .....                           | 4-5            |
| 4.3.2 Računski modeli .....                               | 4-5            |
| 4.3.3 Zaključak analize procjeđivanja .....               | 4-9            |





|       |  |      |
|-------|--|------|
| 4.4   | Naponsko deformacijske analize .....   | 4-11 |
| 4.4.1 | Analiza slijeganja temeljnog tla .....   | 4-11 |
| 4.4.2 | Zaključak naponsko deformacijskih analiza .....  | 4-15 |
| 4.5   | Analize stabilnosti .....  | 4-16 |
| 4.5.1 | Seizmički parametri .....  | 4-16 |
| 4.5.2 | Projektne situacije .....  | 4-18 |
| 4.5.3 | Računski modeli .....  | 4-19 |
| 4.5.4 | Zaključak uz analize stabilnosti .....   | 4-28 |
| 4.6   | Dimenzioniranje mlazno injektiranih stupnjaka .....                                      | 4-30 |
| 4.6.1 | Odabir tehnologije .....   | 4-30 |
| 4.6.2 | Sadržaj cementa i vode u injekcijskoj smjesi .....                                       | 4-32 |
| 4.6.3 | Analiza sastava injekcijske smjese .....   | 4-32 |
| 5     | TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE I PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....                  | 5-1  |
| 5.1   | Općenito .....   | 5-1  |
| 5.2   | Mjere osiguranja kvalitete projektiranja .....   | 5-1  |
| 5.2.1 | Organizacijske mjere osiguranja kvalitete projektiranja .....                            | 5-1  |
| 5.2.2 | Tehničke mjere osiguranja kvalitete projektiranja .....                                  | 5-1  |
| 5.3   | Mjere osiguranja kvalitete izvedbe .....   | 5-2  |
| 5.3.1 | Pripremne radnje .....   | 5-2  |
| 5.3.2 | Izvođač .....  | 5-2  |
| 5.3.3 | Projektantski nadzor .....   | 5-2  |
| 5.3.4 | Geotehnički nadzor .....   | 5-2  |
| 5.3.5 | Pripremni radovi .....   | 5-3  |
| 5.3.6 | Zemljani radovi .....  | 5-8  |
| 5.3.7 | Sanacija okoliša gradilišta .....  | 5-29 |
| 5.3.8 | Geotehnički radovi .....   | 5-29 |
| 5.3.9 | Radovi na kolničkoj konstrukciji .....   | 5-33 |
| 5.4   | Opće mjere zaštite na radu .....   | 5-43 |
| 5.4.1 | Zemljani radovi .....  | 5-43 |
| 5.4.2 | Tesarski radovi .....  | 5-43 |
| 5.4.3 | Radovi na betoniranju .....  | 5-44 |
| 5.4.4 | Gradilište .....   | 5-44 |
| 5.4.5 | Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta ..... | 5-45 |
| 6     | PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE .....  | 6-1  |
| 7     | GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI .....   | 7-1  |



## IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA

Na temelju članka 70. stavka 1., točke 1. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) dajem:

dajem:

**IZJAVA PROJEKTANTA da je Glavni projekt izrađen u skladu s lokacijskom dozvolom i drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)**

građevina :

IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:  
4. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko

projektirani dio :

Nasip N4- nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke

naziv mape :

Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade

razina razrade :

Glavni projekt

strukovna odrednica :

Građevinski projekt

ZOP :

GP-5986/23

oznaka i r.br. mape :

E-155-18-08, 8.

Investitor :

Hrvatske vode , ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

projektant:

Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.

- **Potvrđujem da je glavni projekt izrađen u skladu s:**
  - **Lokacijskom dozvolom Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (Klasa: UP/I-350-05/09-01/59, ur.br.: 531-06-10-13 od 29. srpnja 2010.),**
  - **Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (Klasa UP/I-350-05/10-01/138, Ur. broj: 531-06-10-2 od 21. listopada 2010.),**
  - **II. Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja (Klasa: UP/I-350-05/14-01/10, Ur. broj: 531-05-14-2 od 24. ožujka 2014.),**
  - **III. Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine (Klasa: UP/1-350-05/20-01/000035, Ur. broj: 531-06—02-02/02-22-0018 od 23.02.2022),**
- i lokacijskim uvjetima određenima tom dozvolom.**
- **Rješenjem o prihvatljivosti izgradnje sustava obrane od poplava Srednjeg posavlja za okoliš, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, klasa: UP/I-351-03/07-02/54, urbroj: 531-08-1-1-2-6-08-11 od 20. svibnja 2008.**
  - **Rješenjem o prihvatljivosti sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I. faza – karlovačko područje za okoliš i ekološku mrežu (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, klasa: UP/I-351-03/18-02/49, urbroj: 517-03-1-2-19-35 od 06.08.2019.**
  - **Rješenjem o prihvatljivosti sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja,**



**II. faza – sisačko područje za okoliš i ekološku mrežu (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, klasa: UP/I-351-03/19-08/18, urbroj: 517-03-1-2-20-43 od 05.10.2020.**  
– **Zakonima i propisima navedenim u popisu ove izjave i drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).**

Zagreb, rujan 2024. – ispravak 1

**Projektant:**

Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.



## POPIS ZAKONA I PROPISA

### Popis zakona:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18 i 110/19)
- Zakon o vodama (66/19, 84/21)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18 i 96/18)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09., 55/13., 153/13., 41/16, 114/18 i 14/21)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14 i 32/19)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanje sukladnosti (NN 126/21)

### Popis tehničkih propisa i pravilnika:

- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevinske proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19)
- Pravilnik o obaveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/2011)
- Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera (NN 131/21)
- Pravilnik o kontroli projekta (NN 32/14, 72/20)
- Opći tehnički uvjeti za radove na cestama (Hrvatske ceste, 2001.) - u dijelu koji nije u suprotnosti s važećom regulativom RH,
- Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu (Hrvatske vode, 2011.) - u dijelu koji nije u suprotnosti s važećom regulativom RH,



### Popis normi:

- HRN EN 1997-1:2012/A1:2014 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004/A1:2013)
- HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 - Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila - Nacionalni dodatak
- HRN EN 1997-2:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 2. dio: Istraživanje i ispitivanje temeljnoga tla (EN 1997-2:2007+AC:2010)
- HRN EN 1998-5:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja (EN 1998-5:2004)
- HRN EN 1998-5:2011/NA:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 12716:2019 Izvedba posebnih geotehničkih radova – Mlazno injektiranje (EN 12716:2018)  
Zagreb, **rujan 2024. – ispravak 1**

Projektant:  
Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.



**GEOKON**

WWW.GEOKON.HR

Projektantski ured: **Geokon-Zagreb d.d.**  
ZAGREB, Starotrjnjska 16a  
OIB 61600467614

Investitor: **Hrvatske vode**  
ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220  
OIB 28921383001

Razina razrade: **Glavni projekt**  
Strukovna  
odrednica: Građevinski projekt

ZOP: GP-5986/23

Oznaka mape: E-155-18-08

## TEHNIČKI DIO

**IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:**

**4. faza izgradnje - nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana - Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 - N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje - Kamensko**

Građevina: Nasip N4- nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke

Projektirani dio: Nasip N4- nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke

Projektant: Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.

Mjesto, datum: Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1



## 1 UVOD

Temeljem ugovora U-155-18-01, zaključenog između Hrvatske vode, kao Investitora i zajednice ponuditelja koju čine Institut IGH d.d., Vodoprivredno-projektirni biro d.d., Geokon-Zagreb d.d., Elektroprojekt d.d. i HIDROING d.o.o. kao Izvoditelja, izvršeni su radovi na izradi projekta „IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA“. U sklopu navedenog projekta tvrtka Geokon-Zagreb d.d. izvršila je radove na izradi mape projekta „Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade“.

Predmetni glavni projekt se odnosi na građevinu „IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA“, a prema važećoj lokacijskoj dozvoli.

Temeljna podloga ovom glavnom projektu su idejni projekt "Idejni projekt prokopa Korana – Kupa s pratećim objektima" (Hidroinženjering d.o.o., oznake 04/2017-Hi; Zagreb, svibanj 2017.) i glavni građevinski projekt Mapa VPB-TGP-20-0003 Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke.

Poglavlje 2 ove mape projekta pruža pregled podloga korištenih u ovom projektu te osvrt na provedene geotehničke istražne radove. U poglavlju 3 ovog projekta dan je tehnički opis sa razrađenim fazama rada. U poglavlju 4 provedeni su dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva koje građevina mora ispuniti. U poglavlju 5 daje se program kontrole i osiguranja kvalitete projektnog rješenja sa tehničkim uvjetima za bitne elemente konstrukcije i izvedbe. U poglavlju 6 dana je procjena troškova projektiranih radova.

**Ova MAPA E-155-18-08 glavnog projekta prikazuje Dokaze o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva za MAPU VPB-TGP-20-0003 Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke ovog projekta, odnosno ovim projektom se obrađuju geotehnički uvjeti izgradnje nasipa uz lijevu obalu Korane (N4) s nasutom pregradom korita rijeke Korane.**

Projektant :

Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.



## 2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA

### 2.1 TEHNIČKE PODLOGE

Slijedeća dokumentacija je korištena kao podloga pri izradi projekta:

| r.br. | vrsta podloge         | naziv; (oznaka); mjesto; datum; izvođač   | naručitelj    | napomena |
|-------|-----------------------|---|---------------|----------|
| 1.    | Idejni projekt        | "Idejni projekt prokopa Korana – Kupa s pratećim objektima" (oznaka 31/2019), studeni 2021. - Ispravak br.1 Hidroinženjering d.o.o.   | HRVATSKE VODE | -        |
| 2.    | Geotehnički izvještaj | „Izvještaj o provedenim geotehničkim istražnim radovima za izradu glavne projektne dokumentacije za prokop Korana-Kupa s pratećim objektima, Nasip N4 i upusna ustava “ (72150-205/22) Zagreb, ožujak 2020. INSTITUT IGH d.d. | HRVATSKE VODE |          |
| 3.    | Geotehnički izvještaj | „Dodatni geotehnički istražni radovi za projekt eksploatacije materijala iz iskopa prokopa za potrebe nalazišta materijala“ (72150-50/20) Zagreb, lipanj 2020 INSTITUT IGH d.d.   | HRVATSKE VODE | -        |
| 4.    | Glavni projekt        | Mapa: Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke VPB-TGP-20-0003 Vodoprivredno-projektne biro d.d   | HRVATSKE VODE |          |

### 2.2 OSVRT NA GEOTEHNIČKI ELABORAT

Za potrebe projekta: "IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA:

4. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko" izvedeni su geotehnički istražni radovi, koji su se sastojali od geoloških i hidrogeoloških radova te geotehničkih istražnih radova i laboratorijskih ispitivanja. Cilj istražnih radova bio je dobiti podatke o sastavu i karakteristikama materijala temeljnog tla na lokaciji gradnje te dati preporuke za projektiranje i izvođenje predmetnog zahvata.

Program terenskih i laboratorijskih istražnih radova usklađen je s potrebama projektnog zadatka i postojećim podlogama. Na trasi nasipa izvedeno je 15 bušotina dubine 5,0 do 10,0 m (ukupno 113,0 m), dok je na dva potencijalna nalazišta materijala izvedeno 11 bušotina dubina 3,0 do 4,0 m (ukupno 35,0 m). U okviru geotehničkih istraživanja provedena su inženjerskogeološka istraživanja.



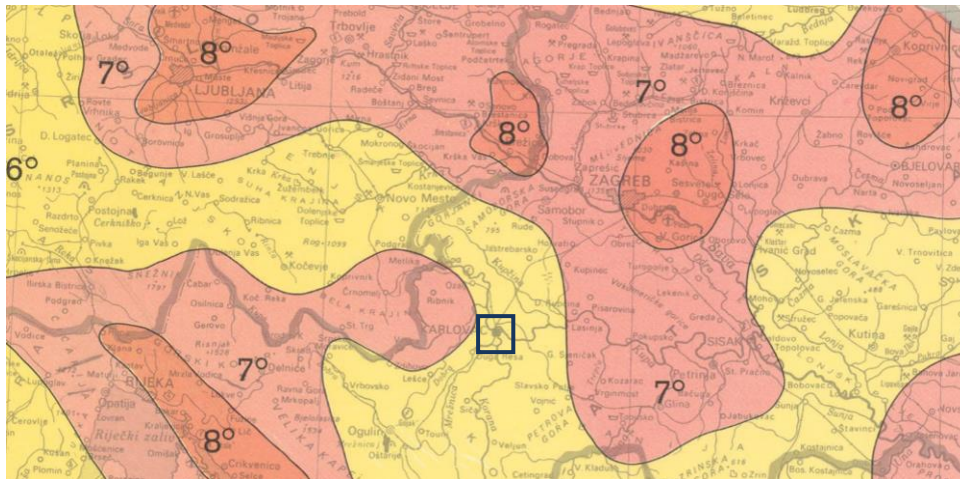


## 2.2.1 SEIZMOLOŠKI PODACI

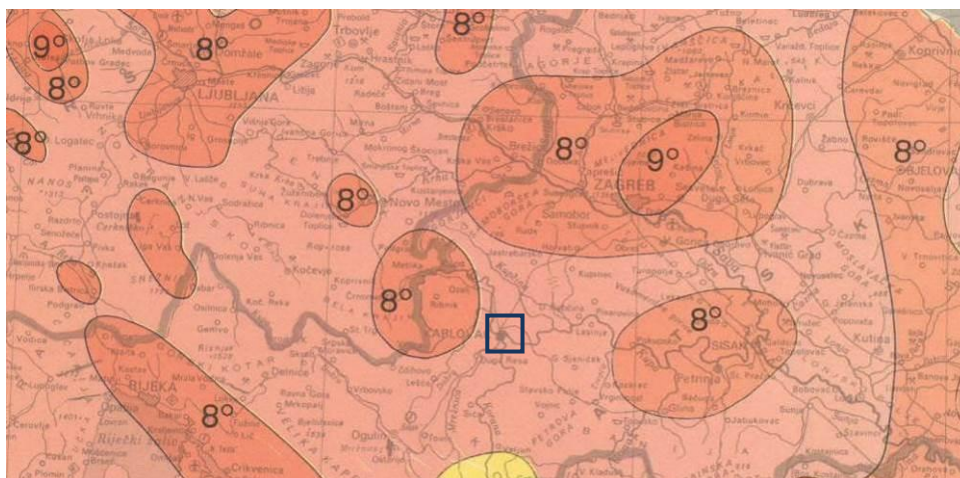
### MAKSIMALNI INTENZITET POTRESA $I_{max}$

Na sljedećim slikama prikazani su isječci iz seizmoloških karata [4] s označenom lokacijom istraživanja na kojima su prikazani stupnjevi maksimalnih intenziteta očekivanih potresa prema MCS skali.

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 500 GODINA



LEGENDA UZ KARTE



Očitani maksimalni intenziteti očekivanih potresa na lokaciji istraživanja prema MCS skali prikazani su u sljedećoj tablici.

| Maksimalni intenzitet potresa |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Povratni period               | $I_{max}$ (°) ljestvice MCS |
| 100 godina                    | 6°                          |
| 500 godina                    | 7°                          |

### POREDBENA VRŠNA UBRZANJA $a_{gR}$

Na temelju karata potresnih područja Republike Hrvatske [5] određuju se potresom prouzročena horizontalna poredbena vršna ubrzanja ( $a_{gR}$ ) površine temeljnog tla tipa A čiji se premašaj tijekom bilo kojih  $t = 50$  godina godina očekuje s vjerojatnošću od  $p = 10$  %. Vjerojatnosti premašaja ( $p$ ) i poredbena razdoblja



(t) s povratnim su razdobljem ( $T$ ) povezana izrazom

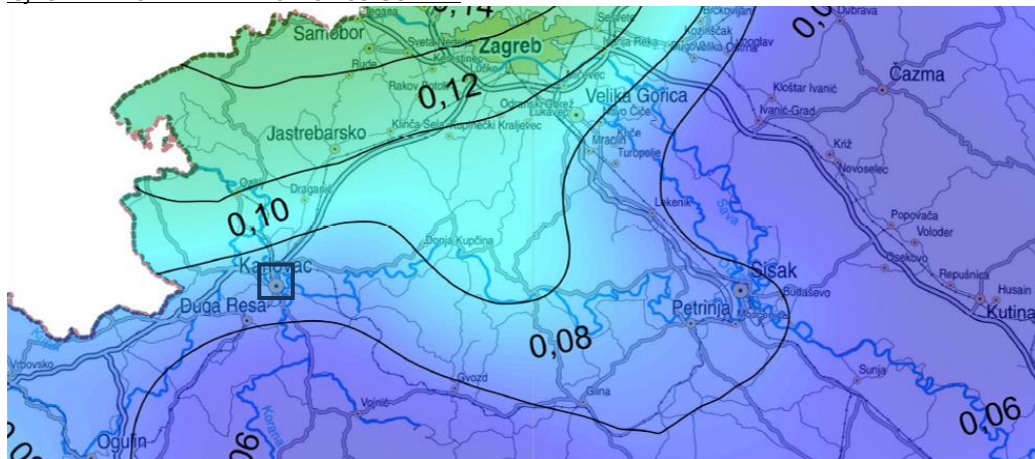
$$p = 100 \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{T} \right)^t \right]$$

pa vrijednosti prikazane na karti odgovaraju ubrzanjima koja se u prosjeku premašuju svakih  $T = 95$  i  $T = 475$  godina. Ubrzanja su izražena u jedinicama gravitacijskog ubrzanja  $g$  ( $1 g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

Iznosi poredbenih vršnih ubrzanja na karti prikazani su izolinijama s rezolucijom od  $0,02 g$ . Numerički navedene vrijednosti na karti odnose se na prostor između dvije susjedne izolinije. U slučaju dvojbe valja uzeti prvu susjednu veću vrijednost.

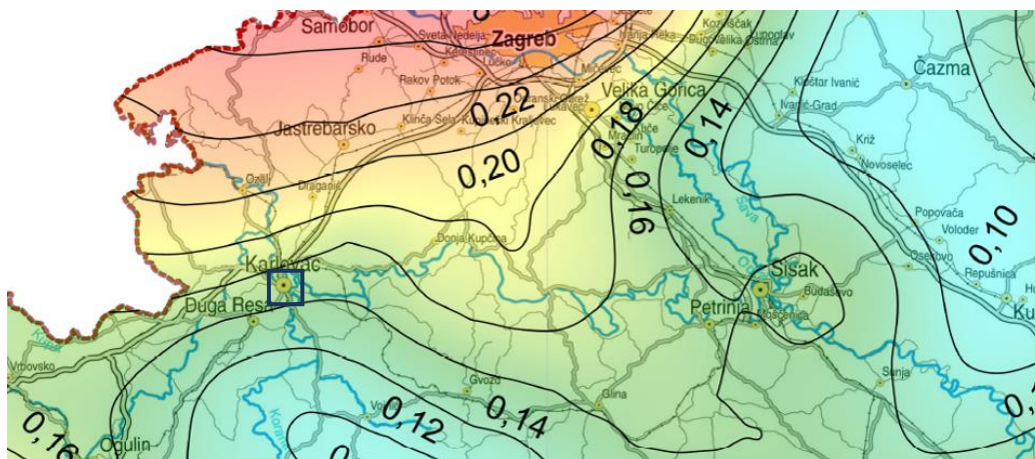
Karte sa tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio – Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade. Na sljedećim slikama prikazani su isječci karata potresnih područja Republike Hrvatske za lokaciju istraživanja na kojoj su prikazana vršna ubrzanja tla tipa A.

ISJEČAK ZA POVRTNI PERIOD OD 95 GODINA



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A ( $a_{GR}$ ), s vjerojatnosti premašaja 10 % u 10 godina, za poredbeno povratnorazdoblje potresa  $T_{DLR} = 95$  godina, izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja ( $g$ )

ISJEČAK ZA POVRTNI PERIOD OD 475 GODINA



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A ( $a_{GR}$ ), s vjerojatnosti premašaja 10 % u 50 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa  $T_{NCR} = 475$  godina, izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja ( $g$ )

LEGENDA:

$T_{DLR}$  – DLR = eng. **Damage Limitation Requirement** (hrv. uvjet ograničenog oštećenja)

$T_{NCR}$  – NCR = eng. **No-Collapse Requirement** (hrv. uvjet bez urušavanja)



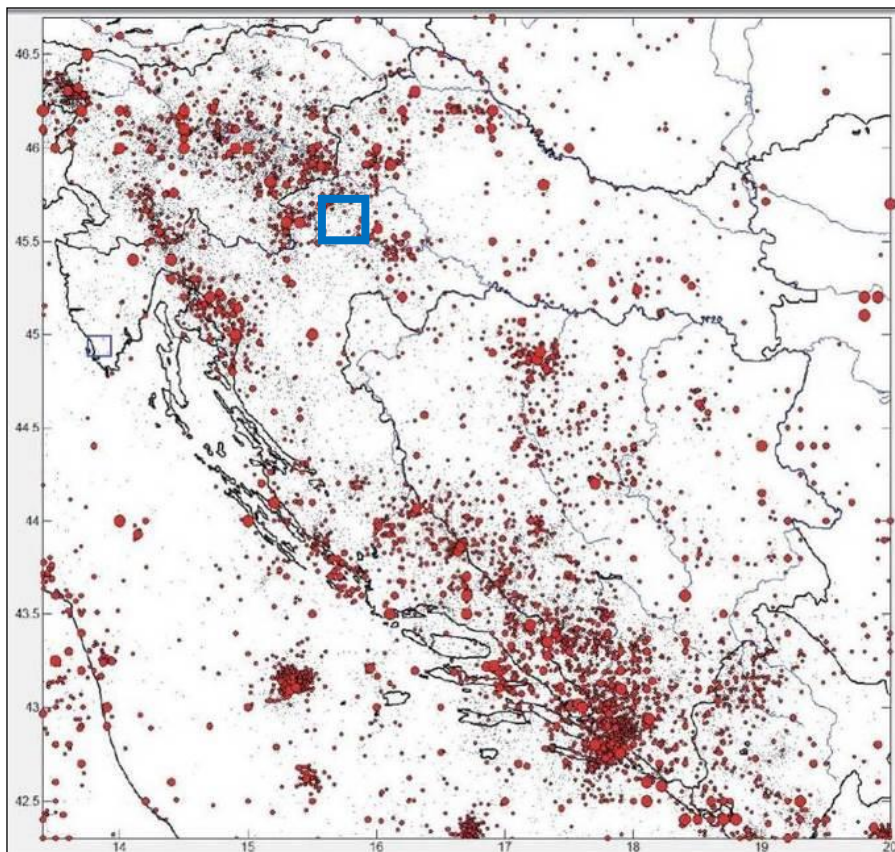
Očitane vrijednosti poredbenih vršnih ubrzanja tla tipa A prikazane su u sljedećoj tablici.

| Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Povratni period                     | $a_{gR}$ (g)  |
| 95 godina                           | 0,075 - 0,076 |
| 475 godina                          | 0,152 - 0,155 |

Napomena: za očitavanje poredbenog vršnog ubrzanja predmetne lokacije može se koristiti i web poveznica <http://seizkarta.gfz.hr/karta.php> Geofizičkog zavoda PMF-a. Sukladno uputi, očitavanja na navedenoj poveznici su samo orijentacijska i nužno ih je potvrditi uvidom u karte potresnih područja.

Karte potresnih područja karte su seizmičkog hazarda ili potresne opasnosti koja se procjenjuje na temelju opažene seizmičnosti tijekom što je moguće duljeg razdoblja. Za Hrvatsku osnovna je baza podataka sadržana u Hrvatskom katalogu potresa (Herak et al., 1996) koji održava Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Trenutno sadrži osnovne podatke o više od 40 000 potresa koji su se dogodili na teritoriju Republike Hrvatske i susjednim područjima, a redovito se dopunjuje podacima o novim potresima. Današnja mreža seizmografa u Hrvatskoj omogućuje da se godišnje prosječno locira i u katalog uvrsti više od 3 500 potresa.

Sljedeća slika prikazuje Kartu epicentara potresa Republike Hrvatske na kojoj je označena šira lokacija istraživanja.



Epicentri potresa iz Hrvatskog kataloga potresa (Geofizički odsjek PMF-a, 2011)



## **KATEGORIJA LOKALNOG TLA**

U sljedećoj tablici prikazani su tipovi tla i njihov geotehnički opis prema Eurokodu 8, koji se koriste za projektiranje objekata u dinamičkim uvjetima.

| Tip tla  | Opis geotehničkog profila tla   | $v_{s,30}$<br>(m/s) | $N_{SPT}$<br>(n/30cm) | $c_u$<br>(kPa)  |
|----------|---|---------------------|-----------------------|-----------------|
| A        | Stijena ili druga geološka formacija uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini.   | >800                | -                     | -               |
| B        | Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnoga povećanja mehaničkih svojstava s dubinom.             | 360 - 800           | >50                   | >250            |
| <b>C</b> | <b>Debeli nanosi srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili srednje krute gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.</b>   | <b>180 - 360</b>    | <b>15-50</b>          | <b>70 - 250</b> |
| D        | Nanosi slabo do srednje koherentni (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili s predominantno mekim do srednje krutim koherentnim tlima.  | <180                | <15                   | <70             |
| E        | Profili koji sadrže površinski sloj koji karakterizira brzina $v_s$ tzv. tipove tla C i D i debljine od 5 m do 20 m, a ispod njih je kruti materijal s brzinom većom od $v_s$ 800 m/s |                     |                       |                 |
| S1       | Nanosi koji sadrže najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visoko plastičnim indeksom ( $PI > 40$ ) i visokim sadržajem vode   | <100                |                       | 10 - 20         |
| S2       | Nanosi likvefakcijski osjetljivog tla pijeska i gline ili bilo koji tip tla koji nije opisan od A do E i pod S1   |                     |                       |                 |

### **LEGENDA:**

$v_{s,30}$  - srednja vrijednost brzine poprečnih površinskih valova

$N_{SPT}$  - standardni penetracijski test (broj udaraca)

$c_u$  - posmična čvrstoća tla

Lokalno temeljno tlo na lokaciji istraživanja pripada **tipu tla C**.

## **2.2.2 GEOTEHNIČKA KATEGORIZACIJA**

Da bi se olakšalo utvrđivanje geotehničke složenosti projekta, Eurokod 7 je uveo tri geotehničke kategorije s naglaskom da je kategorija viša što je projekt složeniji (ili njegov dio). Razlika u kategorijama leži u prirodi i opsegu geotehničkih istraživačkih radova i proračuna, a sukladno tome i stupnju stručnosti projektanta. Primjena kategorizacije nije obvezna, ali može poslužiti projektantu kao smjernica i pomoć pri projektiranju.

Geotehnička kategorija 2 obuhvaća najčešće zastupljene geotehničke zahvate kao što su plitki i duboki temelji, potporni zidovi, nasipi, niske nasute brane, jednostavnije građevne jame, stabilnost jednostavnijih kosina i sl.



Obzirom na značajke građevine i lokacije predmetni zahvat se po svojim karakteristikama može svrstati u geotehničku kategoriju 2 prema sljedećem:

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Geotehnička kategorija</b>    | 2.   |
| <b>Općenito</b>                  | Uobičajena vrste konstrukcija i temelja, koja ne uključuju pretjerane opasnosti, neobične ili izuzetno teške uvjete u temeljnom tlu ili uvjete opterećenja, te je moguće uz kvantificirane geotehničke podatke i analize rutinskim postupcima provesti projektiranje i gradnju temelja sa zanemarivim opasnostima za vlasništvo i živote.                      |
| <b>Geotehnički hazard</b>        | Srednji.   |
| <b>Uvjeti u tlu</b>              | Uvjeti u tlu mogu se odrediti iz istražnih radova.   |
| <b>Podzemna voda</b>             | Mjerenom od ušća bušotine, razina podzemne vode je registrirana na dubinama od 0,90 m do 1,90 m u bušotinama na trasi budućeg nasipa N4.   |
| <b>Istražni radovi</b>           | Potrebni su kvantitativni geotehnički podaci dobiveni rutinskim terenskim istražnim radovima i laboratorijskim ispitivanjima.  |
| <b>Regionalna seizmičnost</b>    | <u>Maks .intenzitet potresa prema MCS skali</u><br>- $I_{max} = 6^\circ$ MCS za PP od 100 godina<br>- $I_{max} = 7^\circ$ MCS za PP od 500 godina<br><u>Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A</u><br>- $a_{gR} = 0,075 - 0,076$ g za PP od 95 godina<br>- $a_{gR} = 0,152 - 0,155$ g za PP od 475 godina<br><u>Lokalno temeljno tlo prema EC8</u><br>- tip tla C |
| <b>Utjecaj okoliša</b>           | Rješava se rutinskim postupcima dimenzioniranja.   |
| <b>Osjetljivost konstrukcije</b> | Nema podataka. Pretpostavlja se srednja osjetljivost.  |
| <b>Veličina konstrukcije</b>     | Nasip N4 visine do max 10 m.   |
| <b>Geotehnički rizik</b>         | Srednji.   |
| <b>Projektni postupci</b>        | Geotehničke analize stabilnosti, slijeganja i procjeđivanja, po potrebi i složene analize.   |

## 2.2.3 GEOTEHNIČKA ISTRAŽIVANJA

### 2.2.3.1 Terenski istražni radovi

Terenski istražni radovi sastojali su se od slijedećih segmenata:

- Istražno bušenje uz geotehnički nadzor, identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja
- Uzorkovanje tla
- Ispitivanje standardnog penetracijskog testa u bušotini (SPT)
- Ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja
- Praćenje pojave i razine podzemne vode u bušotinama.



### 2.2.3.2 Istražno bušenje uz geotehnički nadzor, identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja

U cilju osiguranja kvalitete i koordinacije terenskih i laboratorijskih istražnih radova te izrade geotehničkog elaborata istražno bušenje je izvedeno uz kontinuirani geotehnički nadzor. Izvedeno je 7 istražnih bušotina dubine 5,00 do 25,00 m. Istražno bušenje izvedeno je u prosincu 2018. i 2019. godine na poziciji upusne ustave te u travnju 2019. godine na poziciji nasipa N4.

Istražne bušotine izvedene su strojnom garniturom "Geotech" promjera 131,116 i 101 mm. Bušenja su izvedena rotacijski, "na suho", uz kontinuirano jezgrovanje vidija bušačom krunom i jednostrukom jezgrenom cijevi. Od zarušavanja stjenke bušotina su štićene čeličnim kolonama.

Terenska razredba (klasifikacija) i raspoznavanje (identifikacija) slojeva tla nabušene jezgre pomaže u odabiru mjerodavnih uzoraka tla dobivenih istražnim bušenjem kao i za daljnja detaljnija ispitivanja u laboratoriju.

Podatke o izvedenim bušotinama pruža sljedeća tablica (koordinatni sustav HTRS96/TM)

| Građevina     | Oznaka bušotine | Dubina bušotine(m) | Datum bušenja   | Koordinate bušotine |         | Nivo vode |      |
|---------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------|---------|-----------|------|
|               |                 |                    |                 | x                   | y       | PPV       | RPV  |
| UPUSNA USTAVA | V1              | 25                 | 03.-12.12. 2018 | 427861              | 5037675 | 3,50      | 2,60 |
|               | V2              | 25                 | 16.-20.12.2019  | 427730              | 5037610 | 2,80      | 2,60 |
| NASIP 4       | V4              | 5                  | 25.04.2019      | 427670              | 5037458 | 1,20      | 0,90 |
|               | V5              | 5                  | 25.04.2019      | 427682              | 5037449 | 2,50      | 1,70 |
|               | V6              | 5                  | 25.04.2019      | 427577              | 5037257 | 4,10      | 1,90 |
|               | V7              | 5                  | 25.04.2019      | 427589              | 5037251 | 2,00      | 1,80 |
|               |                 |                    |                 |                     |         |           |      |

### 2.2.3.3 Uzorkovanje tla

Cilj uzorkovanja je dobivanje uzoraka za identifikaciju tla i laboratorijska ispitivanja radi određivanja geotehničkih svojstava temeljnog tla. U geotehničkom laboratoriju određivana su fizikalna i mehanička svojstva na neporemećenim i poremećenim uzorcima, a u skladu s akreditiranim normama.

Za uzorkovanje neporemećenih uzoraka tla korišten je uzorkivač. Nakon što je dosegnuta odgovarajuća dubina, uzorkivač se spuštao u bušotinu. Dubinu uzorkovanja na terenu definirao je geotehnički nadzor. Uzorci su se nakon vađenja ostavljali u cilindrima kako bi se sačuvali od poremećaja i gubitka vlage.

Poremećeni uzorci za klasifikacijska ispitivanja uzimani su sistematski iz svakog sloja, minimalno po jedan uzorak. Uzorci su uzimani iz sanduka, a nakon fotografiranja jezgre. Poremećeni uzorci su pohranjivani u plastične vrećice kako bi se zaštitili od gubitka vlage.

Prilikom transporta uzorci su pohranjeni u odgovarajućem sanduk u kojemu su zaštićeni od mogućih vanjskih utjecaja (vrućine, hladnoće, vibracija i udaraca). Po preuzimanju uzoraka, izvršen je njihov popis (broj NU i PU), pregled te su zaduženi i pohranjeni u vlažnoj komori. Nakon što je definiran laboratorijski program ispitivanja, na ispitnim uzorcima su se izvela odgovarajuća ispitivanja.



### 2.2.3.4 Standardni penetracijski test (SPT)

Rezultati ispitivanja SPT-a služe za:

- procjenu parametara čvrstoće i relativne zbijenosti nekoherentnih materijala prema postojećim korelacijama, te
- uspostavljanje neposrednih korelacija SPT s rezultatima laboratorijskih pokusa.

Ispitivanje zbijenosti tla standardnim penetracijskim testom (SPT) je izvršeno prema HRN EN 1997-2:2012, tj. prema HRN EN ISO 22476-3:2008. (Geotehničko istraživanje i ispitivanje – Terensko ispitivanje – 3. dio: Standardno penetracijsko ispitivanje). Pokus je izvođen tijekom bušenja. Nakon postizanja određene dubine bušenja, na šipke se pričvršćuje poseban čelični cilindar (s nožem/šiljkom, zavisno o karakteristikama tla) i spušta na dno bušotine. Na vrhu je uređaj s maljem koji automatski diže i otpušta malj. Masa malja je 63,5 kg i pada s visine od 76 cm. Bilježi se broj udaraca potrebnih za 15 cm prodiranja šipki i cilindra. Prvih 15 cm je početna penetracija kojom se ulazi u neporemećeni sloj tla. Zatim se mjeri broj udaraca za iduća dva intervala od 15 cm u ispitivanom sloju. Zbroj udaraca za ova dva intervala daje mjereni broj udaraca N.

### 2.2.3.5 Ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja

Na jezgri bušenja je u glinenim materijalima izvršeno in-situ ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće priručnim džepnim penetrometrom -  $q_u$  (kPa), te ispitivanje vršne i rezidualne nedrenirane čvrstoće priručnom džepnom krilnom sondom -  $c_u$  i  $c_{ur}$  (kPa).

Džepni penetrometar je ručni instrument za ispitivanje približne vrijednosti jednoosne tlačne čvrstoće koherentnog tla na terenu ili u laboratoriju. Instrument se sastoji od kućišta sa mjernom skalom i pokazivačem unutar kojeg se nalazi kalibrirana opruga. Mjerenje se izvodi utiskivanjem mjerne sonde penetrometra u tlo do dubine 6,4 mm te očitavanja vrijednosti sa mjerne skale. Mjerni raspon se kreće od 0 do maksimalno 450 kPa.

Džepna krilna sonda je ručni instrument za ispitivanje približne vrijednosti vršne i rezidualne nedrenirane posmične čvrstoće koherentnog tla na terenu ili u laboratoriju. Instrument se sastoji od kućišta sa pokazivačem i mjernom skalom na koji se pričvršćuje nastavak (disk) sa lopaticama na jednoj strani. Mjerenje se izvodi utiskivanjem nastavka sa lopaticama u tlo te rotiranjem kućišta u smjeru kazaljke na satu do sloma tla. Nakon sloma tla očitava se vrijednost sa mjerne skale. Nakon sloma tla te očitavanja vršne čvrstoće vrši se mjerenje rezidualne čvrstoće na istom mjestu. Pokazivač se vrati na početni položaj (0), a princip mjerenje je isti kao i kod mjerenja vršne čvrstoće. Ovisno o konzistentnom stanju tla koristi se jedan od tri raspoloživa nastavka. Najveći nastavak ima mjerni raspon 0-20 kPa, a koristi se u mekanim tlima. Srednji nastavak ima mjerni raspon 0-100 kPa, dok najmanji nastavak ima mjerni raspon 0-250 kPa te se koristi u tvrdim glinama.



## 2.2.4 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Laboratorijska ispitivanja neporemećenih i poremećenih uzoraka tla provedena su u Institutu IGH d.d., Zagreb, Zavod za materijale i konstrukcije, Geotehnički laboratorij (akreditiranom prema normi HRN EN ISO 17025:2007, Instituta IGH d.d., Zagreb, Geotehnički laboratorij (ovlasnica HAA br. 17025/1196.).

| Vrsta ispitivanja                           | Oznaka             | Jed.              | Norma                  |
|---|--------------------|-------------------|------------------------|
| Obrada i priprema uzoraka                   |                    |                   | ASTM D 4543-08         |
| Ispitivanje granulometrijskog sastava       |                    | %                 | ASTM D 422-63 (2007)   |
| Granice plastičnosti                        | $w_L, w_P$ i $I_p$ | %                 | BS 1377:1990, P2-4.5,5 |
| Sadržaj prirodne vlage                      | $w_o$              | %                 | ATSM D 2216-10         |
| Gustoća čvrstih čestica tla                 | $\rho_s$           | Mg/m <sup>3</sup> | ASTM D 854-14 Metoda B |
| Izravni posmik                              | IP (c', $\phi'$ )  | kPa               | ASTM D3080/D3080-11    |
| VDP u edometru                              | K                  | cm/s              | HRN U.B1.034           |
| Edometar - jednodimenzionalna konsolidacija | Ms                 | Mpa               | ASTM D 2435/D2435-11   |

Ispitivanja su provedena u skladu s važećim propisima i normama. Rezultati laboratorijskih ispitivanja prikazani su u geotehničkom elaboratu.

## 2.2.5 MATERIJALI TLA I PODZEMNA VODA

Na temelju provedenih geotehničkih istraživanja dani su geotehnički modeli tla za nasip N4. Za formiranje geotehničkog modela tla korišteni su podaci dobiveni u bušotinama V1-V7.

### 2.2.5.1 Grupe materijala

U skladu s provedenim istražnim radovima do dubine istraživanja utvrđene su sljedeće vrste/grupe materijala u temeljnom tlu:

| Grupa materijala | Vrsta materijala                               | Oznaka materijala | Opis materijala   |
|------------------|--|-------------------|---|
| (1)              | HUMUS  | -                 | Humus je površinski sloj debljine 20 do 50 cm.  |
| (2)              | POVRŠINSKA GLINA PRAŠINASTA NISKE PLASTIČNOSTI | CL                | Površinska glina je niske do visoke plastičnosti, lako do srednje plastične konzistencije, žuto smeđe i žuto sive boje, neznatno obojana željeznim oksidom. Registrirana je u svim bušotinama ispod sloja humusa, najpliće do dubine 2,45 m (bušotina V4), a najdublje do 4,1 m (bušotina V6). Prosječna debljina sloja je 3,50 m.  |
| (3)              | ŠLJUNAK SLABO GRADUIRAN                        | GP                | Šljunak je slabo graduiran, pjeskovit, sitan do srednje krupan, uglavnom slabo zbijen, sivo žute boje, poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom do 2-3 cm. Registriran je u bušotinama V4 i V5. Pojava šljunka registrirana je najpliće na 2,45 m (bušotina V4), a najdublje na 3,40 m (bušotina V5). Debljina sloja šljunka kreće se od 1,60 m (bušotina V5) do 2,55 m (bušotina V4), a ograničena je dubinom bušenja. |
| (4)              | ŠLJUNAK DOBRO GRADUIRAN                        | GW                | Šljunak je dobro graduiran, sitan do srednje krupan, uglavnom slabo zbijen, sivo žute boje, poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom do 4 cm. Registriran je u bušotinama V6 i V7. Pojava šljunka registrirana je najpliće na 4,00 m (bušotina V7), a najdublje na 4,10 m (bušotina V6). Debljina sloja šljunka kreće se od 0,90 m (bušotina V6) do 1,00 m (bušotina V7), a ograničena je dubinom bušenja.              |





### 2.2.5.2 Rezultati terenskih i laboratorijskih istražnih radova

U sljedećoj tablici dan je sumarni prikaz rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja po pojedinim grupama materijala:

| grupa materijala | vrsta materijala                                  | oznaka materijala | opis materijala  |
|------------------|---|-------------------|--|
| (1)              | HUMUS   | -                 | Humus je površinski sloj debljine 20 do 50 cm.   |
| (2)              | POVRŠINSKA GLINA<br>PRAŠINASTA NISKE PLASTIČNOSTI | CL                | <p>Površinska glina je niske do visoke plastičnosti, lako do srednje plastične konzistencije, žuto smeđe i žuto sive boje, neznatno obojana željeznim oksidom. Registrirana je u svim bušotinama ispod sloja humusa, najpliće do dubine 2,45 m (bušotina V4), a najdublje do 4,1 m (bušotina V6). Prosječna debljina sloja je 3,50 m.</p> <p><u>TERENSKA ISPITIVANJA</u><br/>Standardni penetracijski test (SPT)<br/>N=3-7 udaraca/30 cm (prosjeak 4)<br/>Džepni penetrometar - <math>q_u=20-250</math> kPa (prosjeak 80 kPa)<br/>Džepna krilna sonda - <math>c_u=8-57</math> kPa (prosjeak 22 kPa),</p> <p><u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u><br/><math>w_o=23,60-48,50\%</math> (prosjeak 36,34%),<br/><math>I_p=16,24-25,82\%</math> (prosjeak 21,65%), <math>I_c=0,20-1,23</math> (prosjeak 0,70),<br/><math>\rho=1,73-1,87</math> g/cm<sup>3</sup> (prosjeak 1,79 g/cm<sup>3</sup>),<br/><math>c=6,4-10,10</math> kPa (prosjeak 8,25 kPa), <math>\varphi = 26,00 -27,40^\circ</math> (prosjeak 26,70°)<br/><math>M_s (\sigma_{50</math> kPa) = 3,5-11,57 MPa, <math>M_s (\sigma_{100</math> kPa) = 3,5-8,37 MPa,<br/><math>M_s (\sigma_{200</math> kPa) = 3,2-7,9 MPa, <math>M_s (\sigma_{400</math> kPa) = 4,7-10,7 MPa</p> |
| (3)              | ŠLJUNAK SLABO GRADUIRAN                           | GP                | <p>Šljunak je slabo graduiran, pjeskovit, sitan do srednje krupan, uglavnom slabo zbijen, sivo žute boje, poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom do 2-3 cm. Registriran je u bušotinama V4 i V5. Pojava šljunka registrirana je najpliće na 2,45 m (bušotina V4), a najdublje na 3,40 m (bušotina V5). Debljina sloja šljunka kreće se od 1,60 m (bušotina V5) do 2,55 m (bušotina V4), a ograničena je dubinom bušenja.</p> <p><u>TERENSKA ISPITIVANJA</u><br/>Standardni penetracijski test (SPT)<br/>N=2-14 udaraca/30 cm (prosjeak 6)</p> <p><u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u><br/><math>G=45,89-46,29\%</math> (prosjeak 46,09%), <math>S=41,65-42,31\%</math> (prosjeak 41,98%)<br/><math>M=7,77-9,05</math> (prosjeak 8,41%), <math>C=2,35-4,69\%</math> (prosjeak 3,52),<br/>VDP prema USBR-u <math>k = 1,2E-2</math> cm/s</p>   |
| (4)              | ŠLJUNAK DOBRO GRADUIRAN                           | GW                | <p>Šljunak je dobro graduiran, sitan do srednje krupan, uglavnom slabo zbijen, sivo žute boje, poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom do 4 cm. Registriran je u bušotinama V6 i V7. Pojava šljunka registrirana je najpliće na 4,00 m (bušotina V7), a najdublje na 4,10 m (bušotina V6). Debljina sloja šljunka kreće se od 0,90 m (bušotina V6) do 1,00 m (bušotina V7), a ograničena je dubinom bušenja.</p> <p><u>TERENSKA ISPITIVANJA</u><br/>Standardni penetracijski test (SPT)<br/>N=7-11 udaraca/30 cm (prosjeak 9)</p> <p><u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u><br/><math>G=48,55-50,99\%</math> (prosjeak 49,77%), <math>S=37,50-39,33\%</math> (prosjeak 38,42%)<br/><math>M=6,68-8,35</math> (prosjeak 7,52%), <math>C=3,77-4,83\%</math> (prosjeak 4,30%),<br/>VDP prema USBR-u <math>k = 6,7E-3</math> cm/s</p>   |



### 2.2.5.3 Podzemna voda

Tijekom provođenja terenskih istražnih radova praćena je pojava (PPV) i razina (RPV) podzemne vode. Opažanja su vršena od ušća bušotine, a podaci o registriranim razinama prikazani su u sljedećoj tablici.

| BUŠOTINA | DUBINA BUŠOTINE (m) | DATUM MJERENJA | POJAVA PODZEMNE VODE PPV (m) | RAZINA PODZEMNE VODE RPV (m) |
|----------|---------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|
| V-1      | 25,00               | 03.12.2019.    | 3,50                         | 2,60                         |
| V-2      | 25,00               | 03.12.2019.    | 2,80                         | 2,60                         |
| V4       | 5,00                | 25.04.2019.    | 1,20                         | 0,90                         |
| V5       | 5,00                | 25.04.2019.    | 2,50                         | 1,70                         |
| V6       | 5,00                | 24.04.2019.    | 4,10                         | 1,90                         |
| V7       | 5,00                | 25.04.2019.    | 2,00                         | 1,80                         |

Izmjerene razine su trenutne jer se odnose na period provođenja istražnih radova, a mjerene su u otvorenim bušotinama po završetku bušenja.

Generalno se može zaključiti kako razina podzemne vode na lokaciji ovisi o hidrološkim uvjetima, te o vodostajima Kupe i Korane. Točniji podaci o razini podzemne vode na lokaciji dobili bi se praćenjem RPV-a putem piezometara kroz cijelu hidrološku sezonu.

### 2.2.6 NALAZIŠTE MATERIJALA

Za potrebe izgradnje predmetnog nasipa N4 (nasip uz lijevu obalu Korane) u sklopu geotehničkih istražnih radova predviđeni su radovi i na potencijalnom nalazištu materijala. Navedeni nasip će se izvoditi od glinenog materijala iz prokopa Korana – Kupa.

Za potrebe izrade projektne dokumentacije u sklopu „Projekta zaštite od poplava u slivu Kupe – karlovačko i sisačko područje“, izvedeni su dodatni geotehnički istražni radovi od strane poduzeća Institut IGH d.d. i Geokon- Zagreb d.d. od travnja do lipnja 2020. godine.

Svrha provedenih dodatnih geotehničkih istražnih radova je dobivanje detaljnijeg uvida u karakteristike tla na lokaciji prokopa za ocjenu iskoristivosti materijala za izradu nasipa u sklopu projekta prelaganja ušća Korane u Kupu.

Na potencijalnom nalazištu materijala izvedene su bušotine dubina od 2,00 do 4,50 m te istražni raskopi dubina 2,50 do 3,10 m iz kojih su uzeti reprezentativni poremećeni uzorci za klasifikacijska ispitivanja i veliki poremećeni uzorci za ispitivanja po standardnom Proctor-u.

Rezultati provedenih istražnih radova s ocjenom pogodnosti materijala za ugradnju u nasipe obrađeni su i prikazani u Geotehničkom izvještaju „Dodatni geotehnički istražni radovi za projekt eksploatacije materijala iz iskopa prokopa za potrebe nalazišta materijala" (oznaka elaborata 72150-50/20; Institut IGH d.d., Zagreb, lipanj 2020.).

#### 2.2.6.1 Pogodnost materijala za izradu nasipa

Rezultati laboratorijskih ispitivanja na uzorcima tla s nalazišta prokopa Korana - Kupa generalno zadovoljavaju uvjete propisane u OTU za radove u vodnom gospodarstvu za izradu nasipa od zemljanih materijala. Pojedinačni rezultati laboratorijskih ispitivanja ukazuju na odstupanja od propisanih kriterija, no prilikom eksploatacije materijala i njegovog miješanja, kriterije za ugradnju uglavnom je moguće zadovoljiti.

Elaboratom su registrirane tri geotehničke sredine: zaglinjeni prahovi niske do visoke plastičnosti,



gline niske do visoke plastičnosti te gline srednje do visoke plastičnosti. U nastavku su prikazani rezultati ispitivanja pogodnosti ugradnje materijala u nasipe za sve 3 registrirane geotehničke sredine.

Ispunjenje, odnosno neispunjenje uvjeta za ugradnju glinenog materijala iz prokopa Korana - Kupa sažeto je prikazano u sljedećim tablicama (izvor: elaborat 72150-50/20, Institut IGH d.d.):

| NALAZIŠTE IZ PROKOPA KORANA - KUPA - GEOTEHNIČKA SREDINA 1 |  |   |                               |
|--|--|---|-------------------------------|
| Tehničko svojstvo  | Uvjeti kvalitete (prema OTU)   | Rezultati laboratorijskih ispitivanja                         | Ocjena pogodnosti             |
| Sadržaj vode   | $w=w_{opt} \pm 2\%$  | 21,60-28,50%<br>(prosjeak 25,53%)                             | potrebno dodatno prosušivanje |
| Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)       | $d_{60}/d_{10} \geq 9$   | >9  | zadovoljava                   |
| Udio sitnih čestica  | > 50%  | 60,21% i 74,30%<br>(prosjeak 65,99%)                          | zadovoljava                   |
| Udio organskih tvari                                       | < 6%   | 5,86-9,38%<br>(prosjeak 7,79%)*                               | Potrebno detaljnije ispitati  |
| Suha prostorna masa  | $\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,00 m;<br>$> 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,00 m | 1,57-1,61 $\text{Mg/m}^3$<br>(prosjeak 1,59 $\text{Mg/m}^3$ ) | zadovoljava                   |
| Optimalan sadržaj vode, $w_{opt}$                          | $\leq 25\%$  | 17,92-20,40%<br>(prosjeak 19,16%)                             | zadovoljava                   |
| Granica tečenja, $w_l$                                     | $\leq 65\%$  | 30,87-58,17%<br>(prosjeak 43,58%)                             | zadovoljava                   |
| Indeks plastičnosti, IP                                    | $\leq 30\%$  | 7,01-27,78%<br>(prosjeak 17,94%)                              | zadovoljava                   |
| Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi                     | < 4%   | 1,31-1,52%<br>(prosjeak 1,42%)                                | zadovoljava                   |

| NALAZIŠTE IZ PROKOPA KORANA - KUPA - GEOTEHNIČKA SREDINA 2 |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Tehničko svojstvo  | Uvjeti kvalitete (prema OTU)   | Rezultati laboratorijskih ispitivanja                         | Ocjena pogodnosti                                 |
| Sadržaj vode   | $w=w_{opt} \pm 2\%$  | 20,47-38,97%<br>(prosjeak 27,55%)                             | potrebno dodatno prosušivanje                     |
| Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)       | $d_{60}/d_{10} \geq 9$   | >9  | zadovoljava                                       |
| Udio sitnih čestica  | > 50%  | 81,20% i 99,70%<br>(prosjeak 94,03%)                          | zadovoljava                                       |
| Udio organskih tvari                                       | < 6%   | 2,54-7,77%<br>(prosjeak 5,74%)*                               | Potrebno detaljnije ispitati                      |
| Suha prostorna masa  | $\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,00 m;<br>$> 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,00 m | 1,54-1,68 $\text{Mg/m}^3$<br>(prosjeak 1,59 $\text{Mg/m}^3$ ) | zadovoljava                                       |
| Optimalan sadržaj vode, $w_{opt}$                          | $\leq 25\%$  | 15,90-22,17%<br>(prosjeak 20,26%)                             | zadovoljava                                       |
| Granica tečenja, $w_l$                                     | $\leq 65\%$  | 44,21-77,61%<br>(prosjeak 57,50%)                             | 23 uzorka zadovoljava<br>6 uzoraka ne zadovoljava |



|  |       |                                   |   |
|--|-------|-----------------------------------|---|
| Indeks plastičnosti, IP                | ≤ 30% | 21,85-48,53%<br>(prosjeak 34,06%) | 10 uzoraka zadovoljava<br>19 uzoraka ne zadovoljava |
| Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi | < 4%  | 1,52-4,62%<br>(prosjeak 2,81%)    | 3 uzorka zadovoljavaju<br>2 uzorka ne zadovoljavaju |

| NALAZIŠTE IZ PROKOPA KORANA - KUPA - GEOTEHNIČKA SREDINA 3 |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Tehničko svojstvo  | Uvjeti kvalitete (prema OTU)   | Rezultati laboratorijskih ispitivanja                         | Ocjena pogodnosti                                   |
| Sadržaj vode   | $w=w_{opt}\pm 2\%$   | 21,67-29,51%<br>(prosjeak 24,84%)                             | potrebno dodatno prosušivanje                       |
| Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)       | $d_{60}/d_{10}\geq 9$  | >9  | zadovoljava   |
| Udio sitnih čestica  | > 50%  | 51,90% i 96,20%<br>(prosjeak 84,78%)                          | zadovoljava   |
| Udio organskih tvari                                       | < 6%   | 1,49-9,26%<br>(prosjeak 3,55%)                                | Potrebno detaljnije ispitati                        |
| Suha prostorna masa  | $\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,00 m;<br>$> 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,00 m | 1,54-1,75 $\text{Mg/m}^3$<br>(prosjeak 1,65 $\text{Mg/m}^3$ ) | zadovoljava   |
| Optimalan sadržaj vode, $w_{opt}$                          | ≤ 25%  | 15,60-22,00%<br>(prosjeak 18,28%)                             | zadovoljava   |
| Granica tečenja, $w_l$                                     | ≤ 65%  | 20,25-69,82%<br>(prosjeak 44,24%)                             | 37 uzoraka zadovoljava<br>3 uzorka ne zadovoljavaju |
| Indeks plastičnosti, IP                                    | ≤ 30%  | 17,74-47,03%<br>(prosjeak 28,80%)                             | 29 uzoraka zadovoljava<br>11 uzoraka ne zadovoljava |
| Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi                     | < 4%   | 1,52-3,85%<br>(prosjeak 2,40%)                                | zadovoljava   |

Detaljnijim laboratorijskim ispitivanjima, utvrđeno je kako materijal nije organskog karaktera, nego se radi o glinama s primjesama organskih tvari.

Od parametara koji odstupaju od OTU-a izdvaja se visoka plastičnost gline ( $w_L > 65\%$ ,  $I_p > 30\%$ ) te odstupanje prirodne vlažnosti materijala ( $w_0$ ,  $SREDNJE = 24,84 - 27,55\%$ ) od optimalne vlažnosti prema Proctorovom pokusu ( $w_{opt} = 18,28 - 20,26\%$ ), sa srednjom razlikom od 6,9%. Obzirom da je za ugradnju glinenih materijala potrebno postići vlažnost u granicama  $w_{opt}\pm 2\%$ , evidentno je kako s dostupnim visokoplastičnim materijalom to neće biti moguće. Time se već slabija mehanička svojstva visokoplastične gline u odnosu na srednje i niskoplastične gline dodatno umanjuju. To može dovesti do smanjene otpornosti nasipa na klizanje te deformacija uzrokovanih bubrenjem materijala te se stoga takvi materijali, sukladno Općim tehničkim uvjetima, ne ugrađuju u nasipe.

Ugradnja visokoplastičnih glinenih materijala (CH), vlažnosti koja odstupa od dozvoljenih granica tehnološki je ipak moguća uz primjenu dodatnih mjera za stabilizaciju nasipa. Iako iznimno, primjeri takve ugradnje postoje u rekonstrukciji nasipa u Županjskoj Posavini, nakon katastrofalne poplave iz 2014. godine te izvedu nasipa u Lonjskom polju, pri čemu pogodni materijali ili nisu bili dostupni, ili vremenski uvjeti ugradnje nisu omogućili ugradnju glinenog materijala sukladno uvjetima OTU-a.

Konačne lokacije i obuhvate zahvata nalazišta materijala definirati će se u suradnji Projektanta i predstavnika Naručitelja, nakon sagledavanja svih ekoloških i pravno-imovinskih aspekata. Ovisno o projektnim rješenjima i potrebnim količinama materijala, projektom će se definirati pogodnost glinenog materijala za ugradnju te način iskopa i ugradnje istog.



### 2.2.6.1.1 Geotehničke analize ugradnje CH gline za izgradnju nasipa

Razmatra se izvedba nasipa N4 uz lijevu obalu Korane glinenim materijalom iz prokopa Korana - Kupa koji djelomično ne udovoljava uvjetima OTU-a. Iako u manjem postotku nalazišta postoji materijal koji odgovara uvjetima ugradnje prema OTU, za potrebe ove analize razmatra se da je kompletna izgradnja nasipa izvedena visokoplastičnim glinenim materijalom (CH).

### 2.2.6.1.2 Analiza parametara visokoplastične gline

Za potrebe izgradnje predmetnog nasipa N4 (nasip uz lijevu obalu Korane) u sklopu geotehničkih istražnih radova izvršeni su radovi i na potencijalnom nalazištu materijala. Navedeni nasip će se izvoditi od glinenog materijala iz prokopa Korana - Kupa. Na tim uzorcima provedena su ispitivanja optimalne zbijenosti prema Proctorovom pokusu te su provedena ispitivanja mehaničkih karakteristika čvrstoće, stižljivosti i vodopropusnosti.

Važno je napomenuti da se dobivene vrijednosti ispitanih parametara odnose na uzorke pripremljene s optimalnom vlažnosti, dok pri povećanim vlažnostima mehanička svojstva bitno padaju. Zbog toga su odabrane vrijednosti za numeričke analize oprezna projektantska procjena na temelju očekivanih uvjeta izvođenja.

| VOJSTVO  | RASPON ISPITANIH VRIJEDNOSTI | SREDNJA VRIJEDNOST | MEDIJAN  | KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST (Orr & Farrell, 1999) | ODABRANA VRIJEDNOST |
|--|------------------------------|--------------------|----------|--|---------------------|
| zapreminska težina $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | 18,05 – 20,30                | 19,26              | 19,33    | 19,0   | <b>19,0</b>         |
| kohezija $c'$ [kPa]                              | 18,90 – 34,50                | 26,48              | 27,40    | 12,48  | <b>5,0</b>          |
| kut unutarnjeg trenja $\phi$ [°]                 | 16,70 – 28,00                | 23,58              | 23,90    | 16,83  | <b>18,0</b>         |
| nedrenirana posmična čvrstoća $c_u$ [kPa]        | 113,00 – 939,00              | 449,50             | 372,5    | 180,77   | <b>25,0</b>         |
| Edometarski modul $M_v$ [MPa]                    | 7,50 – 10,7                  | 9,66               | 10,3     | 3,12   | <b>6,05</b>         |
| koeficijent vodopropunosti $k$ [m/s]             | 1,58E-10 – 3,62E-10          | 2,74e-10           | 2,75e-10 | 1,06E-9  | <b>1,0E-9</b>       |

Iz odabranih vrijednosti evidentno je da je najveća projektantska redukcija svojstava na vrijednostima drenirane i nedrenirane kohezije (posmične čvrstoće), obzirom da su ta svojstva najnepouzdanija vezano uz utjecaj povećane vlažnosti materijala.

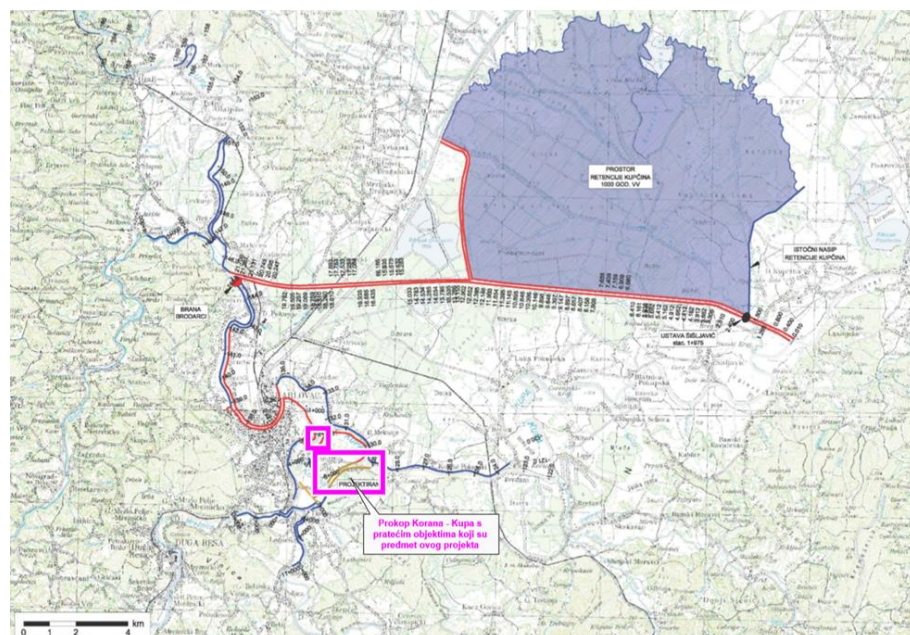
|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| <b>Projektant :</b> | Bojan Ninčević, mag.ing.aedif. |
|---------------------|--------------------------------|



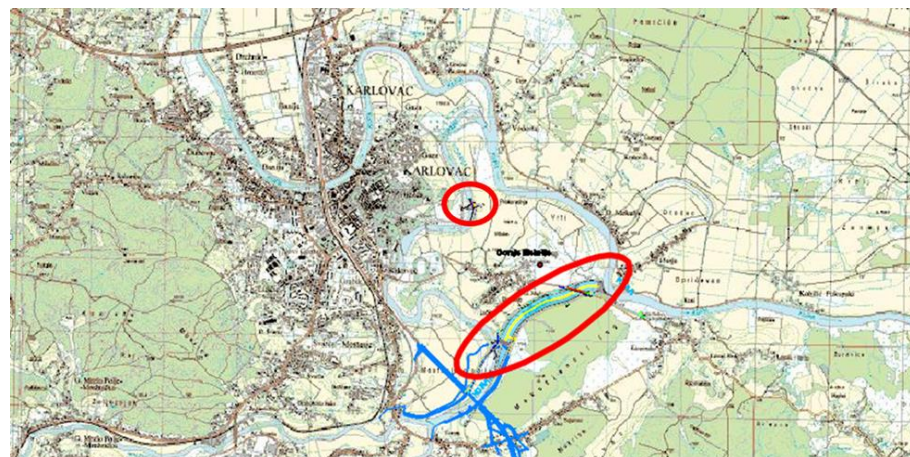
## 3 TEHNIČKI OPIS

### 3.1 OPIS GRAĐEVINE

Izgradnja i dovršetak cjelovitog sustava zaštite Grada Karlovca od poplava kao stalna i dugogodišnja potreba osobito se našla u središtu pozornosti nakon velikovodnih događaja u 2013. i 2014. godini. Ključne građevine ovoga sustava čine pregrada Brodarci na Kupi, oteretni kanal Kupa-Kupa s retencijom Kupčinom i ustavom Šišljavić, zaštitni nasipi i zidovi na rijekama Kupi, Dobri i Korani te prokop kanala Korana-Kupa s upusnom i ispusnom ustavom na rijeci Korani koji je predmet ovoga projekta. Na sljedećoj karti prikazan je sustav obrane od poplava grada Karlovca.



Planirani zahvat prokopa s pratećim građevinama je smješten na području Karlovačke županije odnosno Grada Karlovca, na zemljištu k.o. Gornje Mekušje, k.o. Kamensko i k.o. Karlovac II. te čini četvrtu i petu fazu izgradnje zahvata u prostoru *Desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnje cestovnog mosta preko prokopa (Lokacijska dozvola – III. Izmjena i dopuna, klasa UP/I-350-05/20-01/000035; urbroj: 531-06-02-02/02-22-0018 od 23.02.2022.)*. Lokacija zahvata prokopa s pratećim objektima prikazana je u nastavku:





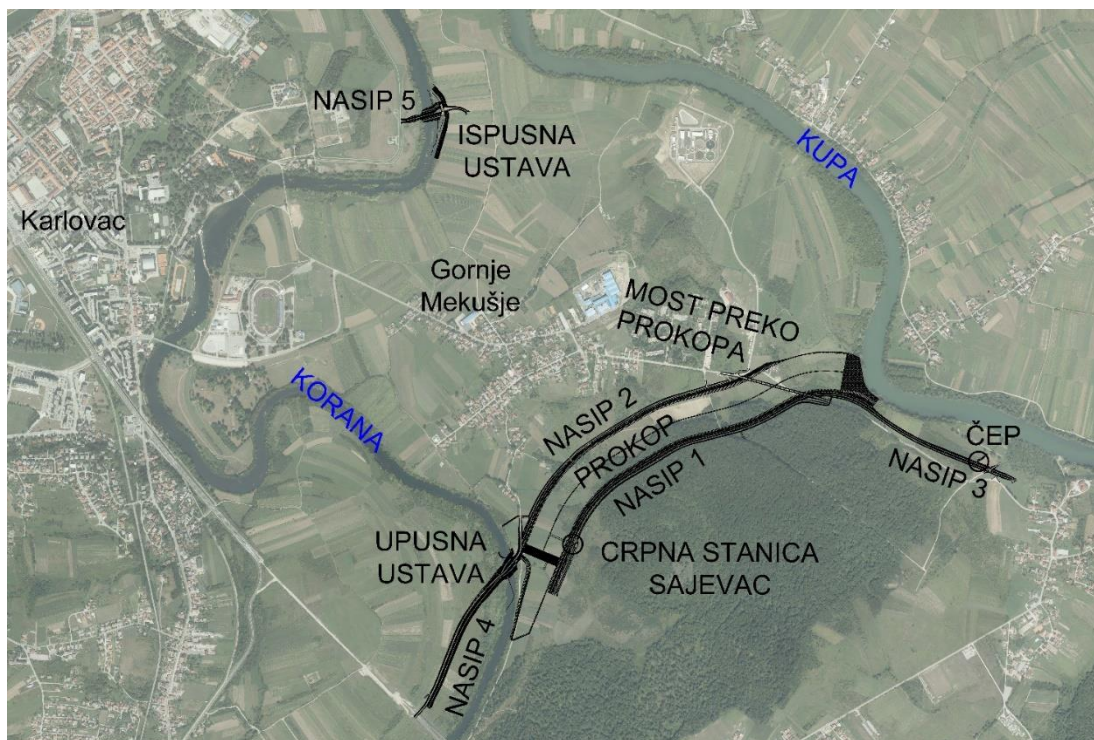
Namjena zahvata je preusmjeravanje velikih voda rijeke Korane prokopom u rijeku Kupu čime bi se izbjegli prolasci visokih vodnih valova kroz gradsko središte i postigla zaštita istočnog dijela Karlovca površine od oko 190 ha. Regulacijom protoka Korane planiranim ustavama, gradskim središtem bi se propuštali mali i srednji protoci vode do  $112 \text{ m}^3/\text{s}$  što je unutar kapaciteta korita na tom dijelu.

Zahvat se sastoji od sljedećih građevina:

- Prokop korita Korana-Kupa,
- prateći nasipi: nasip N1 uz desnu obalu prokopa, nasip N2 uz lijevu obalu prokopa, nasip N3 uz desnu obalu Kupe, nasip N4 uz lijevu obalu Korane i nasip N5 uz ispusnu ustavu,
- 2 ustave: upusna i ispusna ustava Korane,
- građevine za odvodnju zaobalnih voda: crpna stanica "Sajevac" s trafostanicom uz nasip N1 i propust  $\varnothing 100$  kroz nasip N3 s automatskim zatvaračem i
- cestovni most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko

Ovim projektom obrađene su i rekonstrukcije postojeće infrastrukturne građevine u obuhvatu zahvata:

- izmještanje SN i NN elektroenergetske mreže
- rekonstrukcija postojećeg kolektora odvodnje otpadnih voda  $\varnothing 1100$  Duga Resa – Karlovac
- rekonstrukcija postojećeg vodoopskrbnog cjevovoda  $\varnothing 150$
- rekonstrukcija postojećeg plinovoda  $\varnothing 110$



**Ovim projektom obrađuju se geotehnički uvjeti izgradnje nasipa uz lijevu obalu Korane (N4) s nasutom pregradom korita rijeke Korane, odnosno provode se Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva nasipa N4.**



## 3.2 TEHNIČKI OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

### 3.2.1 NASIP N4

Zbog neujednačenosti veličine raspoloživog prostora duž predmetne dionice, konstruktivni elementi nasipa se razlikuju po pojedinim dionicama. Nasip N4 izvodi se na lijevoj i desnoj obali rijeke Korane s obje strane nasute pregrade u rijeci Korani, te se na temelju toga može podijeliti na 4 dionice:

1. nasip na desnoj obali rijeke Korane
2. nasip u koritu rijeke Korane - pregrada
3. nasip u inundaciji na lijevoj obali rijeke Korane
4. nasip na lijevoj obali rijeke Korane

Ukupna duljina nasipa N4 po osi nasipa iznosi oko 887,093 m.

Kruna nasipa se projektira na kotu 120 cm iznad 100 godišnje velike vode.

Nasip se izvodi od glinenog materijala iz nalazišta, koji ne odgovara uvjetima za izvedbu nasipa prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Za ugradnju glinenih materijala u nasip predviđeno je poboljšanje ugradnjom geomreža s ciljem ojačanja nasipa. Geomreže se ugrađuju prema poprečnim profilima prikazanim u priložima ovog glavnog projekta. Geomreže trebaju imati minimalne karakteristike materijala prikazane u sljedećoj tablici:

| r.br. | Svojstvo                                       | Metoda ispitivanja<br>(norma ili jednakovrijedna) | Kriterij        |
|-------|--|---|-----------------|
| 1     | materijal jezgre                               |   | PET (poliester) |
| 2     | materijal omotača                              |   | PE (polietilen) |
| 3     | vlačna čvrstoća uzdužno                        | EN ISO 10319                                      | 37 kN/m         |
| 4     | vlačna čvrstoća poprečno                       |   | 6 kN/m          |
| 5     | izduljenje pri maksimalnom vlačnom opterećenju | EN ISO 10319                                      | ≤9%             |
| 6     | minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV  | EN ISO 20432                                      | 15 dana         |

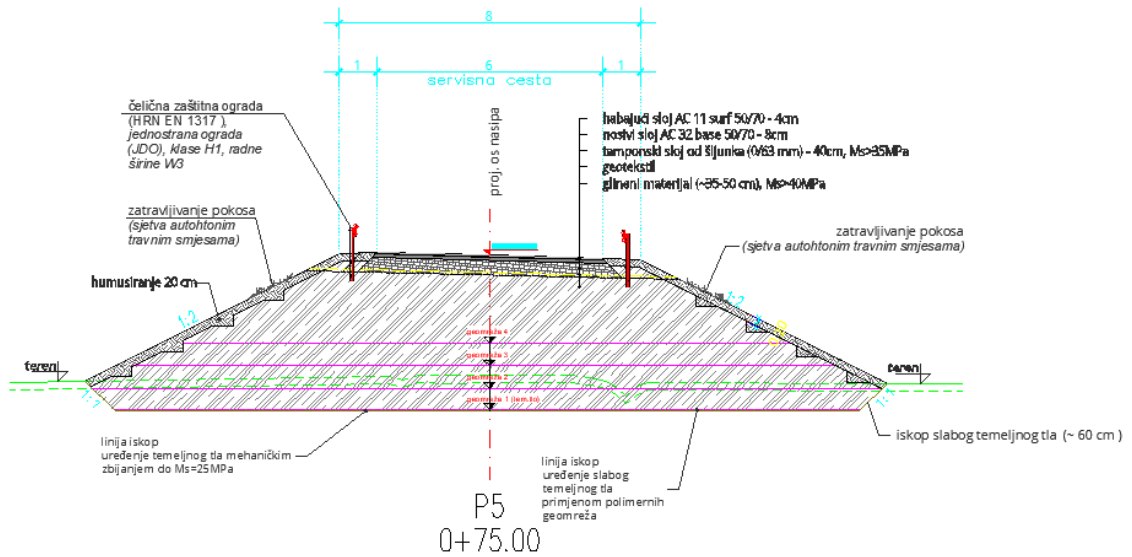
Predmetna geomreža mora biti certificirana u skladu s Ekološkom deklaracijom o proizvodu prema međunarodnim standardima (kao što su ISO 14025, EN 15804 ili jednakovrijednim), koji dokumentira učinke proizvoda na okoliš tijekom cijelog životnog ciklusa mjerenjem određenih učinaka.

Redukcijski koeficijent za vijek od 120 godina  $\leq 1,61$  sukladno EN ISO 20432 ili jednakovrijednom, za uvjete u tlu  $4 \leq pH \leq 8$  i materijale gdje je  $D_{50} \leq 0.7$  mm i  $D_{90} \leq 4$  mm.

#### 3.2.1.1 Nasip na desnoj obali rijeke Korane

Nasip na desnoj obali rijeke Korane započinje spojem na postojeću nerazvrstanu cestu „Otok“ u stacionaži km 0+000,00, te se nastavlja do stacionaže km 0+150,00 odnosno spoja s nasutom pregradom rijeke Korane. Duljina predmetnog dijela nasipa iznosi 150,00 m. Nasip se izvodi od boljeg glinenog materijala s nalazišta materijala, ojačan geomrežama.





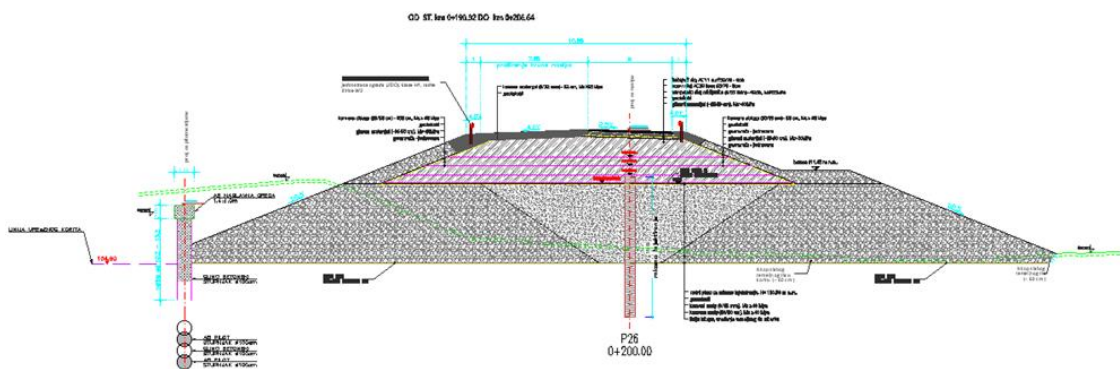
*Karakteristični profil nasipa na desnoj obali rijeke Korane*

Od st km 0+000 do km 0+150.00 nasip se izvodi sa širinom krune od 8,00 m, dok je prosječna visina nasipa 2,99 m. Na ovom dijelu nasipa po kruni nasipa predviđa se izgradnja servisnog puta širine 6,00 m s asfaltnim zastorom (dvije vozne trake širine 3,0 m s obostranim bankinama širine 1,0 m).

Kolničku konstrukciju čini tamponski sloj od drobljenog kamenog materijala granulacije 0-63 mm i izvodi se u sloju debljine 40 cm, koji se od tijela nasipa odvaja ugradnjom razdjelnog geotekstila vlačne čvrstoće  $\geq 25,0$  kN/m (u oba smjera) i gustoće  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>. Na tamponski sloj se ugrađuje nosivi sloj asfalta AC32 base 50/70 debljine 8 cm, a povrhu njega se ugrađuje habajući sloj asfalta AC11 surf 50/70 debljine 4 cm. Bankine širine 1,0 m su humusirane i zatravljene. U bankine se ugrađuje čelična zaštitna odbojna ograda (HRN EN 1317 ili jednakovrijedno, jednostrana ograda (JDO), klase H1, radne širine W3). Koja se postavlja tako da prednja površina branika bude udaljena od vanjskog ruba kolnika najmanje 50 cm, a visina ugradnje iznosi 75 cm. Plaštev (štitnici) čelične zaštitne odbojne ograde pričvršćuju se vijcima na stupove izravno. Vodna i zaobalna strana nasipa izvode se u nagibu pokosa 1:2. Pokosi nasipa se oblažu humusom u debljini sloja 20 cm i zatravljuju.

Na nasip N4 se u stacionaži km 0+111,00 priključuje nasip N2 koji je predmet mape 3 (Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, oznake: I - 2165/22; Hidroing d.o.o. Osijek) koja je sastavni dio ovog glavnog projekta.

### 3.2.1.2 Nasip u koritu - pregrada korita rijeke Korane



*Karakteristični profil nasipa u koritu odnosno pregrada korita rijeke Korane*



Nasuta pregrada rijeke Korane, koja je sastavni dio nasipa N4 započinje u stacionaži km 0+150,00, te se nastavlja do stacionaže km 0+273,57. Duljina predmetnog dijela nasipa iznosi 123.57 m.

U sklopu nasute pregrade rijeke Korane, tj. nasipa N4 predviđena je izgradnja upusne ustave od km 0+175,04 do km 0+187,24 na desnoj obali Korane u rkm 6+400. Upusna ustava se sastoji od ulaznog dijela (s dnom koje će u jednom dijelu biti obloženo gabionskim madracima i bočnih zidova), središnjeg dijela s poslužnim i cestovnim mostom (monolitna armirano-betonska konstrukcija s dnom, bočnim zidovima i mostom) u koji se ugrađuju zaporni organi te slapišta (koje se sastoji od gabionskim madracima obloženog dna i bočnih zidova izvedenih kao sekantni piloti). Upusna ustava je obrađena u mapi 10 (Upusna ustava, oznake: VPB-TGP-20-0003; Vpb d.d.) koja je sastavni dio ovog glavnog projekta.

Budući da se korito rijeke Korane ne može pregraditi niti se radovi mogu izvesti u suhim uvjetima, potrebno je nasipati kameni materijal u korito rijeke. Nasipavanje kamena se izvodi od kote 105.80 m n.m. do kote 110.50 m n.m na taj način da se kreće s obale rijeke Korane te se u bočne zone (uzvodno i nizvodno od uzdužne osi pregrade) ugrađuje krupniji kameni materijal granulacije 30- 50 cm, dok se u središnju zonu ugrađuje drobljeni kameni materijal granulacije 0-63 mm. Pokos nasutog materijala u koritu rijeke iznosi 1:2,5. Različite granulacije kamena koriste se zbog izvedbe vodonepropusne zavjese od mlazno injektiranih stupnjaka.

Mlazno injektiranje (od stacionaže km 0+190,32 do 0+267,14) se izvodi od kote 110.50 m n.m. do kote 100.5 m n.m. Duljina mlazno injektiranje zavjese iznosi 76,82 m. Izvedbom mlazno injektiranih stupnjaka produljuje se put vodi kod procjeđivanja kroz tijelo nasipa te se sprječava ispiranje čestica iz tijela nasipa. Prema provedenim proračunima za traženu tlačnu čvrstoću od 15 N/mm<sup>2</sup> u pjeskovitom materijalu koristi se količina cementa od 400 kg/m<sup>3</sup>, a sve projektne pretpostavke će se potvrditi izvedbom probnog polja ili ispitivanjem nakon izvedbe prvih nekoliko stupnjaka kroz tijelo nasipa. Promjer stupnjaka je 80 cm, dok je ukupna duljina stupnjaka 10 m.

Od kote 110,50 m n.m. započinje se s izgradnjom glinenog nasipa do kote 113,79 m n.m. Nasip je ojačan geomrežama. Geomreže se ugrađuju u četiri razine prema podacima koji se nalazi u prilogima ove mape. Pokosi nasipa izvode se u nagibu 1:2,5 te se oblažu ugradnjom kamenog materijala. Debljina kamene obloge na nizvodnoj strani iznosi 0,50 m i u nju se ugrađuje lomljeni kamen granulacije 5-20 cm, dok debljina kamene obloge na vodnoj strani iznosi 1,00 m i u nju se ugrađuje lomljeni kamen granulacije 30-50 cm.

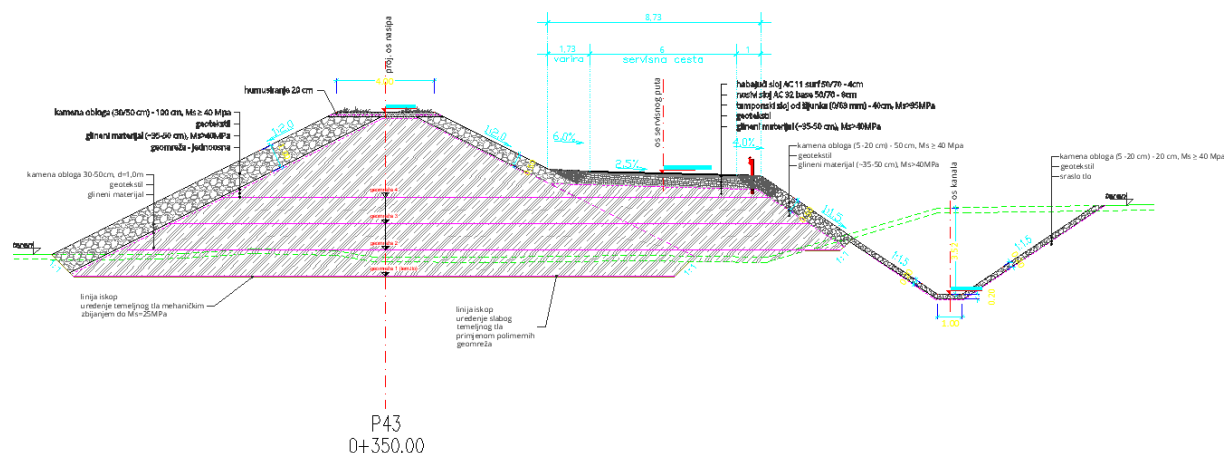
Širina krune nasipa je 8,00 m, ali ista varira zbog uklapanja upusne ustave u tijelo nasipa. Zbog potrebe osiguravanja pristupa upusnoj ustavi radi održavanja i upravljanja zapornicama na upusnoj ustavi izvršeno je proširenje krune nasipa u dužini oko 87,3 m ( od stacionaže km 0+137,70 do 0+225,00), prijelazni dio proširenja je dužine oko 36,0 m, a samo proširenje u zoni upusne ustave iznosi 9,25 m. U proširenje krune nasipa ugrađuje se sloj od drobljenog kamenog materijala granulacije 0-32 mm i u sloju debljine 52 cm, koji se od tijela nasipa odvaja ugradnjom razdjelnog geotekstila vlačne čvrstoće  $\geq 25,0$  kN/m (u oba smjera) i gustoće  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>. Prosječna visina pregrade u koritu Korane je oko 9,54 m.

Cijelom dužinom nasute pregrade u kruni se izvodi servisni put širine 6,00 m iste kolničke konstrukcije kao na prethodnoj dionici s obostranim bankinama širine 1,0 m na krajnjim rubovima krune. Bankina se izvodi od drobljenog kamenog materijala granulacije 0-32 mm. U bankinu je sa svake strane ugrađena čelična zaštitna odbojna ograda (HRN EN 1317 ili jednakovrijedno, jednostrana ograda (JDO), klase H1, radne širine W3) s visinom ugradnje od 75 cm.

S nizvodne strane nasute pregrade izvodi se berma na visinskoj koti 111,45 m n.m. Berma je širine 4,8 m, a tijelo berme se izvodi od lomljenog kamena materijala granulacije 30-50 cm, a završni sloj u kruni berme lomljenim kamenom granulacije 5-20 cm u debljini od 95 cm.



### 3.2.1.3 Nasip u inundaciji na lijevoj obali rijeke Korane



*Karakteristični profil nasipa u inundaciji na lijevoj obali rijeke Korane*

Nasip u inundaciji na lijevoj obali rijeke Korane započinje u stacionaži km 0+273,57, te se nastavlja do stacionaže km 0+406,18. Duljina predmetnog dijela nasipa iznosi 132,61 m.

Nasip se izvodi od glinenog materijala s nalazišta ojačanog geomrežama. Geomreže se ugrađuju u četiri razine prema podacima koji se nalaze u priložima ove mape.

Širina krune nasipa je 4,00 m, dok je prosječna visina nasipa 6,72 m. Kruna nasipa se oblaže humusom u debljini sloja 20 cm i zatravljuje.

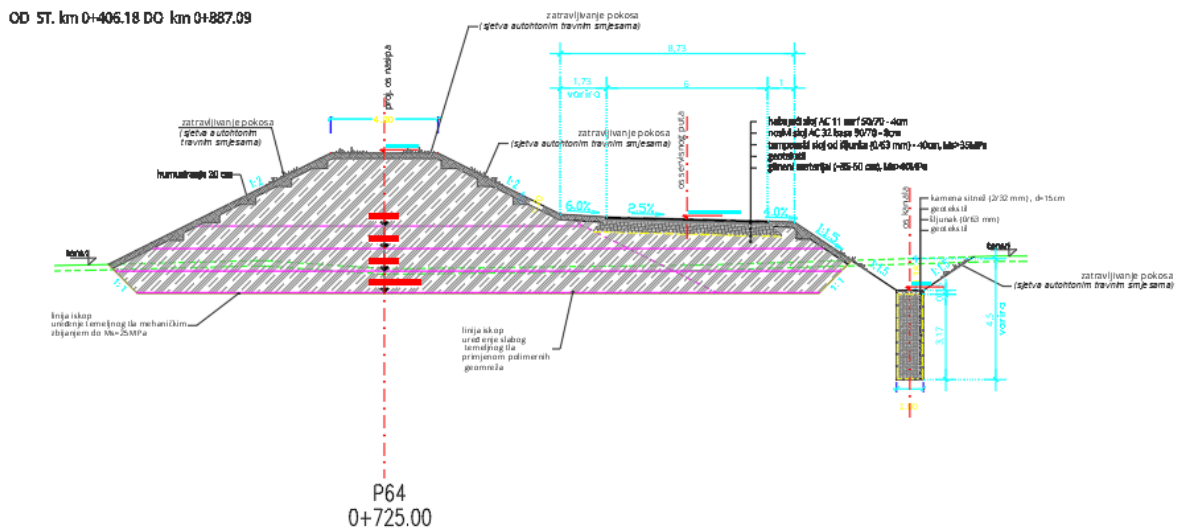
Pokosi nasipa izvode se u nagibu 1:2,0. Zaštita pokosa vrši se oblaganjem lomljenim kamenom. Lomljeni kamen se postavlja na prethodno postavljeni razdjelni geotekstil vlačne čvrstoće  $\geq 25,0$  kN/m (u oba smjera) i gustoće  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>. Debljina kamene obloge na zaobalnoj strani iznosi 0,50 m i u nju se ugrađuje lomljeni kamen granulacije 5-20 cm, dok debljina kamene obloge na vodnoj strani iznosi 1,00 m i u nju se ugrađuje lomljeni kamen granulacije 30-50 cm.

Na zaobalnoj strani nasipa izvodi se servisni put širine 6,00 m. Tijelo servisnog puta se sastoji od nosivog sloja (podloge) koji se izvodi od glinenog materijala s nalazišta ojačanog geomrežama. Nosivi sloj tijela servisnog puta prenosi statička i dinamička prometna opterećenja na donji ustroj, odnosno temeljno tlo. U završni sloj tijela servisnog puta ugrađuje se kolnička konstrukcija, koja se sastoji od tamponskog sloja od drobljenog kamenog materijala granulacije 0-63 mm i u sloju debljine 40 cm, koji se od donjeg ustroja odvaja ugradnjom razdjelnog geotekstila vlačne čvrstoće  $\geq 25,0$  kN/m (u oba smjera) i gustoće  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>. Na tamponski sloj se ugrađuje nosivi sloj asfalta AC32 base 50/70 debljine 8 cm, a povrhu njega se ugrađuje habajući sloj asfalta AC11 surf 50/70 debljine 4 cm. Poprečni nagib servisnog puta je 2,5% na zaobalnu, odnosno branjenu stranu. Pokos trupa servisnog puta izvodi se u nagibu 1:1,5. Zaštita pokosa vrši se oblaganjem lomljenim kamenom. Lomljeni kamen se postavlja na prethodno postavljeni razdjelni geotekstil vlačne čvrstoće  $\geq 25,0$  kN/m (u oba smjera) i gustoće  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>. Debljina kamene obloge iznosi 0,50 m i u nju se ugrađuje lomljeni kamen granulacije 5-20 cm.

Usporedno sa zaobalnom nožicom kolničke konstrukcije predviđena je izgradnja kanala za odvodnju oborinskih voda širine dna 1,00 m, nagiba pokosa 1:1,5 te prosječne dubine od 2,15 m. Zaštita pokosa kanala vrši se oblaganjem lomljenim kamenom. Kanal se oblaže lomljenim kamenom granulacije 3 – 10 cm, debljine 20 cm, na prethodno postavljeni razdjelni geotekstil vlačne čvrstoće  $\geq 25,0$  kN/m (u oba smjera) i gustoće  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>.



### 3.2.1.4 Nasip na lijevoj obali rijeke Korane



Karakteristični profil nasipa na lijevoj obali rijeke Korane

Nasip na lijevoj obali rijeke Korane započinje u stacionaži km 0+406,18, te se nastavlja do stacionaže km 0+887,09 gdje se spaja na planirani nasip uz lijevu obalu Korane koji je dio zahvata „DIONICA DRŽAVNE CESTE D1 - SPLITSKI PRAVAC, BRZA CESTA KROZ KARLOVAC, II. ETAPA I. FAZE, OD KRIŽANJA MOSTANJE U KM 1+700,00 DO KRIŽANJA VUKMANIČKI CEROVAC U KM 7+876,50, ETAPA 3, FAZA 3.2 - Regulacijski nasip uz lijevu obalu Korane“ i armirano-betonski zaštitni zid uz lijevu obalu rijeke Korane koji nije predmet ovog glavnog projekta. Duljina predmetnog dijela nasipa iznosi 480,91 m.

Nasip se izvodi od glinenog materijala s nalazišta ojačanog geomrežama. Geomreže se ugrađuju u četiri razine prema podacima koji se nalaze u prilogima ove mape.

Širina krune nasipa je 4,0 m, dok je prosječna visina nasipa 5,65 m. Vodna i zaobalna strana nasipa izvode se u nagibu pokosa 1:2. Pokosi nasipa, kao i kruna nasipa oblažu se humusom u debljini sloja 20 cm i zatravljuju.

Na zaobalnoj strani nasipa izvodi se servisni put širine 6,00 m. Tijelo servisnog puta se sastoji od nosivog sloja (podloge) koji se izvodi od glinenog materijala s nalazišta ojačanog geomrežama. Nosivi sloj tijela servisnog puta prenosi statička i dinamička prometna opterećenja na donji ustroj, odnosno temeljno tlo. U završni sloj tijela servisnog puta ugrađuje se tamponski sloj od drobljenog kamenog materijala granulacije 0-63 mm i u sloju debljine 40 cm, koji se od nosivog sloja odvaja ugradnjom razdjelnog geotekstila vlačne čvrstoće  $\geq 25,0$  kN/m (u oba smjera) i gustoće  $\geq 300$  g/m<sup>2</sup>. Na tamponski sloj se ugrađuje nosivi sloj asfalta AC32 base 50/70 debljine 8 cm, a površ njega se ugrađuje habajući sloj asfalta AC11 surf 50/70 debljine 4 cm. Poprečni nagib servisnog puta je 2,5% na zaobalnu, odnosno branjenu stranu. Pokos servisnog puta na zaobalnoj strani se zatravljuje i izvodi u nagibu 1:1,5.

Usporedno sa zaobalnom nožicom servisnog puta predviđena je izgradnja kanala za odvođenje procjednih i zaobalnih voda širine dna 1,00 m te prosječne dubine od 1,14 m. Pokos kanala se zatravljuje i izvodi u nagibu 1:1,5. U dnu kanala na svakih 20 m izvode se drenažna rasterećenja (jame). Drenažna rasterećenja (jame) se oblažu geotekstilom te se zapunjavaju šljunkom granulacije 0-63 mm. Jama za drenažno rasterećenje u dno kanala se zatvara slojem kamene sitneži granulacije 2-32 mm u debljini od 15 cm. Dubina drenažnog rasterećenja (jame) varira s obzirom na debljinu glinenog sloja u kojemu se to drenažno rasterećenje nalazi. Jama drenažnog rasterećenja u suštini treba probiti glineni sloj.



### 3.3 OPIS SMJEŠTAJA GRAĐEVINE NA GRAĐEVNOJ ČESTICI

Smještaj građevine na građevnoj čestici obrađen je u mapi *Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke, VPB-TGP-20-0003, Vodoprivredno-projektne biro d.d.*

### 3.4 OPIS NAČINA PRIKLJUČENJA NA PROMETNU POVRŠINU

Priključenje na prometnu površinu obrađeno je u mapi *Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke, VPB-TGP-20-0003, Vodoprivredno-projektne biro d.d.*

### 3.5 PODACI ZA OBRAČUN KOMUNALNOG I VODNOG DOPRINOSA

Podaci za obračun komunalnog i vodnog doprinosa prikazani su u mapi *Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke, VPB-TGP-20-0003, Vodoprivredno-projektne biro d.d.*

### 3.6 TIJEK IZVEDBE

Tijek izvedbe je određen mapom *Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke, VPB-TGP-20-0003, Vodoprivredno-projektne biro d.d.*

### 3.7 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE

Minimalni projektirani vijek trajanja iznosi 50 godina. Navedeni vijek trajanja građevine iz ovog projekta može se očekivati ukoliko se svi radovi izvedu prema projektu i sukladno Programu kontrole i osiguranja kvalitete.

### 3.8 UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Održavanje građevine podrazumijeva:

- redovite godišnje preglede nasipa u vrijeme niskog rasta vegetacije koji se sastoji od vizualnog pregleda sa izradom izvještaja i prijedlogom mjera redovnih radova i radova pojačanog održavanja,
- izvanredne preglede nasipa za vrijeme vodostaja iznad razine 50 g. VV koji se sastoji od vizualnog pregleda sa izradom izvještaja i prijedlogom mjera redovnih radova i radova pojačanog održavanja,
- izvođenje radova kojima se nasip odnosno njegov dio zadržava ili se vraća u tehničko i/ili funkcionalno stanje određeno projektom, odnosno propisima te aktima za građenje u skladu s kojima je građevina izgrađena. U predmetne radove spadaju i redovni radovi košnje nasipa i čišćenja kanala,
- vođenje i čuvanje dokumentacije o održavanju građevine: u kontinuitetu rednih brojeva navedeni i danom nastanka sastavljeni zapisnici s priložima o redovitim i izvanrednim pregledima te izvedenim radovima u svrhu očuvanja projektiranih temeljnih zahtjeva za građevinu, funkcionalnosti i sigurnosti građevine u uporabi.

Za održavanje građevine odgovoran je Investitor / Korisnik, sukladno važećim zakonima i propisima.



### 3.9 POKUSNI RAD

Nema potrebe za provođenjem pokusnog rada za radove obrađene ovom mapom glavnog projekta.

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| <b>Projektant :</b> | Bojan Ninčević, mag.ing.aedif. |
|---------------------|--------------------------------|



## 4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

### 4.1 OPĆENITO

Geotehničko projektiranje građevine provodi se sukladno Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22 dio sedmi):

- *Geotehničkim projektiranjem dokazuje se da će građevinska konstrukcija s okolnim tlom, stijenom i susjednim građevinama tijekom njenog građenja i trajanja ispunjavati temeljni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti u dijelu u kojem tlo, stijena i podzemna voda utječu na tu građevinsku konstrukciju.*
- *Geotehničko projektiranje obuhvaća i projektiranje građevinskih konstrukcija čije osnovno gradivo je tlo, nasipani kamen ili drugi nasipani materijal kao što je rastresiti otpad i slično.*

Geotehničko projektiranje provodi se prema hrvatskim normama vezanim uz Eurokod 7 i Eurokod 8:

- norma HRN EN 1997-1:2012 i HRN EN 1997-1:2012/NA:2012,
- norma HRN EN 1998-5:2011 i HRN EN 1998-5:2011/NA:2011.

Svi neophodni proračuni za potrebe dimenzioniranja provedeni su u programima:

**GEO STUDIO 2021 paket programa:**

- **SEEP/W** modul programa GEOSTUDIO 2021 (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji problem (ne)stacionarnog tečenja rješava metodom konačnih elemenata.
- **SIGMA/W** modul programa GEOSTUDIO 2021 (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) za proračun i analizu naponsko deformacijskih stanja metodom konačnih elemenata.
- **SLOPE/W** modul programa GEOSTUDIO 2021 (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji jednom od odabranih metoda granične ravnoteže (Fellenius, Janbu, Bishop, Spencer, Morgenstern-Price, Corp of Engineers, Lowe-Karafiath itd.) omogućava neograničen broj računskih analiza stabilnosti po pretpostavljenim cilindričnim ili cilindrično-poligonalnim plohamu posmičnog sloma.

**Microsoft-Excel 2016** program za računalnu obradu podataka.



Proračuni se provode na odabranim profilima koji uzimaju u obzir geometriju tla i nasipa, utvrđenu uslojenost i karakteristike nasipa i temeljnog tla utvrđene geotehničkim istražnim radovima i geofizičkim ispitivanjima. Za potrebe projektiranja provedeni su geotehnički istražni radovi koji su se sastojali od:

- Geotehničkog istražnog bušenja: terenske determinacije i ispitivanja materijala (SPT), uzorkovanja poremećenih i neporemećenih uzoraka, mjerenje pojave i razine podzemne vode.
- Laboratorijskih ispitivanja fizičkih i mehaničkih svojstava uzoraka tla.
- Interpretaciju i obradu svih podataka geotehničkih istražnih radova te prikaz rezultata kroz izvještaj o ispitivanju temeljnog tla.

Za projektirano stanje nasipa provedene su proračunske analize;

- **Analiza procjeđivanja u temeljom tlu i nasipu**  
Analize su provedene na odabranim poprečnim presjecima nasipa, uzimajući u obzir karakteristike koeficijenta vodopropusnosti tla.  
Analize su provedene za stacionarno stanje tečenja i naglo sniženje (RDD – Rapid drawdown) u mreži konačnih elemenata u temeljnom tlu (program GeoStudio/SEEP). Rezultati su ocijenjeni preko vrijednosti izlaznih hidrauličkih gradijenata, odnosno brzina tečenja.
- **Analiza slijeganja temeljnog tla**  
Analiza opterećenja izvedenog projektiranog nasipa izvodi se nakon iskopa te ugradnje glinenog materijala projektiranog nasipa. Analizom slijeganja dobivamo očekivana ukupna slijeganja temeljnog tla provedena na odabranim poprečnim presjecima nasipa. Analiza je provedena za drenirano stanje temeljnog tla u mreži konačnih elemenata u temeljnom tlu (program GeoStudio/SIGMA).
- **Analize stabilnosti nasipa i temeljnog tla na pojavu klizanja**  
Za projektirani nasip provode se analize stabilnosti na klizanje, koje uključuju projektne situacije: kraj gradnje, 100 g. V.V., naglo sniženje (pad) vodostaja te kvazistatička potresna situacija.  
Traži se zadovoljenje faktora sigurnosti prema Eurokodu 7 i 8 (HRN EN 1997-1 i HRN EN1995-5)

## 4.2 PARAMETRI MATERIJALA

Proračuni stabilnosti se provode prema Eurokodu 7 – EN 1997 za granično stanje nosivosti prema proračunskom pristupu 3 (PP3) koji ima sljedeću kombinaciju grupa parcijalnih koeficijenata:

### A1+M2+R3

M2 - proračunska vrijednost parametara čvrstoće tla koja se dobiva na način da se karakteristična vrijednost podijeli s parcijalnim koeficijentom za parametre tla.

$$\text{tg}\phi'_d = \text{tg}\phi'_k / \gamma_\phi'$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_c'$$

$$c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{cu}$$

gdje je  $\gamma_\phi' = \gamma_c' = 1,25$  i  $\gamma_{cu} = 1,40$ .

Parametri materijala odabrani su na temelju provedenih istražnih radova te iskustveno pri čemu je izvršena grupacija materijala opisanih u poglavlju 2.2.5.1 Grupe materijala. Materijali su grupirani u ovisnosti o fizičkim i mehaničkim karakteristikama materijala, dubini pojavljivanja te ispitivanja provedenih na terenu.

Prema provedenim istražnim radovima (inženjersko - geološko kartiranje), podzemna voda je registrirana u bušotinama te je dubina RPV prikazana u poglavlju 2.2.5.3 Podzemna voda.

Vrijednosti modula stišljivosti ( $M_s$ ) dobivene su laboratorijskim pokusom (edometar). Parametri čvrstoće određeni su temeljem izmjerenih vrijednosti iz laboratorijskih ispitivanja (direktni posmik, jednoosna tlačna čvrstoća), kao i preko korelacija iz dostupne stručne literature (Bowles, 1958).





Parametri materijala odabrani su na temelju izvedenih bušotina na predmetnim lokacijama.

### Parametri nasipa

Tablica odabranih karakterističnih vrijednosti parametara materijala:

| vrsta materijala | Zapreminska težina     | kohezija | ef. kut trenja | Nedren. čvrstoća | modul stišljivosti | $\nu'$ | modul elastičnosti | Kx      | Ky/Kx   |
|------------------|------------------------|----------|----------------|------------------|--------------------|--------|--------------------|---------|---------|
|                  | Y (kN/m <sup>3</sup> ) | c' (kPa) | $\Phi$ (°)     | cu (kPa)         | Ms (kPa)           |        | E (kPa)            | (m/sec) | (m/sec) |
| CI-CH novi nasip | 19,0                   | 5        | 18             | 25               | 6050               | 0,30   | 4500               | 1,0e-9  | 0,33    |
| Drobljeni kamen  | 22,0                   | /        | 36             | /                | 24000              | 0,25   | 20000              | 1,2e-2  | 1,0     |

Tablica proračunskih vrijednosti parametara materijala:

| vrsta materijala | Zapreminska težina     | kohezija | ef. kut trenja | Nedren. čvrstoća | modul stišljivosti | $\nu'$ | modul elastičnosti | Kx      | Ky/Kx   |
|------------------|------------------------|----------|----------------|------------------|--------------------|--------|--------------------|---------|---------|
|                  | Y (kN/m <sup>3</sup> ) | c' (kPa) | $\Phi$ (°)     | cu (kPa)         | Ms (kPa)           |        | E (kPa)            | (m/sec) | (m/sec) |
| CI-CH novi nasip | 19,0                   | 4        | 14,6           | 17,8             | 6050               | 0,30   | 4500               | 1,0e-9  | 0,33    |
| Drobljeni kamen  | 22,0                   | /        | 30,2           | /                | 24000              | 0,25   | 20000              | 1,2e-2  | 1,0     |

**Računski model RM1** – poprečni presjek u km 0+232,13 (odabrano na temelju podataka bušotina V1 i V2)

Tablica odabranih karakterističnih vrijednosti parametara materijala:

| vrsta materijala | dubina sloja | RPV   | Zapreminska težina     | kohezija | ef. kut trenja | Nedren. čvrstoća | modul stišljivosti | $\nu'$ | modul elastičnosti | Kx      |
|------------------|--------------|-------|------------------------|----------|----------------|------------------|--------------------|--------|--------------------|---------|
|                  | m            | m.n.m | Y (kN/m <sup>3</sup> ) | c' (kPa) | $\Phi$ (°)     | cu (kPa)         | Ms (kPa)           |        | E (kPa)            | (m/sec) |
| (1) GP           | 0-5,0        | -1,0  | 20,0                   | 0        | 25             | /                | 6480               | 0,25   | 5400               | 1,2e-4  |
| (2) GW           | 5,0-18,0     |       | 20,0                   | 0        | 32             | /                | 12000              | 0,25   | 10000              | 7,0e-5  |

Tablica proračunskih vrijednosti parametara materijala:

| vrsta materijala | dubina sloja | RPV   | Zapreminska težina     | kohezija | ef. kut trenja | Nedren. čvrstoća | modul stišljivosti | $\nu'$ | modul elastičnosti | Kx      |
|------------------|--------------|-------|------------------------|----------|----------------|------------------|--------------------|--------|--------------------|---------|
|                  | m            | m.n.m | Y (kN/m <sup>3</sup> ) | c' (kPa) | $\Phi$ (°)     | cu (kPa)         | Ms (kPa)           |        | E (kPa)            | (m/sec) |
| (1) GP           | 0-5,0        | -1,0  | 20,0                   | 0        | 20,5           | /                | 6480               | 0,25   | 5400               | 1,2e-4  |
| (2) GW           | 5,0-18,0     |       | 20,0                   | 0        | 26,6           | /                | 12000              | 0,25   | 10000              | 7,0e-5  |



**Računski model RM2** – poprečni presjek u km 0+500,00 (odabrano na temelju podataka bušotina V4, V5, V6 i V7)

Tablica odabranih karakterističnih vrijednosti parametara materijala:

| vrsta materijala | dubina sloja | RPV  | Zapreminska težina<br>Y (kN/m <sup>3</sup> ) | kohezija<br>c' (kPa) | ef. kut trenja<br>Φ (°) | Nedren. čvrstoća<br>cu (kPa) | modul stišljivosti<br>Ms (kPa) | ν'   | modul elastičnosti | Kx<br>(m/sec) |
|------------------|--------------|------|--|----------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|------|--------------------|---------------|
|                  | m            |      |  |                      |                         |                              |                                |      | m                  |               |
| (1) CL           | 0-2,2        | -1,0 | 19,0   | 5                    | 26                      | 25                           | 6740                           | 0,35 | 4200               | 1,0e-9        |
| (2) GP           | 2,2-4,0      |      | 20,0   | 0                    | 25                      | /                            | 6480                           | 0,25 | 5400               | 1,2e-4        |
| (3) GW           | 4,0-15,0     |      | 20,0   | 0                    | 32                      | /                            | 12000                          | 0,25 | 10000              | 7,0e-5        |

Tablica proračunskih vrijednosti parametara materijala:

| vrsta materijala | dubina sloja | RPV  | Zapreminska težina<br>Y (kN/m <sup>3</sup> ) | kohezija<br>c' (kPa) | ef. kut trenja<br>Φ (°) | Nedren. čvrstoća<br>cu (kPa) | modul stišljivosti<br>Ms (kPa) | ν'   | modul elastičnosti | Kx<br>(m/sec) |
|------------------|--------------|------|--|----------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|------|--------------------|---------------|
|                  | m            |      |  |                      |                         |                              |                                |      | m.n.m.             |               |
| (1) CL           | 0-2,2        | -1,0 | 19,0   | 4                    | 21,3                    | 17,8                         | 6740                           | 0,35 | 4200               | 1,0e-9        |
| (2) GP           | 2,2-4,0      |      | 20,0   | 0                    | 20,5                    | /                            | 6480                           | 0,25 | 5400               | 1,2e-4        |
| (3) GW           | 4,0-15,0     |      | 20,0   | 0                    | 26,6                    | /                            | 12000                          | 0,25 | 10000              | 7,0e-5        |



### 4.3 ANALIZA PROCJEĐIVANJA I HIDRAULIČKE STABILNOSTI

Analize procjeđivanja provedene su na računskim modelima projektiranog stanja.

Na odabranim poprečnim presjecima provedena je analiza za stacionarno stanje tečenja u mreži konačnih elemenata u temeljnom tlu (program GeoStudio/SEEP). Rezultati su ocijenjeni preko vrijednosti izlaznih hidrauličkih gradijenata, odnosno brzina tečenja. Ukoliko su iste veće od dopuštenih vrijednosti moguća je hidraulička nestabilnost temeljnog tla te pojava erozije uz ispiranje sitnih čestica i razrahljenja temeljnog tla ispod nasipa, što može dovesti do deformacija i nestabilnosti istog.

Rezultati su ocijenjeni preko vrijednosti izlaznih hidrauličkih gradijenata. Zahtijeva se da izlazni gradijenti budu manji od dopuštenih prema normi HRN.U.C5.020.:

Tablica 1: Kriteriji dopuštenih hidrauličkih izlaznih gradijenata za filtarski nezaštićen materijal:

| $i_{SR}$ | Materijal                                |
|----------|--|
| 0,12     | Sitnozrnati prašinski pijesak            |
| 0,14     | Sitnozrnati pijesak $0,063 < d < 0,5$ mm |
| 0,17     | Srednjezrnati pijesak $0,5 < d < 2,0$ mm |
| 0,20     | Krupnozrnati pijesak $2,0 < d < 5,0$ mm  |
| 0,30     | Srednjezrnati šljunak $10 < d < 20$ mm   |
| 0,40     | Krupnozrnati šljunak $20 < d < 100$ mm   |
| 0,50     | Zbijena glina $0,50 < I_c < 1,00$        |
| 0,65     | Čvrsta glina $I_c > 1,00$                |

Tablica 2: Kriteriji dopuštenih hidrauličkih izlaznih gradijenata za filtarski zaštićen materijal:

| $i_{SR}$ | Materijal   |
|----------|---|
| 10       | Zbijena glina u brani                             |
| 12       | Zbijena glina u tepihu, debljine najmanje 0,50 m  |
| 3        | Glinoviti prah u brani                            |
| 4        | Glinoviti prah u tepihu, debljine najmanje 0,50 m |

#### 4.3.1 REZULTATI PRORAČUNA

| R. br. | Računski model | Projektna situacija  | Max. vrijednost izlaznog gradijenta $I_{xy}$ max |
|--------|----------------|----------------------|--|
| 1.     | RM1            | 100 god. visoka voda | 0,40   |
| 2.     | RM2            | 100 god. visoka voda | 2,00   |
| 3.     | RM3            | 100 god. visoka voda | 0,00   |

#### 4.3.2 RAČUNSKI MODELI

Analize procjeđivanja su izvršene na računskim modelima:

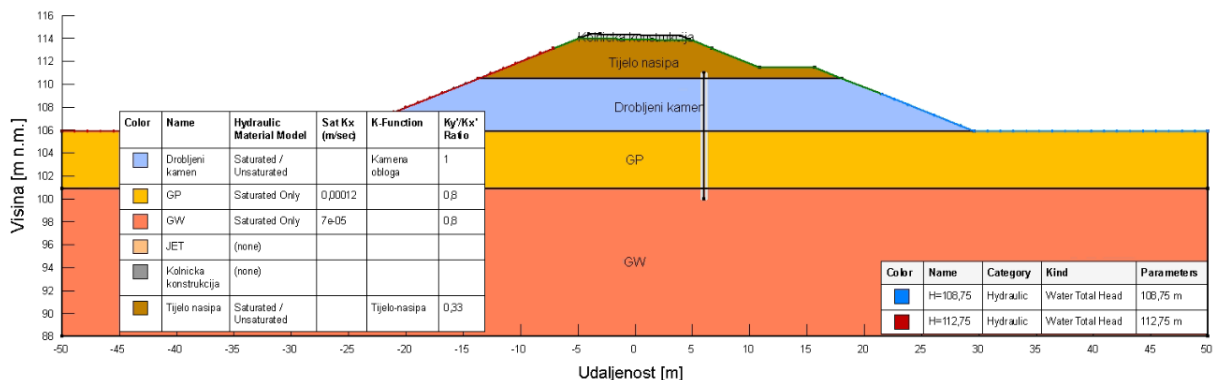
**RM1** - karakteristični poprečni presjek u km 0+232,13, opisuje pregradni nasip u koritu rijeke Korane od km 0+187,24 do km 0+267,14.

**RM2** - karakteristični poprečni presjek u km 0+500,00, opisuje nasip izvan korita rijeke Korane, odnosno od km 0+000 do km 0+175,04 te od km 0+267,14 do km 887,09.

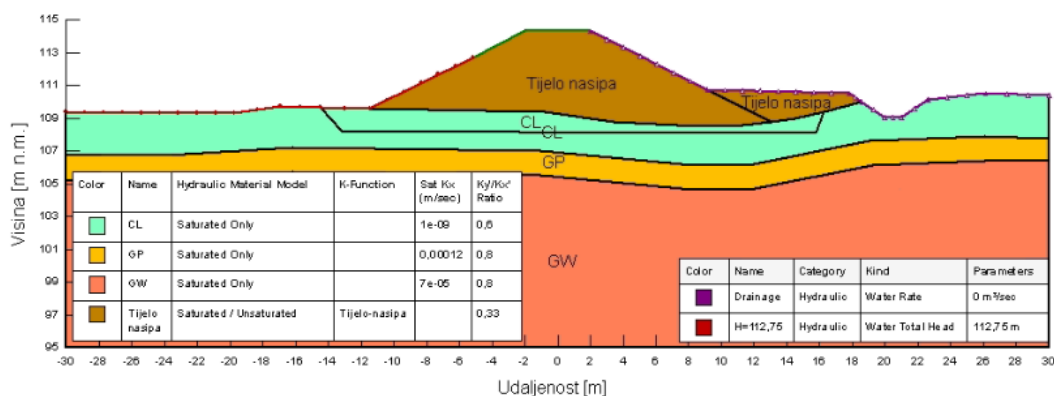


**RM3** - karakteristični poprečni presjek u km 0+500,00, opisuje nasip izvan korita rijeke Korane, odnosno od km 0+000 do km 0+175,04 te od km 0+267,14 do km 887,09, s drenažnim rasterećenjem (jamama) na zaobalnoj strani.

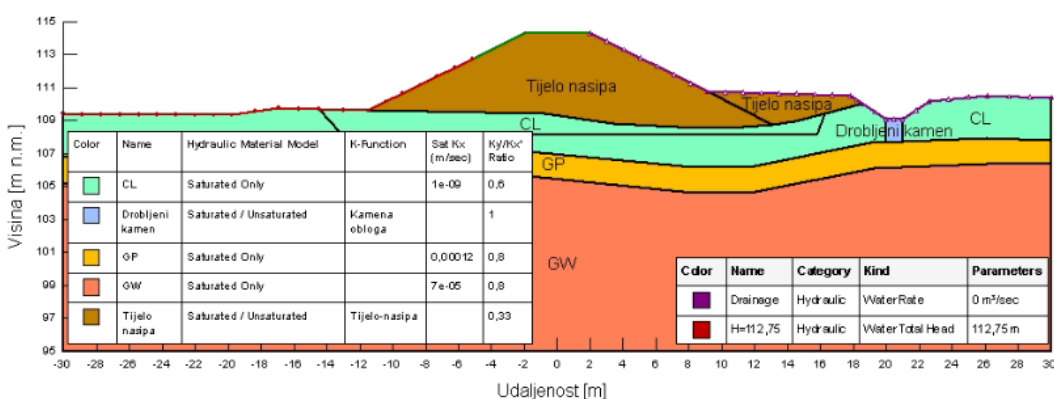
### Računski model RM1



### Računski model RM2



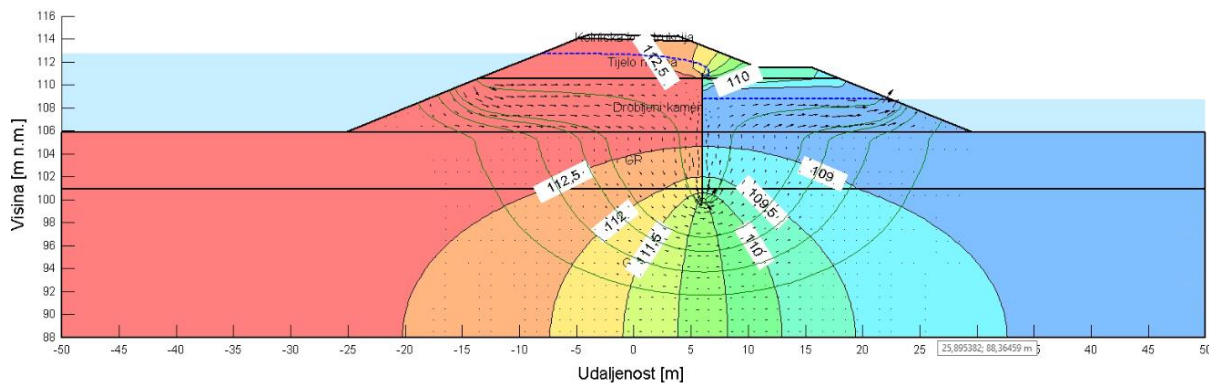
### Računski model RM3





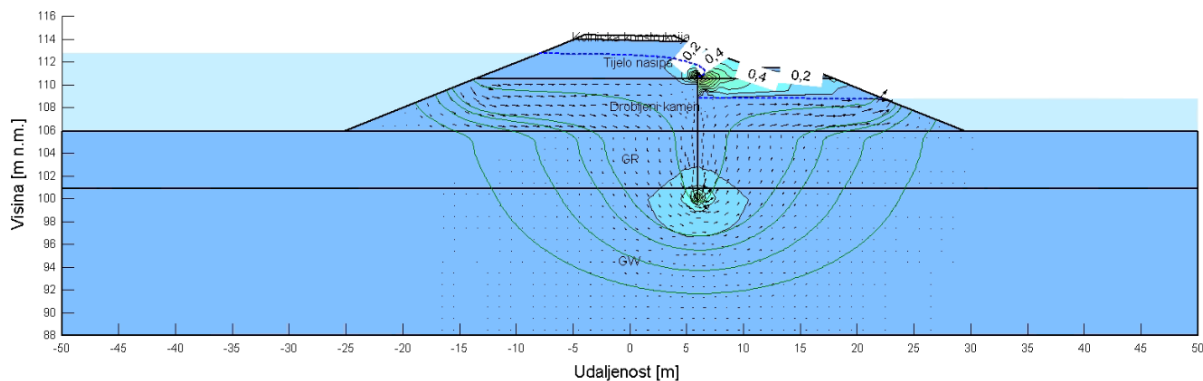
### 4.3.2.1 RM1 - Rezultati analize procjeđivanja

#### RM1 - Ekvipotencijale



#### RM1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta $i_{xy}$ :

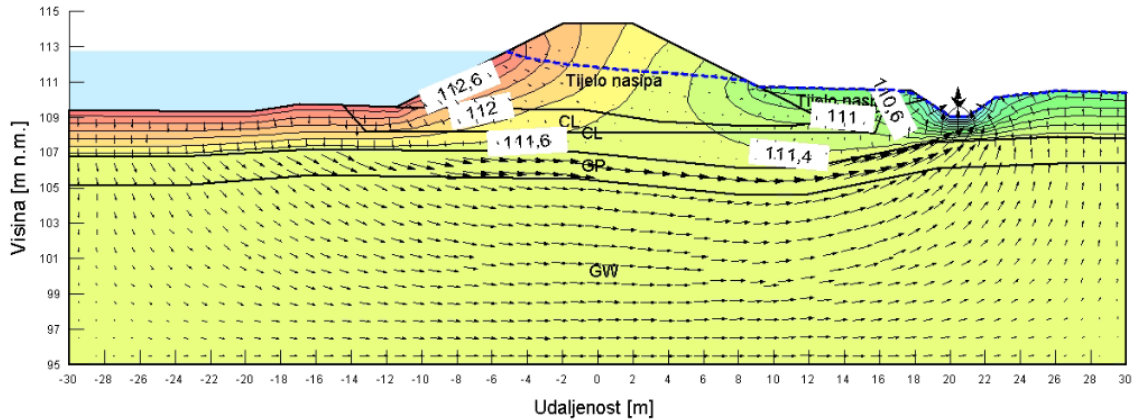
|     | Max. vrijednost izlaznog gradijenta $i_{max}$ | Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta - nezaštićen $i_{sr,dop}$ | Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta -zaštićen $i_{dop}$ |
|-----|---|--|--|
| RM1 | $i_{xy, max} = 0,40$                          | $i_{xy,dop} = 0,50$ (glina)  | $i_{xy, dop} = 10,0$   |





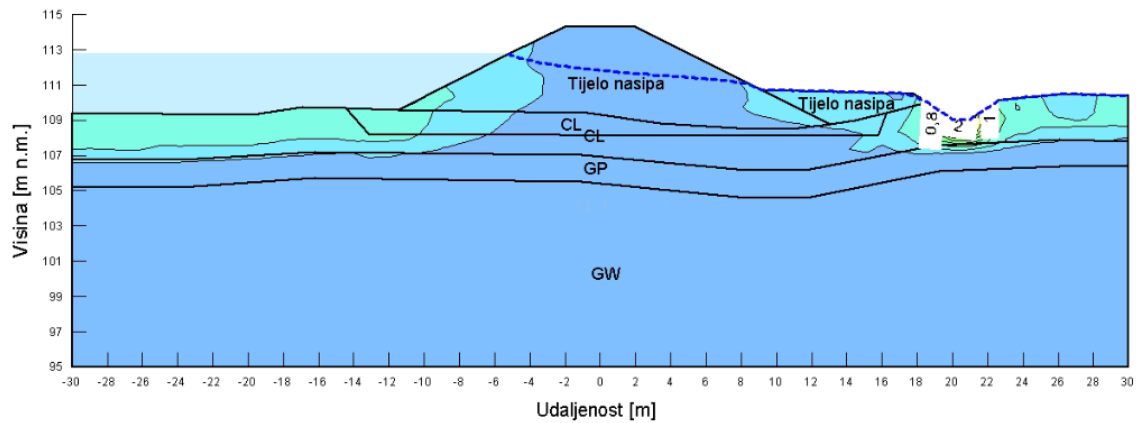
### 4.3.2.1 RM2 - Rezultati analize procjeđivanja

#### RM2 - Ekvipotencijale



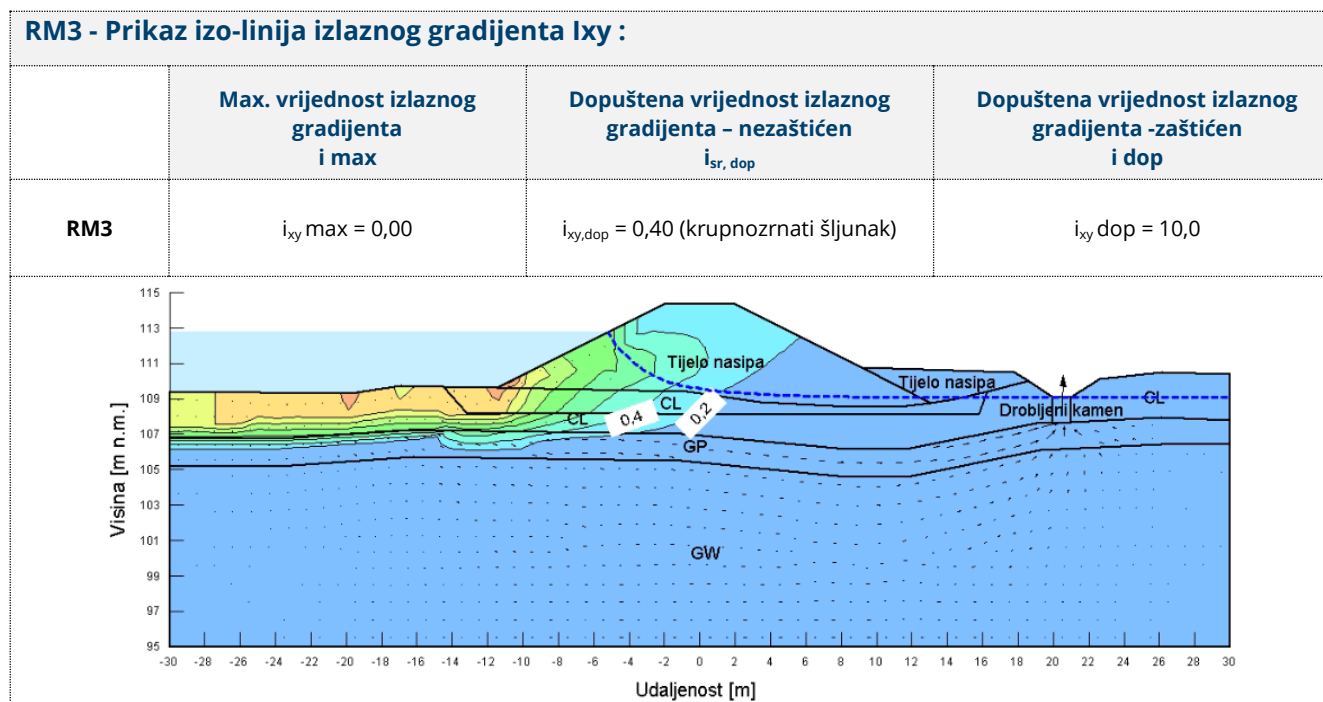
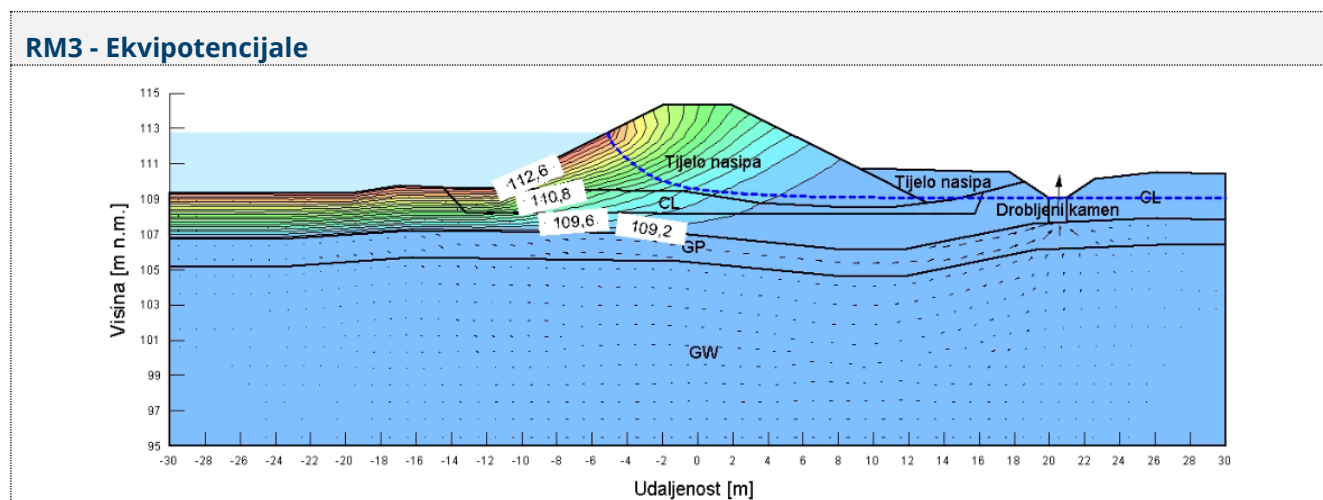
#### RM2 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta $i_{xy}$ :

|     | Max. vrijednost izlaznog gradijenta $i_{max}$ | Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta - nezaštićen $i_{sr, dop}$ | Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta -zaštićen $i_{dop}$ |
|-----|---|---|--|
| RM2 | $i_{xy, max} = 2,00$                          | $i_{xy, dop} = 0,50$ (glina)  | $i_{xy, dop} = 10,0$   |





### 4.3.2.2 RM3 - Rezultati analize procjeđivanja



### 4.3.3 ZAKLJUČAK ANALIZE PROCJEĐIVANJA

Na odabranim računskim modelima provedene su analize stacionarnog procjeđivanja kroz temeljno tlo i nasip za projektnu situaciju pojave 100 g velike vode rijeke Korane. Hidraulička stabilnost je razmatrana kroz provjeru izlaznih hidrauličkih gradijenata u temeljnom tlu i nasipu.

Na proračunskom modelu RM1, korito se zatrpava kamenim materijalom na kojem se izvode mlazno injektirani stupnjaci u 2 reda dubine 10 m. Izvedbom mlazno injektiranih stupnjaka dobiva se vodonepropusna zavjesa te se produžuje put procjeđivanja vode na zaobalnu stranu. Time je za projektirano stanje na proračunskom modelu RM1, koji reprezentira pregradni nasip u koritu rijeke Korane, iznos izlaznog gradijenta u dopuštenim vrijednostima ( $i_{xy} < 0,5$  – za filterski nezaštićeni sloj).

Za proračunski model RM2 koji reprezentira nasip N4 izvan korita rijeke Korane, iznos izlaznog gradijenta znatno premašuje dopuštenu vrijednost ( $i_{xy, max} = 2,0 > i_{xy, dop} = 0,50$  – za filterski nezaštićeni sloj)



zbog nepovoljne uslojenosti terena. U tom dijelu nasipa, potrebna je izvedba drenažnih rasterećenja (jama) na zaobalnoj strani. Njihovom izvedbom na računskom modelu RM3 dobivene su zadovoljavajuće vrijednosti izlaznog hidrauličkog gradijenta ( $i_{xy} < 0,5$  – za filterski nezaštićeni sloj).

Na temelju provedenih analiza može se zaključiti kako je projektirana građevina hidraulički stabilna uz izvedbu tehničkih rješenja primijenjenih u računskim modelima.





## 4.4 NAPONSKO DEFORMACIJSKE ANALIZE

### 4.4.1 ANALIZA SLIJEGANJA TEMELJNOG TLA

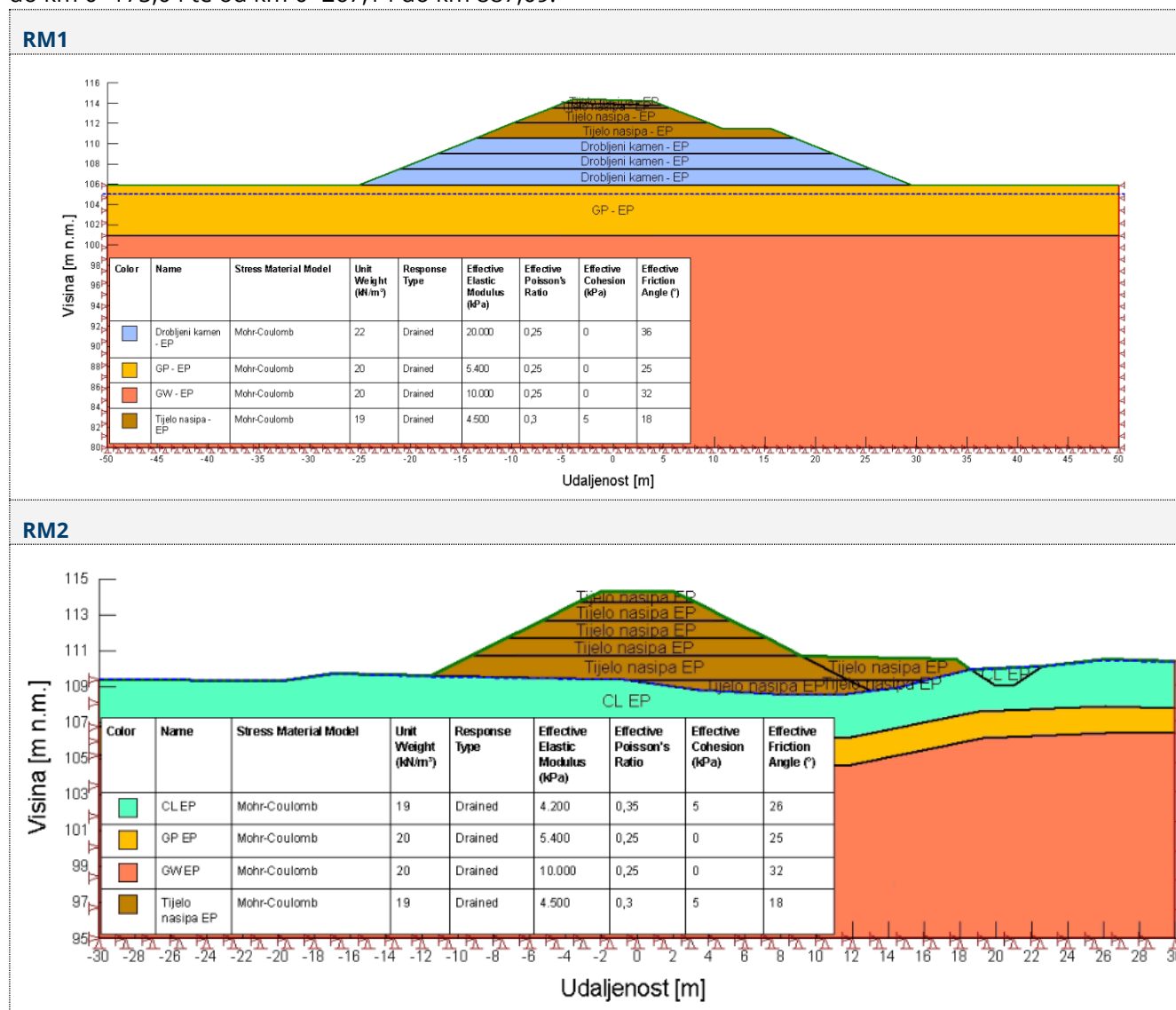
Analiza slijeganja temeljnog tla provedena je naponsko - deformacijskom analizom metodom konačnih elemenata programom GeoStudio/SIGMA na odabranim poprečnim presjecima nasipa. Opterećenja koja su se uračunala na temeljno tlo su vertikalna opterećenja od vlastite težine izvedenog nasipa. Nasip se izvodi od glinenog materijala, a razina podzemne vode korištena u proračunima je na 1,0 m od površine postojećeg terena.

#### 4.4.1.1 Računski modeli

Za potrebe provedbe analize slijeganja formiraju se 2 računski modela **RM1 i RM2**.

**RM1**- poprečni presjek u km 0+232,13 opisuje pregradni nasip u koritu rijeke Korane od km 0+187,24 do km 0+267,14.

**RM2**- poprečni presjek u km 0+500,00 opisuje nasip izvan korita rijeke Korane, odnosno od km 0+000 do km 0+175,04 te od km 0+267,14 do km 887,09.





#### 4.4.1.2 Projektna situacija

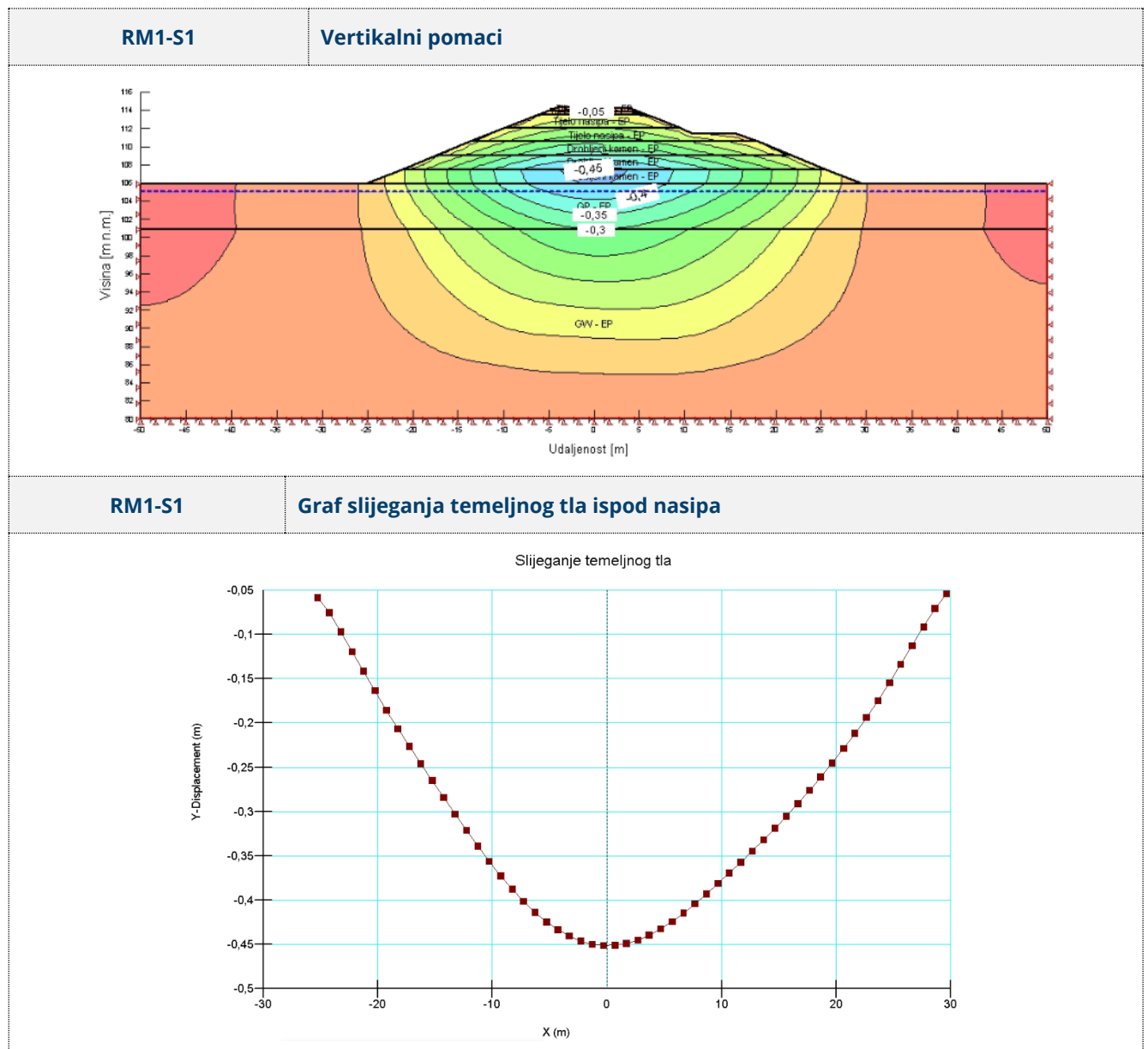
Projektna situacija S1 analizira drenirano slijeganje temeljnog tla uslijed opterećenja vlastitom težinom nasipa.

| Oznaka | Projektna situacija      |
|--------|--------------------------|
| S1     | Nasip - drenirani uvjeti |

#### 4.4.1.3 Rezultati analize slijeganja

##### 4.4.1.3.1 Računski model RM1

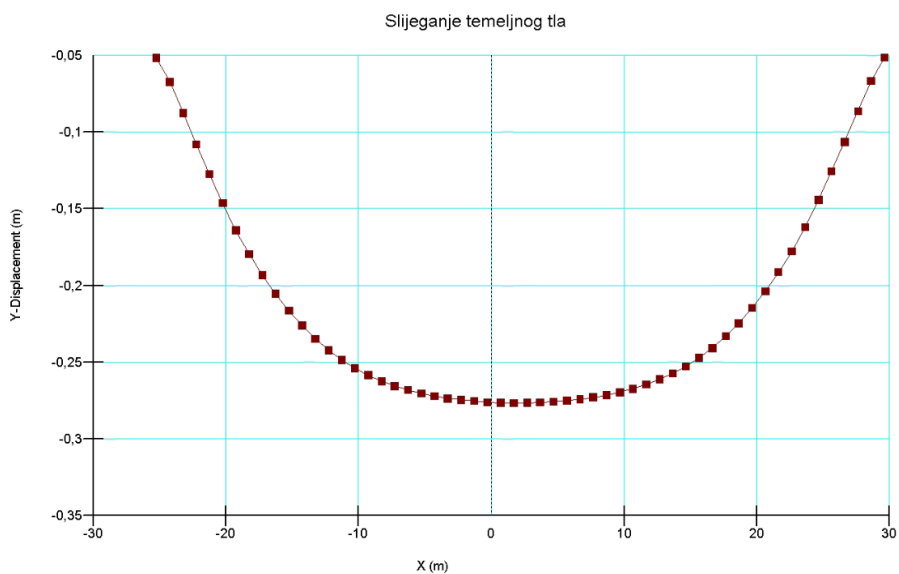
**RM1** -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 „Nasip – drenirani uvjeti“ na računskom modelu RM1.





RM1-S1

**Graf slijeganja temeljnog tla ispod nasipa nakon izvedenog zatrpavanja korita drobljenim kamenim materijalom**



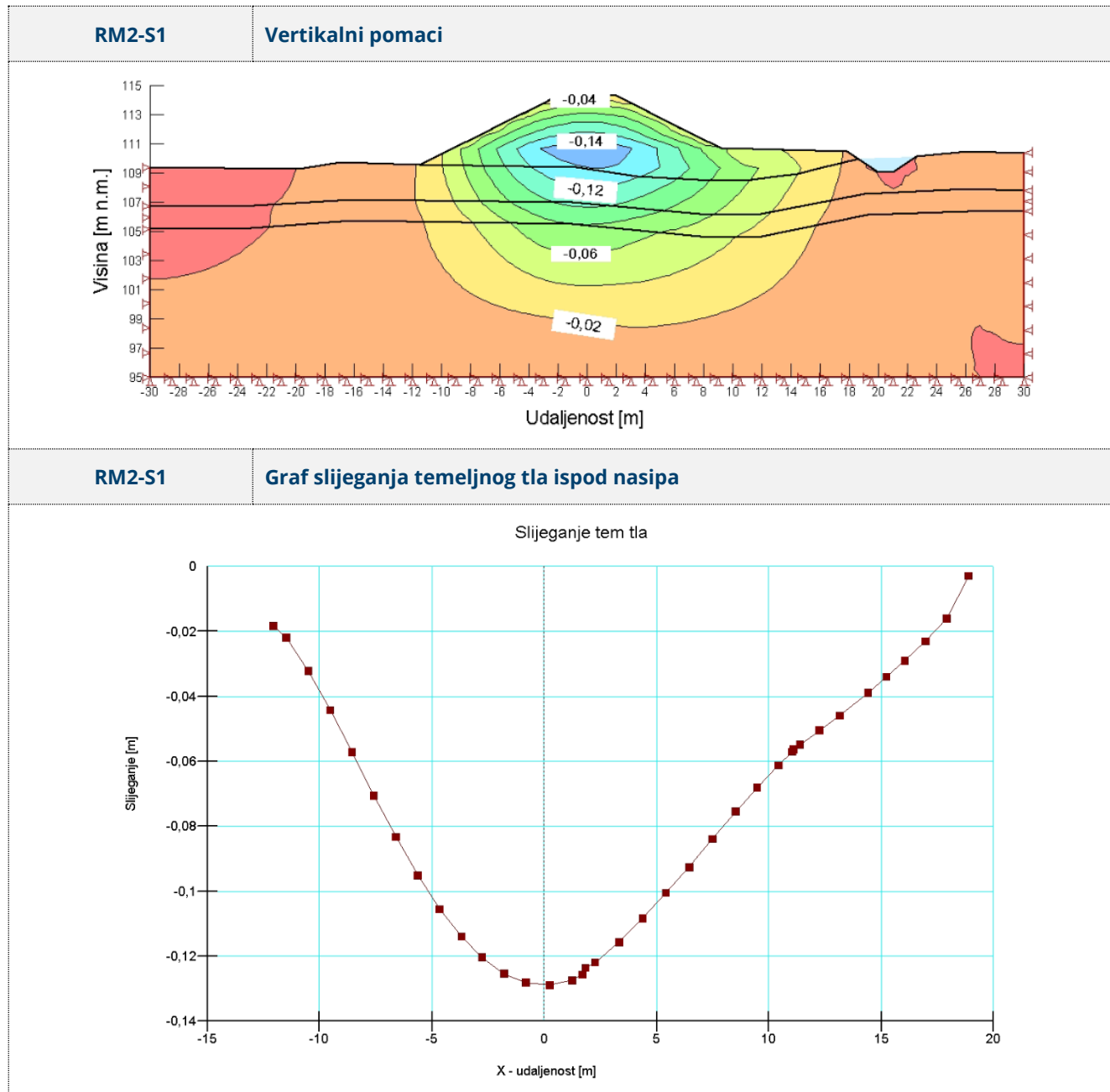
Računsko slijeganje temeljnog tla ispod nasipa očekuje se u iznosu cca 45,0 cm.

| RM1 - Nasip  |                     |
|--|---------------------|
| Računski vertikalni pomaci                                     | D <sub>y</sub> (cm) |
| Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.              | -45,0               |
| Slijeganje temeljnog tla od pregrade korita drobljenim kamenom | -27,6               |



#### 4.4.1.3.2 Računski model RM2

**RM2** -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 „drenirani uvjeti“ na računskom modelu RM2.



Računsko slijeganje temeljnog tla ispod nasipa očekuje se u iznosu do 12,9 cm.

| RM2 - Nasip                                       |                     |
|---|---------------------|
| Računski vertikalni pomaci                        | D <sub>y</sub> (cm) |
| Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa. | -12,9               |



## 4.4.2 ZAKLJUČAK NAPONSKO DEFORMACIJSKIH ANALIZA

### Analiza slijeganja

Analizom opterećenja temeljnog tla na poprečnim presjecima nasipa dobivamo slijedeće rezultate slijeganja temeljnog tla:

| Računski model | Računski vertikalni pomaci $D_y$ (cm) |
|----------------|---------------------------------------|
| RM1            | -45,0                                 |
| RM2            | -12,9                                 |

Iz navedenog se zaključuje kako očekivana ukupna slijeganja temeljnog tla, ispod karakterističnih presjeka nasipa, ne prelaze kritične iznose te nema potrebe za primjenom dodatnih mjera ujednačavanja slijeganja.

Većina slijeganja nasipa, odnosno temeljnog tla odvit će se tijekom izvođenja radova ili u kratkom periodu po izvođenju radova te zbog toga nije predviđeno nadvišenje nasipa.

Na računskom modelu RM 1, očekivana slijeganja temeljnog tla nakon izvedbe nasipne pregrade korita rijeke Korane drobljenim kamenim materijalom iznose 27,6 cm. S obzirom da će se slijeganje nasipa, odnosno temeljnog tla odviti tijekom izvođenja radova, nasip je potrebno izvesti na projektiranu kotu s koje se izvode mlazno injektirani stupnjaci, nakon čega se izvodi tijelo nasipa do krajnje kote krune nasipa od projektom propisanog glinenog materijala.



## 4.5 ANALIZE STABILNOSTI

Proračuni se provode prema Eurokodu 7 – (norma HRN EN 1997-1 i NA 1997-2012). Provedene su analize za krajnje granično stanje tipa GEO. Analize stabilnosti za projektirano stanje rađene su prema projektnom pristupu 3 (PP3) sukladno EC7. Proračunski pristup 3 ima sljedeću kombinaciju grupa parcijalnih koeficijenata: A1+M2+R3.

M2 - proračunska vrijednost parametara čvrstoće tla koja se dobiva na način da se karakteristična vrijednost podijeli s parcijalnim koeficijentom za parametre tla.

$$tg\phi'_d = tg\phi'_k / \gamma_{\phi'}$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_{c'}$$

$$c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{cu}$$

gdje je  $\gamma_{\phi'} = \gamma_{c'} = 1,25$  i  $\gamma_{cu} = 1,40$ .

Za potrebe provedbe analize stabilnosti nasipa formirat će se 2 računski modela.

### Računski modeli:

**RM1** – projektirano stanje nasipa u km 0+232,13 – opisuje pregradni nasip u koritu rijeke Korane od km 0+187,24 do km 0+267,14.

**RM2** – projektirano stanje nasipa u km 0+500,00 – opisuje nasip izvan korita rijeke Korane, odnosno od km 0+000 do km 0+175,04 te od km 0+267,14 do km 887,09.

### 4.5.1 SEIZMIČKI PARAMETRI

Analiza ponašanja nasipa pri seizmičkom opterećenju provedena je preko kvazidinamičkog postupka kojim se nekom od poznatih metoda stabilnosti kosina odrede faktori sigurnosti za različite intenzitete potresa. Kritično ubrzanje je ono horizontalno ubrzanje koje kliznu masu omeđenu kliznom plohom dovodi u stanje labilne ravnoteže.

Proračuni se provode prema Eurokodu 7 – EN 1997 za granično stanje nosivosti prema proračunskom pristupu 2 (PP2) koji ima sljedeću kombinaciju grupa parcijalnih koeficijenata:

#### A1+M1+R2

M1 - proračunska vrijednost parametara čvrstoće tla koja se dobiva na način da se karakteristična vrijednost podijeli s parcijalnim koeficijentom za parametre tla.

$$tg\phi'_d = tg\phi'_k / \gamma_{\phi'}$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_{c'}$$

$$c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{cu}$$

gdje je  $\gamma_{\phi'} = \gamma_{c'} = \gamma_{cu} = 1,0$ ,

a traženi faktor sigurnosti na klizanje u tom slučaju je  $F_s \geq 1,10$ .

Očitane vrijednosti poredbenih vršnih ubrzanja tla tipa A prikazane su u sljedećoj tablici.

| Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A |         |
|-------------------------------------|---------|
| Povratni period                     | agR (g) |
| 95 godina                           | 0,076   |
| 475 godina                          | 0,155   |



Naponsko stanje pri nastupu potresa simulirano je kao dodatna sila koja djeluje u težištu svake pojedine lamele. Dodatna sila je podijeljena na horizontalnu i vertikalnu komponentu, iznosi komponenti dodatne sile definirani su prema izrazima:

- horizontalna komponenta:  $F_H = 0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W$

- vertikalna komponenta:  $F_V = \pm 0,5 \cdot F_H$

gdje je:  $\alpha$  - ubrzanje tla izraženo postotkom gravitacije  $g$  za potres povratnog razdoblja  $T=475$  god., za predmetnu lokaciju  $\alpha=0,155 \cdot g$

$S$  - parametar tla prema tipovima tla iz EN 1998-1, temeljno tlo je definirano kao tip C stoga je  $S=1,15$

$W$  - težina kliznog tijela (za potrebe proračuna uzima se 1,0).

Tablica prikazuje karakteristike za određeni tip temeljnog tla prema EC8:

| Tip tla  | Opis geotehničkog profila tla   | $v_{s,30}$<br>(m/s) | $N_{SPT}$<br>(n/30cm) | $C_u$<br>(kPa)  |
|----------|---|---------------------|-----------------------|-----------------|
| A        | Stijena ili druga geološka formacija uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini.   | >800                | -                     | -               |
| B        | Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnoga povećanja mehaničkih svojstava s dubinom.             | 360 - 800           | >50                   | >250            |
| <b>C</b> | <b>Debeli nanosi srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili srednje krute gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.</b>   | <b>180 - 360</b>    | <b>15-50</b>          | <b>70 - 250</b> |
| D        | Nanosi slabo do srednje koherentni (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili s predominantno mekim do srednje krutim koherentnim tlima.  | <180                | <15                   | <70             |
| E        | Profili koji sadrže površinski sloj koji karakterizira brzina $v_s$ tzv. tipove tla C i D i debljine od 5 m do 20 m, a ispod njih je kruti materijal s brzinom većom od $v_s$ 800 m/s |                     |                       |                 |
| S1       | Nanosi koji sadrže najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visoko plastičnim indeksom ( $PI>40$ ) i visokim sadržajem vode   | <100                |                       | 10-20           |
| S2       | Nanosi likvefakcijski osjetljivog tla pijeska i gline ili bilo koji tip tla koji nije opisan od A do E i pod S1   |                     |                       |                 |

Tablica seizmičkih parametara ovisno o vrsti tla:

| Klasa tla | S           | TB(s)       | TC(s)      | TD(s)      |
|-----------|-------------|-------------|------------|------------|
| <b>A</b>  | 1.0         | 0.15        | 0.4        | 2.0        |
| <b>B</b>  | 1.2         | 0.15        | 0.5        | 2.0        |
| <b>C</b>  | <b>1.15</b> | <b>0.20</b> | <b>0.6</b> | <b>2.0</b> |
| <b>D</b>  | 1.35        | 0.20        | 0.8        | 2.0        |
| <b>E</b>  | 1.4         | 0.15        | 0.5        | 2.0        |

Dodatna sila podijeljena je na horizontalnu i vertikalnu komponentu u iznosima:

- horizontalna komponenta (PP=475g.):  $F_H=0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W=0,5 \cdot 0,155g \cdot 1,15 \cdot 1,0=$  **0,089g**

- vertikalna komponenta (PP=475g.):  $F_V=\pm 0,5 \cdot F_H=\pm 0,5 \cdot 0,10g=$   **$\pm 0,045g$**



## 4.5.2 PROJEKTNE SITUACIJE

Proračuni su provedeni na odabranim računskim modelima za najnepovoljnije projektne situacije. Projekte situacije iste su za sve računске modele i one su:

| R. br. | Projektna situacija | Klizna ploha  |
|--------|---------------------|---|
| 1      | Kraj gradnje        | Klizna ploha minimalnog $F_s$ , nedrenirani parametri glinenih materijala nasipa, voda u temeljnom tlu.   |
| 2      | Eksploatacija       | Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, voda u temeljnom tlu.  |
| 3      | Visoka voda         | Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, voda na koti 100 god. visoke vode.   |
| 4      | Naglo sniženje      | Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, saturiran nasip uz pad vodnog lica sa 100 g. na razinu tem. tla.   |
| 5      | Potres              | Klizna ploha minimalnog $F_s$ , nedrenirani parametri čvrstoće za situaciju u kojoj je podzemna voda na koti istražnih radova i opterećenjem od potresa $T=475g$ , $a_h=0,155g$ |



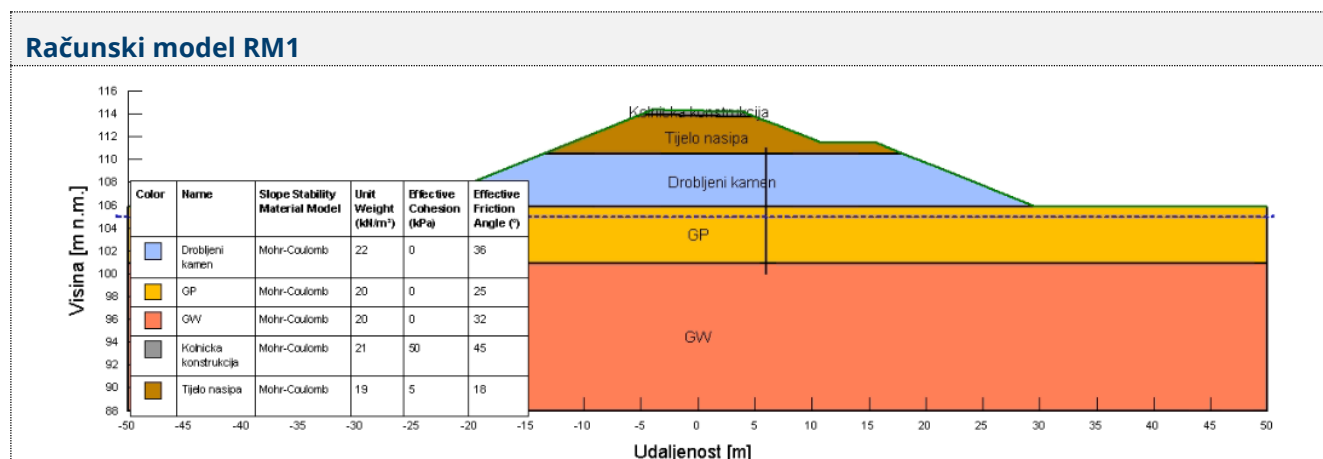


## 4.5.3 RAČUNSKI MODELI

### 4.5.3.1 Računski model RM1

#### 4.5.3.1.1 Definiranje modela

Korišten je slijedeći računski model tla na dionici – **km 0+232,13:**



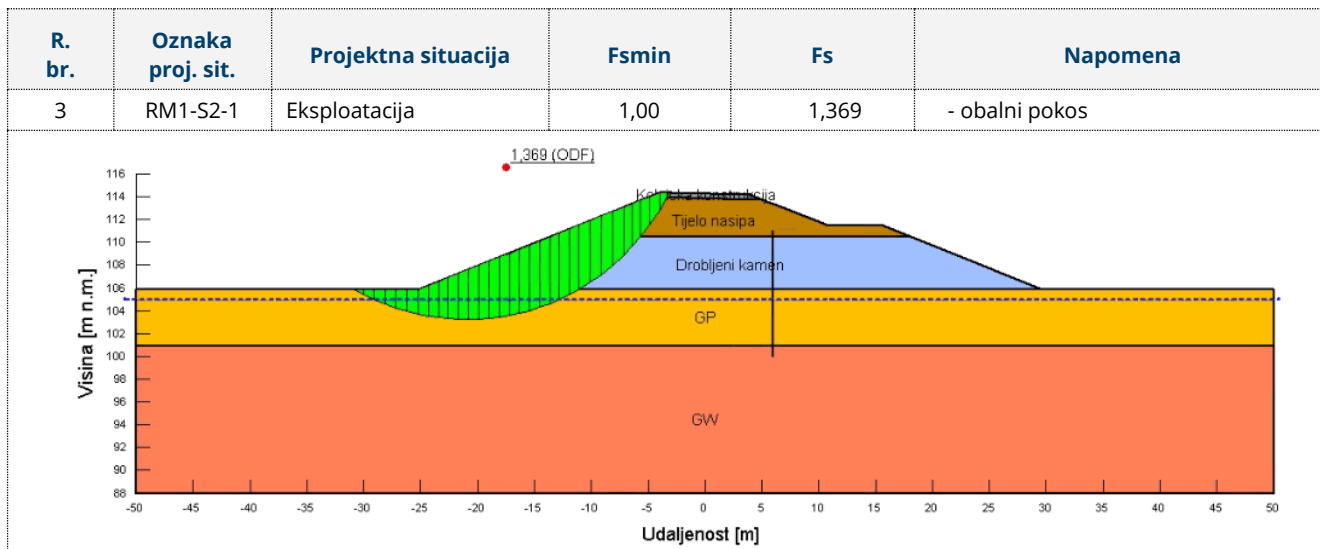
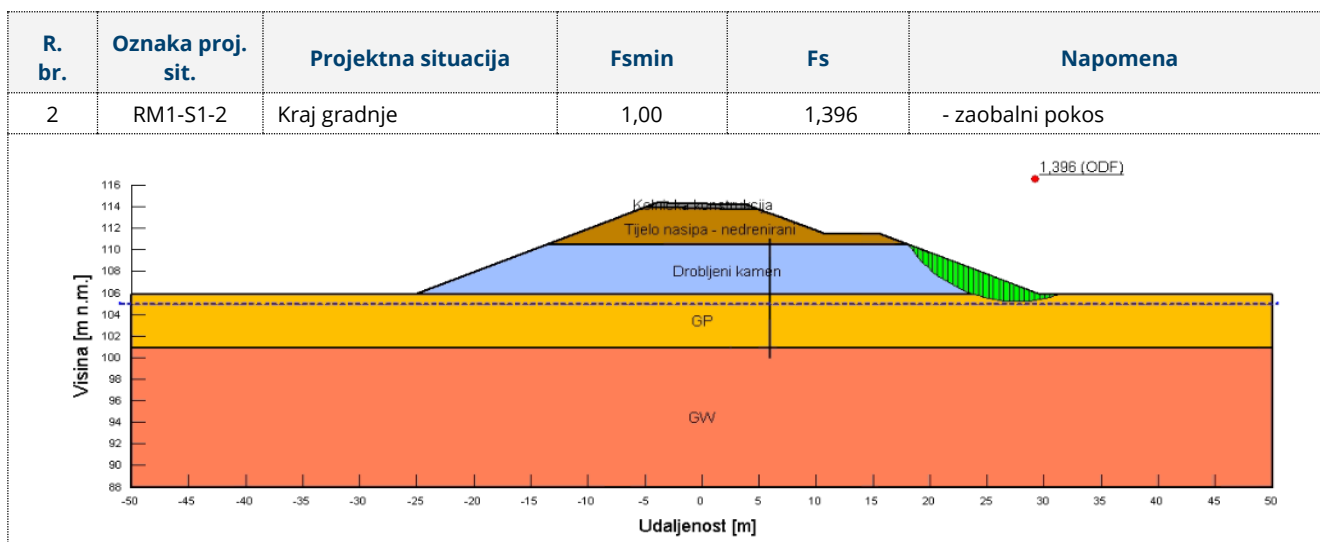
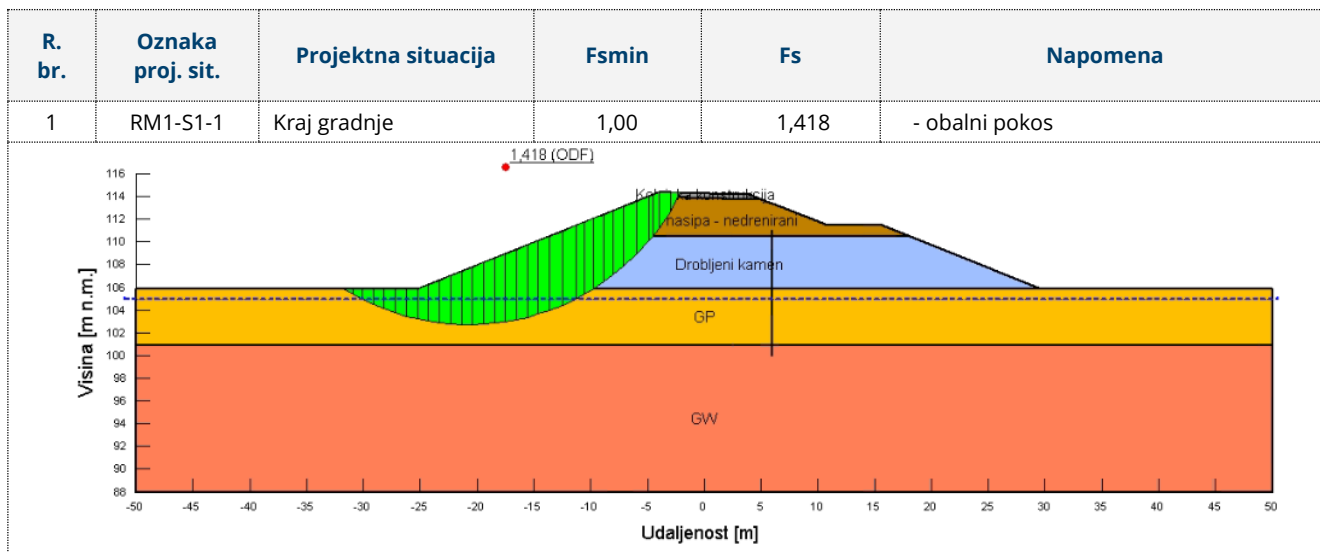
#### 4.5.3.1.2 Rezultati proračuna za RM1

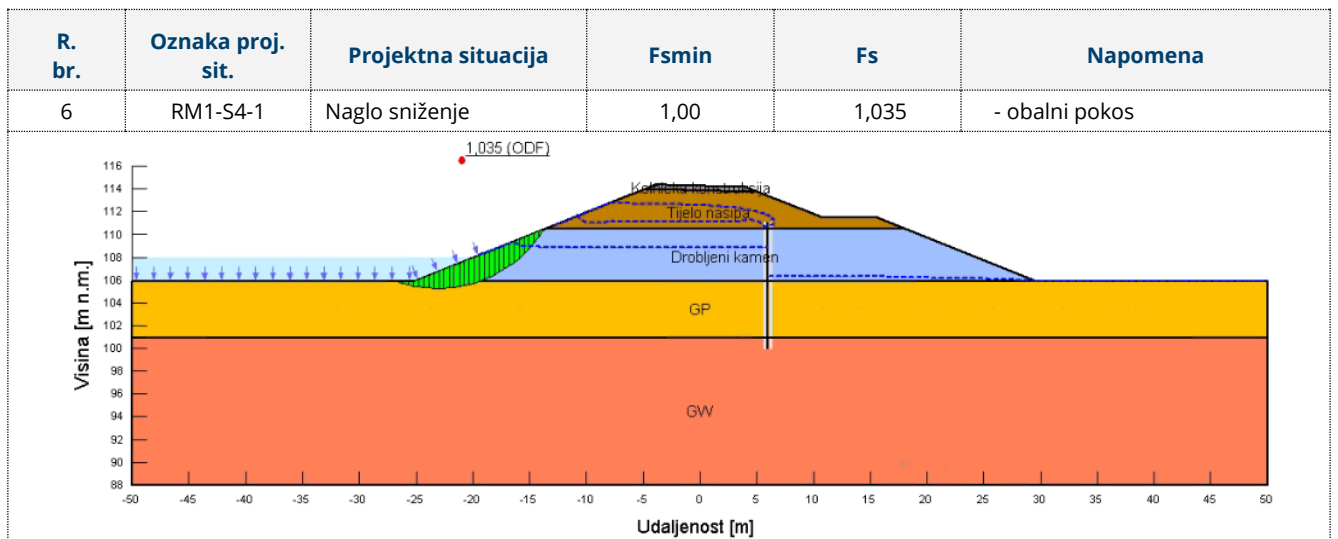
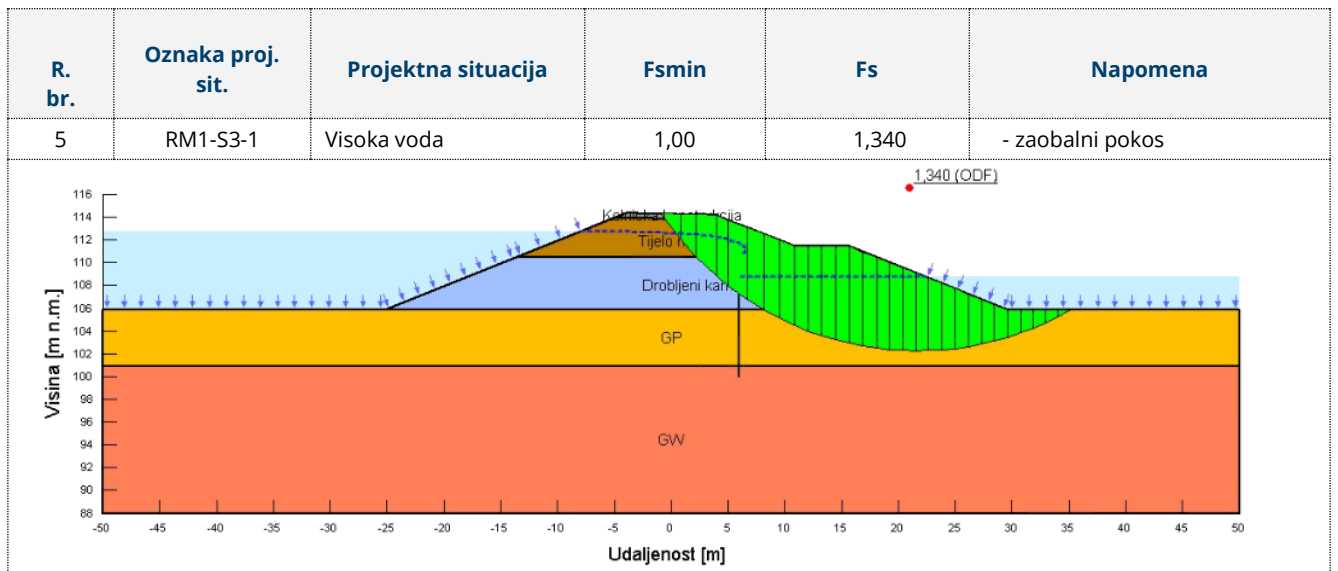
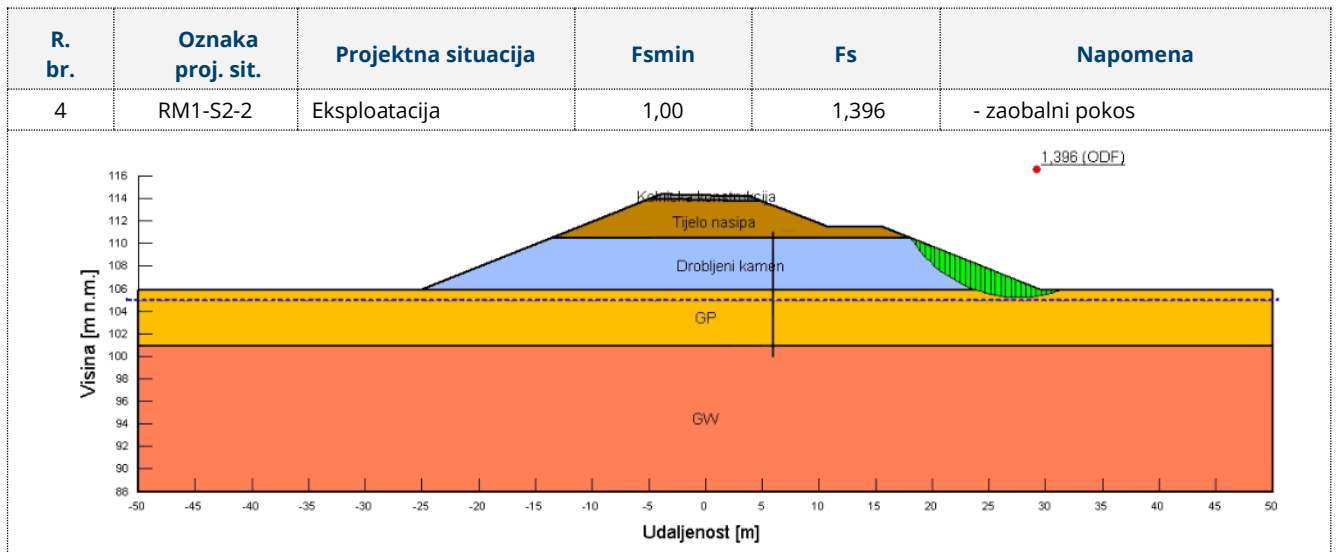
Minimalni potrebni faktori sigurnosti iznose  $F_s=1,0$ , dok kod potresne proračunske situacije iznose  $F_s=1,1$ . Numeričkim analizama dobivene su slijedeće vrijednosti faktora sigurnosti za odabrane cilindrične/poligonalne klizne plohe kojima se karakterizira globalna stabilnost pokosa:

| R. br. | Oznaka proj. sit. | Projektna situacija | F <sub>smin</sub> | F <sub>s</sub> | Napomena         |
|--------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------|------------------|
| 1      | RM1-S1-1          | Kraj gradnje        | 1,00              | 1,418          | - obalni pokos   |
| 2      | RM1-S1-2          | Kraj gradnje        | 1,00              | 1,396          | - zaobalni pokos |
| 3      | RM1-S2-1          | Eksploatacija       | 1,00              | 1,369          | - obalni pokos   |
| 4      | RM1-S2-2          | Eksploatacija       | 1,00              | 1,396          | - zaobalni pokos |
| 5      | RM1-S3-1          | Visoka voda         | 1,00              | 1,340          | - zaobalni pokos |
| 6      | RM1-S4-1          | Naglo sniženje      | 1,00              | 1,035          | - obalni pokos   |
| 7      | RM1-S5-1          | Potres              | 1,10              | 1,350          | - obalni pokos   |
| 8      | RM1-S5-2          | Potres              | 1,10              | 1,365          | - zaobalni pokos |



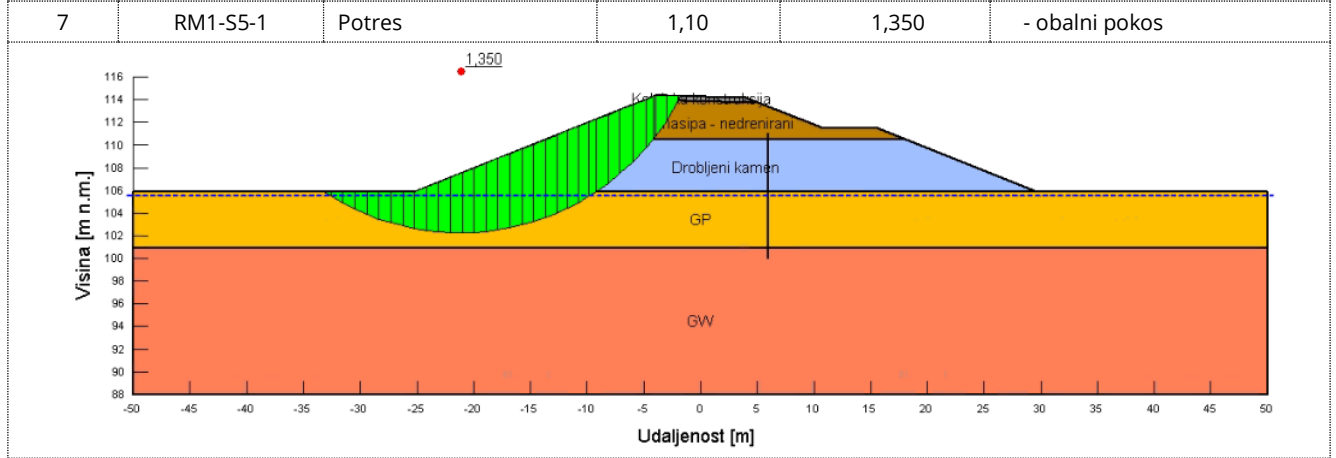
### 4.5.3.1.3 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti



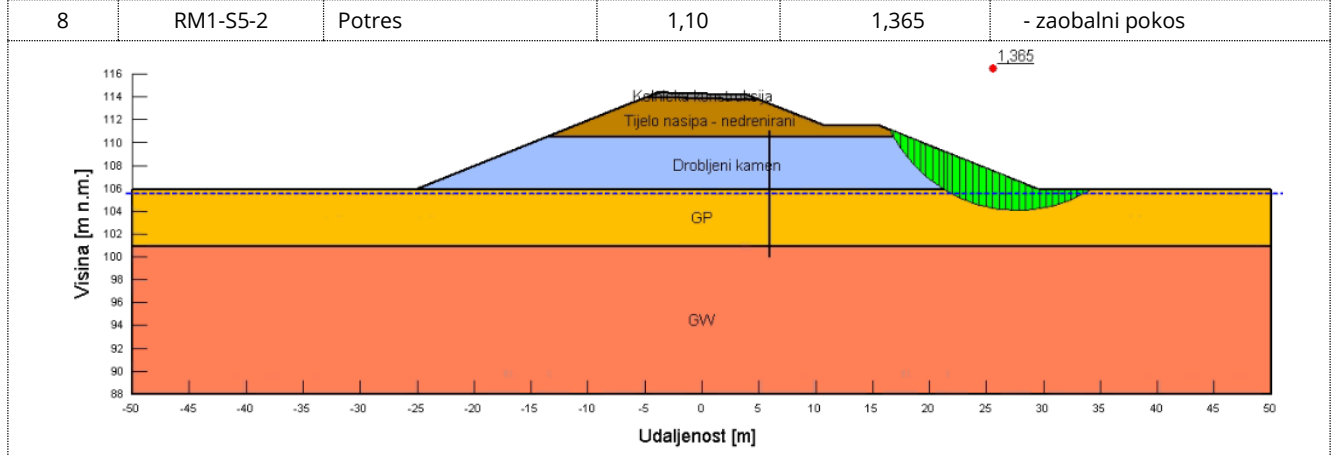




| R. br. | Oznaka proj. sit. | Projektna situacija | F <sub>min</sub> | F <sub>s</sub> | Napomena       |
|--------|-------------------|---------------------|------------------|----------------|----------------|
| 7      | RM1-S5-1          | Potres              | 1,10             | 1,350          | - obalni pokos |



| R. br. | Oznaka proj. sit. | Projektna situacija | F <sub>min</sub> | F <sub>s</sub> | Napomena         |
|--------|-------------------|---------------------|------------------|----------------|------------------|
| 8      | RM1-S5-2          | Potres              | 1,10             | 1,365          | - zaobalni pokos |

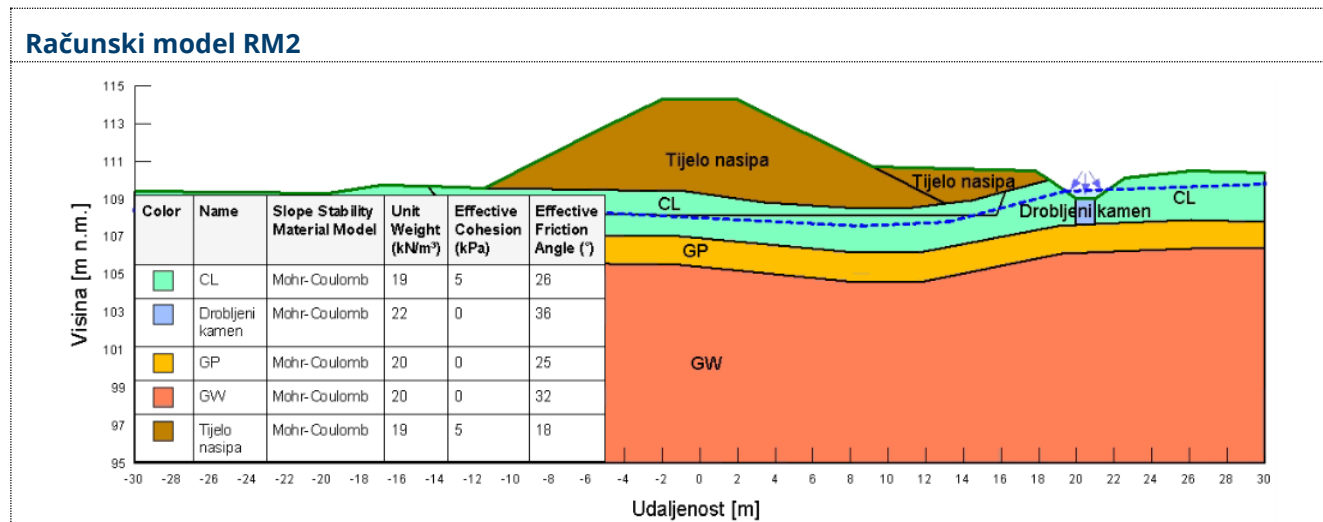




## 4.5.3.2 Računski model RM2

### 4.5.3.2.1 Definiranje modela

Korišten je slijedeći računski model tla na dionici – **km 0+500,00:**



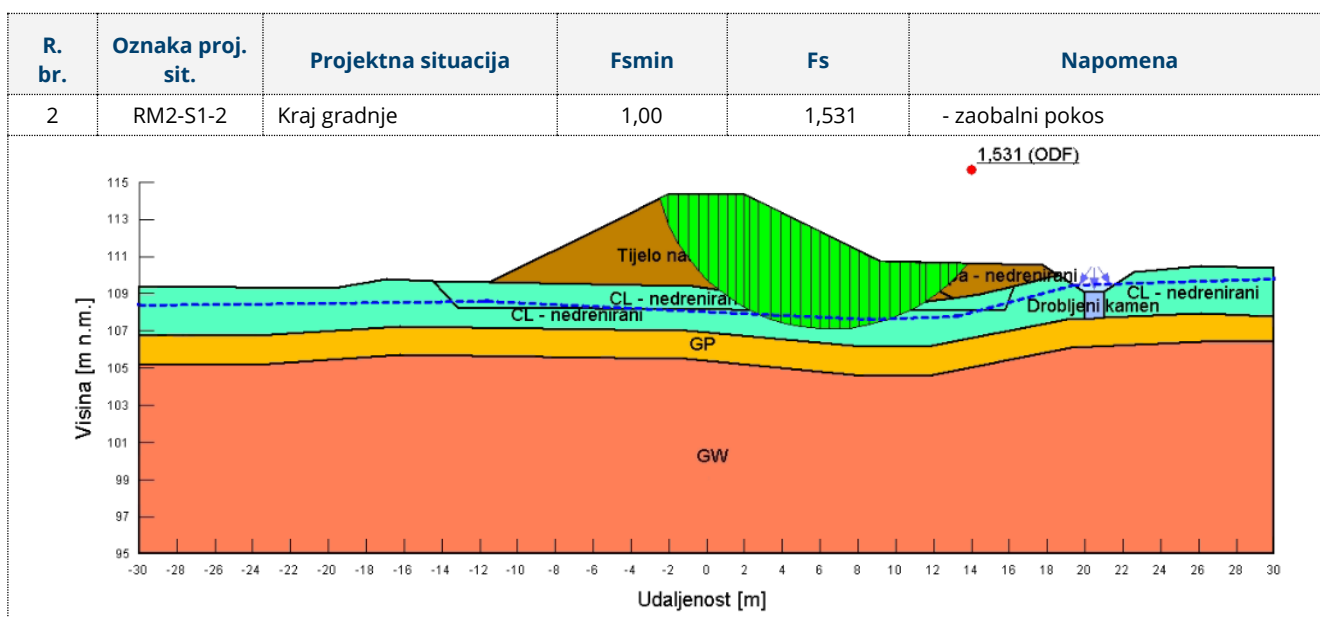
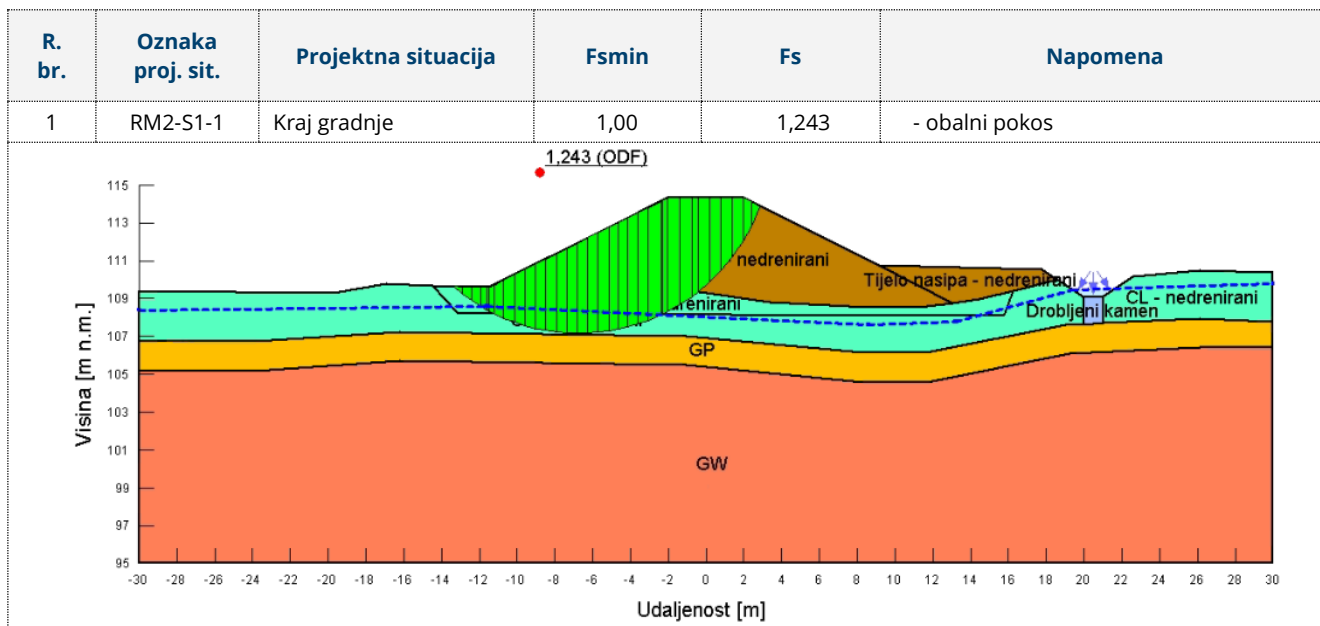
### 4.5.3.2.2 Rezultati proračuna za RM2

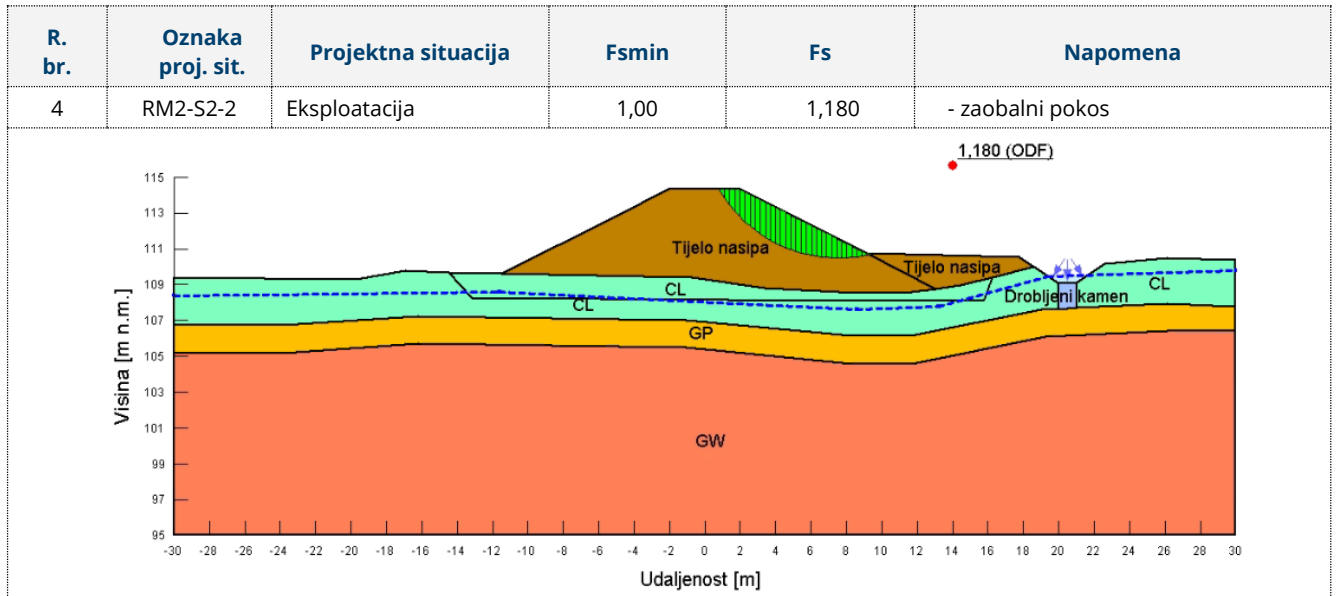
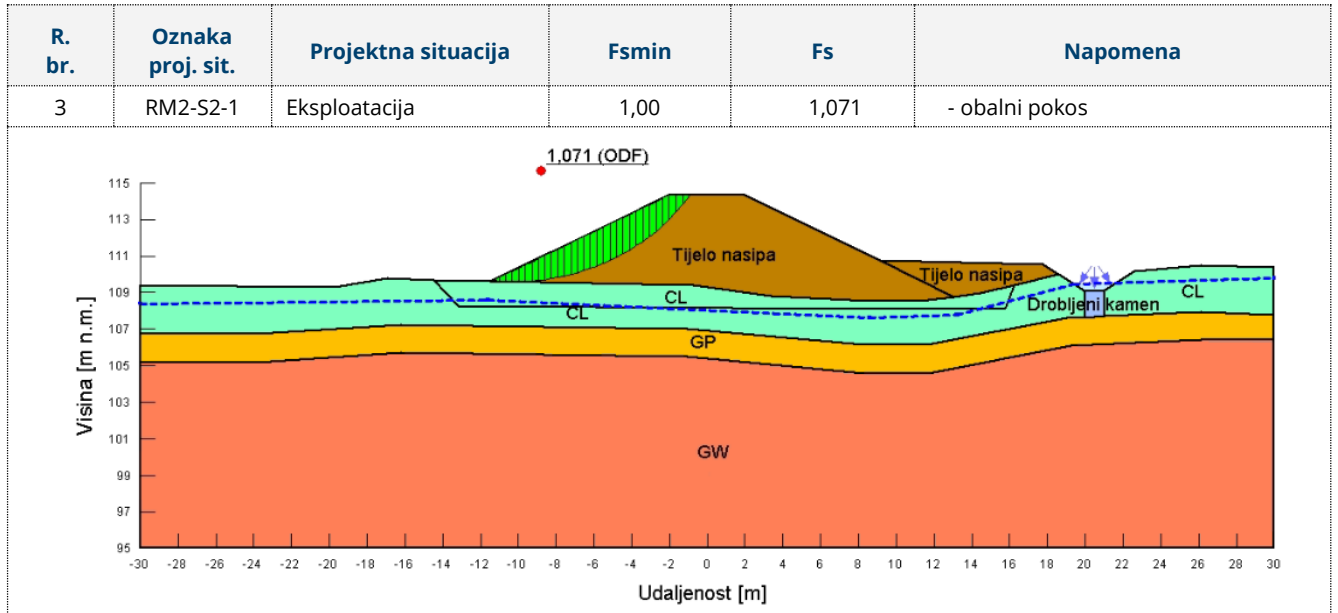
Minimalni potrebni faktori sigurnosti iznose  $F_s=1,0$ , dok kod potresne proračunske situacije iznose  $F_s=1,1$ . Numeričkim analizama dobivene su slijedeće vrijednosti faktora sigurnosti za odabrane cilindrične/poligonalne klizne plohe kojima se karakterizira globalna stabilnost pokosa:

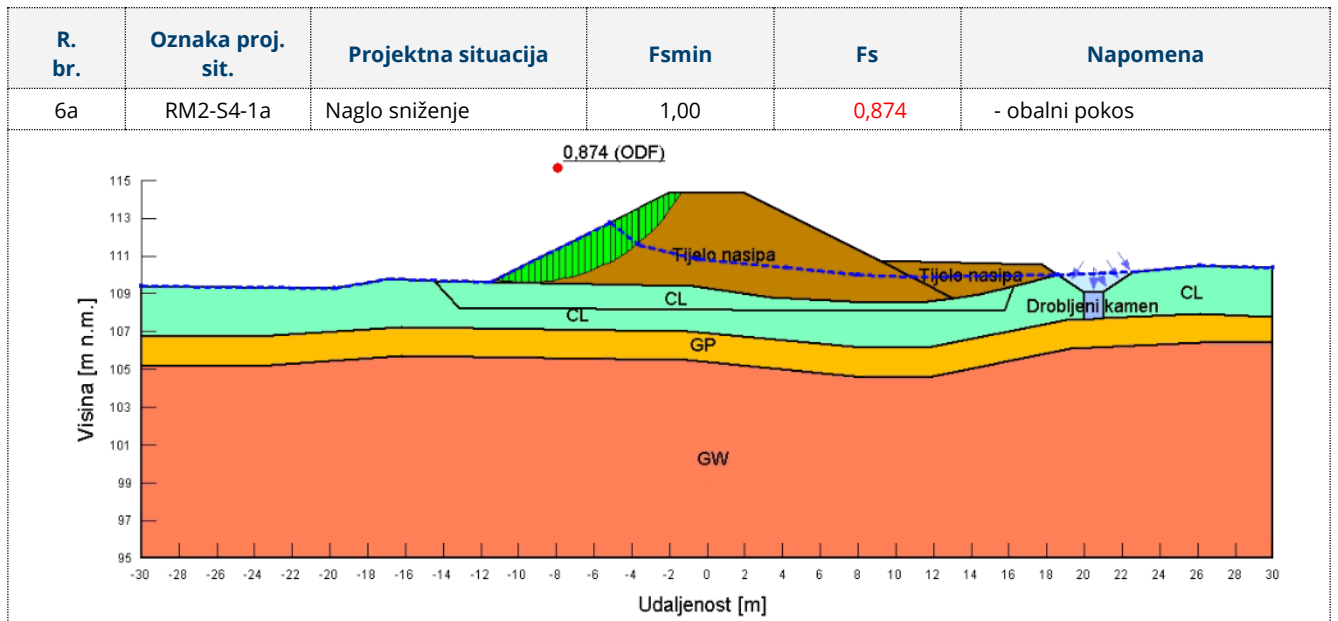
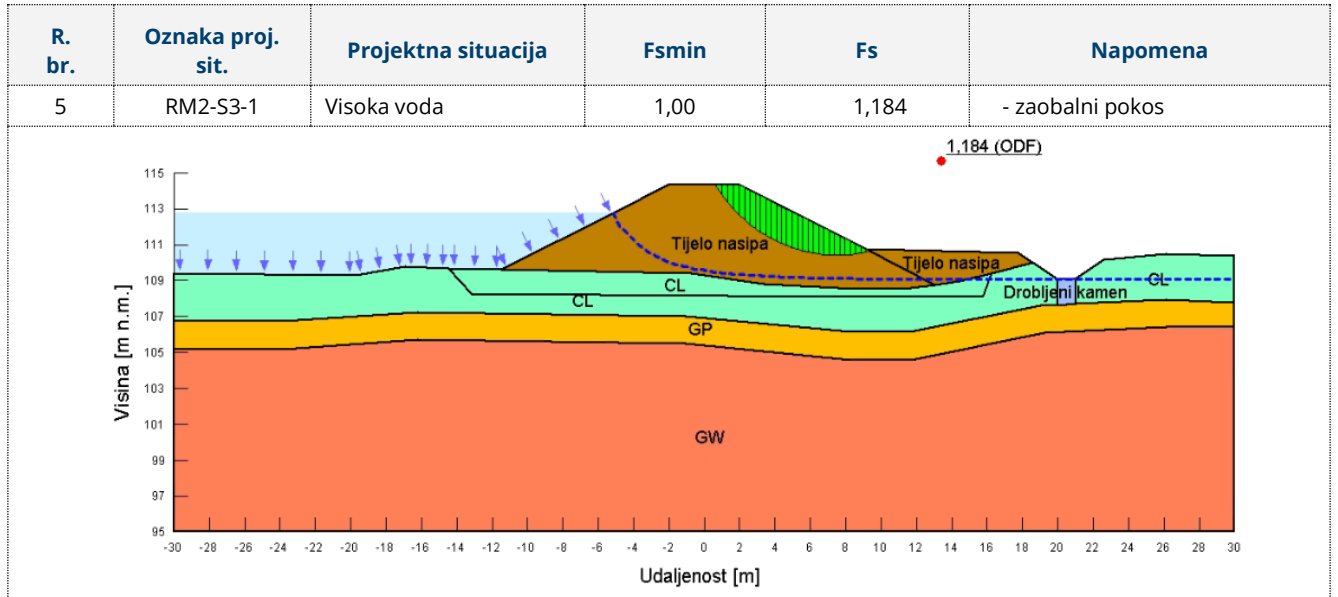
| R. br. | Oznaka proj. sit. | Projektna situacija | F <sub>smin</sub> | F <sub>s</sub> | Napomena         |
|--------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------|------------------|
| 1      | RM2-S1-1          | Kraj gradnje        | 1,00              | 1,243          | - obalni pokos   |
| 2      | RM2-S1-2          | Kraj gradnje        | 1,00              | 1,531          | - zaobalni pokos |
| 3      | RM2-S2-1          | Eksploatacija       | 1,00              | 1,071          | - obalni pokos   |
| 4      | RM2-S2-2          | Eksploatacija       | 1,00              | 1,180          | - zaobalni pokos |
| 5      | RM2-S3-1          | Visoka voda         | 1,00              | 1,184          | - zaobalni pokos |
| 6a     | RM2-S4-1a         | Naglo sniženje      | 1,00              | 0,874          | - obalni pokos   |
| 6b     | RM2-S4-1b         | Naglo sniženje      | 1,00              | 1,211          | - obalni pokos   |
| 7      | RM2-S5-1          | Potres              | 1,10              | 1,340          | - obalni pokos   |
| 8      | RM2-S5-2          | Potres              | 1,10              | 1,394          | - zaobalni pokos |



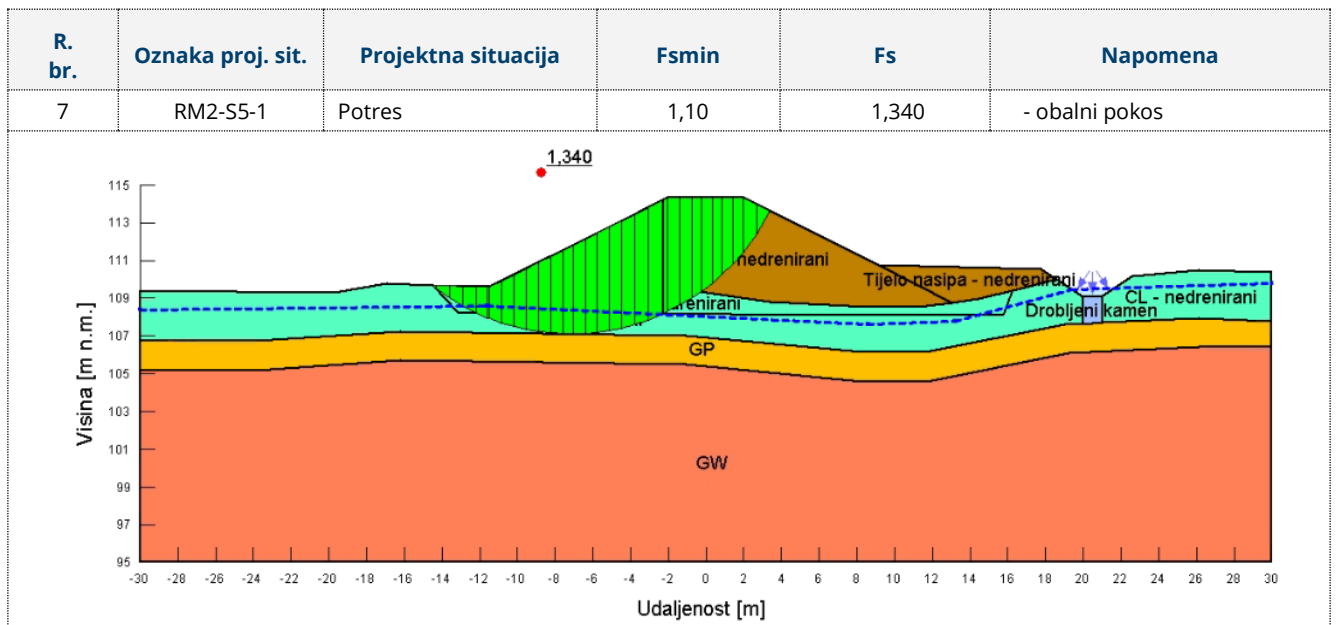
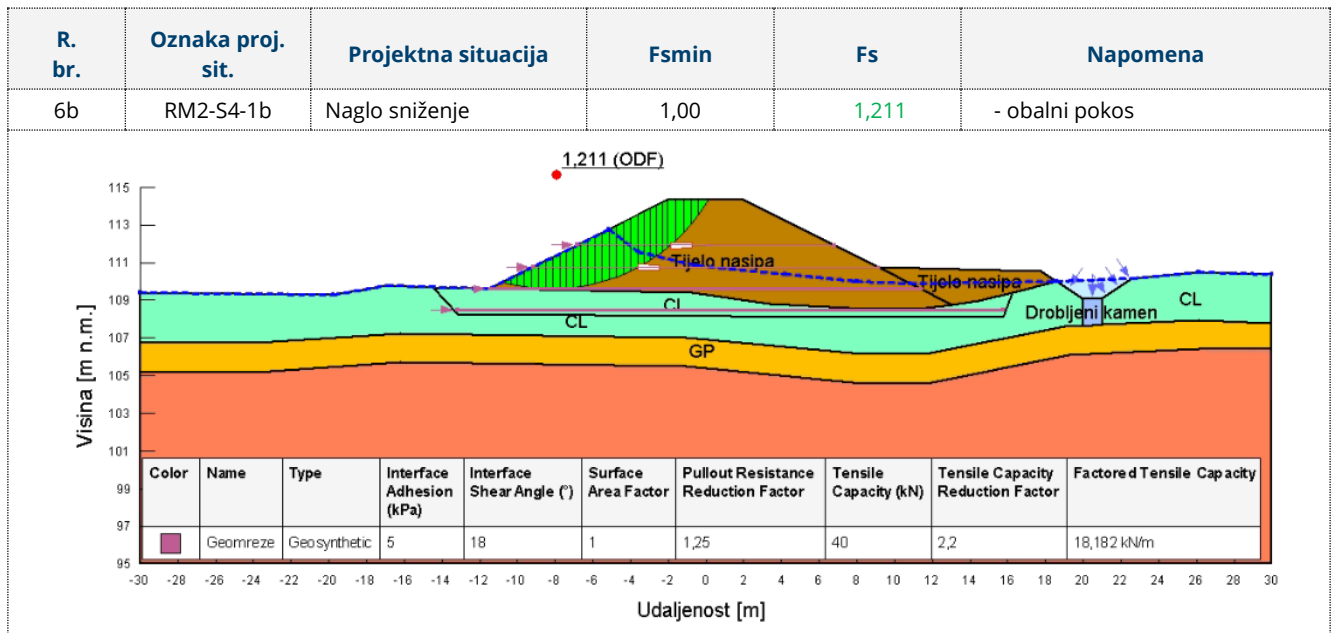
### 4.5.3.2.3 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti

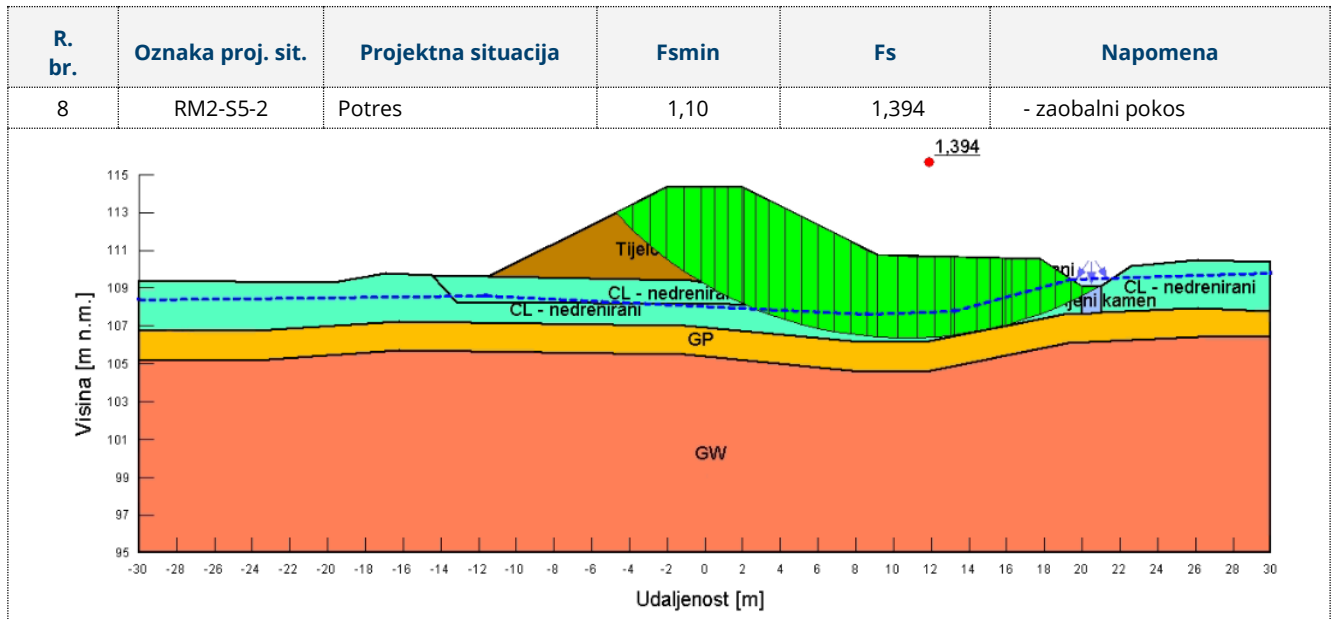












#### 4.5.4 ZAKLJUČAK UZ ANALIZE STABILNOSTI

Provedene su analize stabilnosti nasipa na odabranim karakterističnim presjecima nasipa na 2 računski modela RM1 i RM2.

Kritične situacije za računski modele nasipa su:

| Računski model | Stacionaža modela | Faktor sigurnosti | Proračunska situacija          | Objekt |
|----------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------|
| RM1            | km 0+232,13       | 1,035             | Naglo sniženje – obalna strana | Nasip  |
| RM2            | km 0+500          | 0,874             | Naglo sniženje – obalna strana | Nasip  |
| RM2            | km 0+500          | 1,211             | Naglo sniženje – obalna strana | Nasip  |

Proračunima je dokazano da je predložena građevina, odnosno geometrija projektiranog nasipa na računskim modelima **RM1 i RM2** geotehnički stabilna uz uvjet korektne ugradnje glinenog i drenažnog materijala s predloženog nalazišta, izvedbe drenažnih rasterećenja (jama) na zaobalnoj strani i ojačanja nasipa geomrežama, sve ovisno o poprečnom presjeku.

Na presjeku (**RM2**) na stacionaži km 0+500,00, koji je reprezentativan za nasip izvan korita rijeke Korane, prilikom naglog snižavanja vodne razine može doći do potencijalne globalne nestabilnosti nasipa ( $F_s=0,874 < 1,0$ ).

Provedene su dodatne analize stabilnosti s geomrežama ojačanim nasipom za predmetnu proračunsku situaciju. Geomreže se izvode u 4 reda, a potrebna vlačna čvrstoća se određuje prema proračunskoj sili uz primjenu parcijalnih faktora sigurnosti. Ugradnjom geomreža u nasip dobiva se faktor sigurnosti  $F_s = 1,211 > 1,0$ , čime je dokazana stabilnost nasipa. Druge proračunske situacije imaju faktore sigurnosti veće od minimalno zahtijevanog te nisu provedene dodatne analize s ugrađenim geomrežama budući da se u tom slučaju faktori sigurnosti dodatno povećavaju.



Proračunska sila u zategama iznosi:  $P_{pror} = 18,18 \text{ kN/m'}$ .

Potrebna sila u zategama za vijek konstrukcije 50 godina je:

$$P_{pot} = P_{pror} \times F_{sm} \times F_{ss50}$$

gdje su:

$F_{sm}$  - faktor modela,

$F_{ss50}$  - faktor sustava za vijek konstrukcije 50 godina.

Za predmetnu građevinu može se usvojiti faktor modela:  $F_{sm} = 1,30$ .

Faktor sigurnosti sustava jednak je umnošku parcijalnih faktora sigurnosti za odabrani sustav za vijek konstrukcije 50 godina.

Usvojeni parcijalni faktori za sigurnost sustava iznose:

- $f_m = 1,2$  - faktor sigurnosti proizvodnje i ekstrapolacije podataka,
- $f_d = 1,25$  - faktor sigurnosti za mehanička oštećenja za upotrebu kamenog materijala ispune,
- $f_e = 1,1$  - faktor sigurnosti za utjecaj okoliša,

pa je faktor sigurnosti sustava:  $F_{ss} = 1,65$ ,

što za predmetnu građevinu daje potrebnu minimalnu čvrstoću zatega za vijek konstrukcije 50 godina:

$$P_{pot} = P_{pror} \times F_{sm} \times F_{ss} = 18,18 \times 1,30 \times 1,65 = 40,0 \text{ kN/m'}$$

Površinska stabilnost pokosa (stabilnost na pojavu erozije) postići će se humusiranjem i zatravljenjem.



## 4.6 DIMENZIONIRANJE MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA

### 4.6.1 ODABIR TEHNOLOGIJE

Tablica br.3; Odnos vrste tla i mogućih promjera injekcijskih tijela (Čorko,1997.)

| Vrsta tla                   | Promjer (cm)                       |
|-----------------------------|------------------------------------|
| <b>Šljunak</b>              | <b>80-120</b>                      |
| S malo pijeska              | Do 100                             |
| S puno pijeska              | 80-90                              |
| <b>Pijesak</b>              | <b>55-80</b>                       |
| Vrlo zbijen                 | 55-60                              |
| Srednje zbijen              | 70-75                              |
| <b>Glina</b>                | <b>45-100</b>                      |
| Žitka                       | Do 100                             |
| meka                        | Do 75                              |
| kruta                       | 55-60                              |
| Polučvrsta do čvrsta        | 45-50                              |
| <b>Organsko tlo i nasip</b> | Vrlo promjenjivo ( <b>do 100</b> ) |

Prema geotehničkom elaboratu tlo se svrstava u pijesak ,te je odabran promjer stupnjaka 80 cm. S obzirom na vrstu tla (nevezano) i na potreban promjer kao tehnologiju izvođenja odabran je stroj sa jednim fluidom (injektirana smjesa).

Parametri:

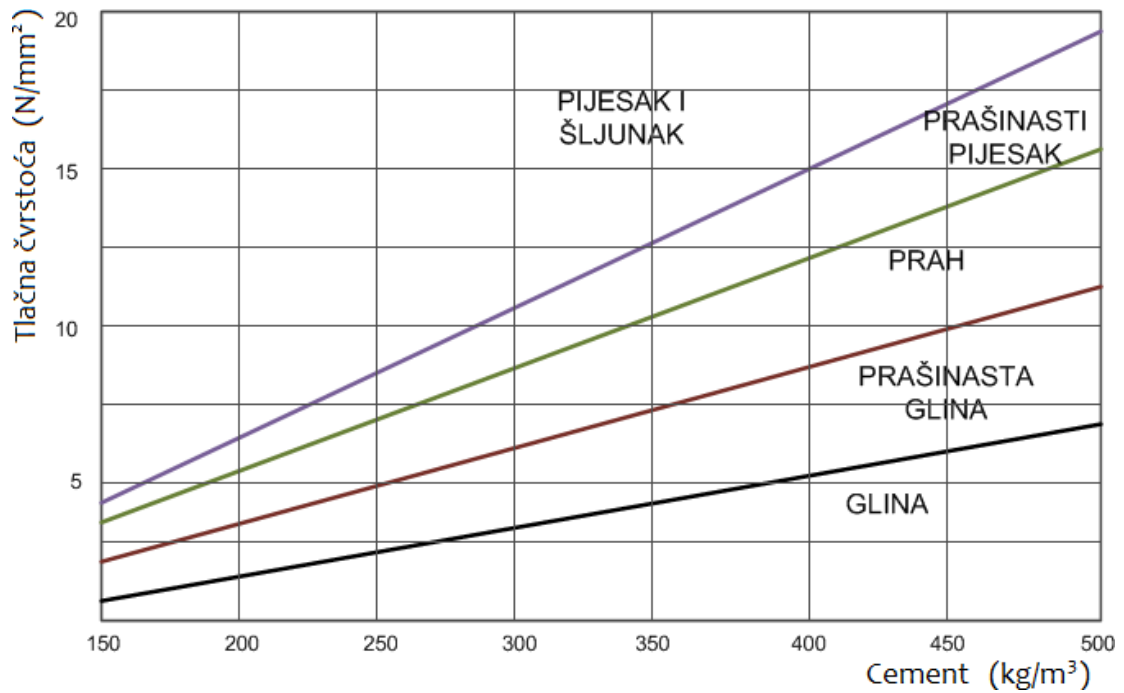
Tlak injektiranja: 500 bara

Broj mlaznica: 2

Promjer mlaznica: 2 mm

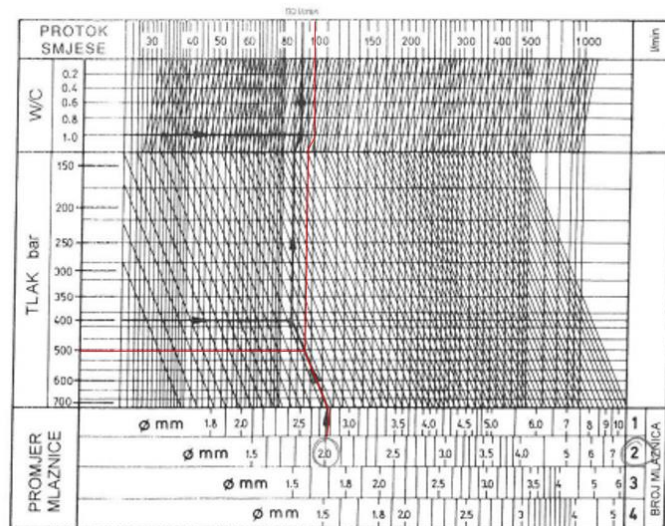
Vodocementni faktor: W/C=1.0

→CASAGRANDE DIJAGRAM→za tlačnu čvrstoću od 15 N/mm<sup>2</sup> potrebno je oko 400 kg/m<sup>3</sup> cementa.



Slika: Odnos čvrstoće i količine cementa ugrađenog u odgovarajući volumen tla (Casagrande)

→CASAGRANDE NOMOGRAM→ za 2 mlaznice promjera  $\varphi=2\text{mm}$  i tlak od 500 bara(min) i za  $W/C=1.0$ , protok smjese je  $Q=100\text{ l/min}$ .



Slika: Nomogram za određivanje protoka injekcijske smjese (Casagrande)



#### 4.6.2 SADRŽAJ CEMENTA I VODE U INJEKCIJSKOJ SMJESI

W/C=1.0

$$\text{Gustoća inekcijske smjese: } \rho_{is} = \frac{2}{3.0 + \frac{w}{c} + 1.0} + 1 = 1.5 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Količina vode: } W = \frac{3000 \cdot \frac{W}{C}}{3 \cdot \frac{W}{C} + 1} = \frac{3000 \cdot 1}{3 \cdot 1 + 1} = 750 \text{ kg}$$

$$\text{Količina cementa: } C = 1500 \cdot (\rho_{is} - 1.0) = 1500 \cdot (1.5 - 1.0) = 750 \text{ kg}$$

#### 4.6.3 ANALIZA SASTAVA INJEKCIJSKE SMJESE

Kod mlaznog injektiranja najčešće se koriste inekcijske smjese na bazi cementa i vode s dodacima najčešće bentonit. Udjel bentonita je cca 3%.

Ako je W/C=1, a postotak bentonita 3% proizlazi:

|          |         |
|----------|---------|
| Bentonit | 30 kg   |
| Cement   | 1000 kg |
| Voda     | 1000 kg |

Količina inekcijske smjese (pretpostavka da cement i bentonit imaju istu gustoću ( $\rho=3\text{t/m}^3$ ):

$$\text{Masa veznog sredstva: } m = 1000 + 30 = 1030 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen veznog sredstva: } V_1 = 1.03 / 3 = 0.343 \text{ m}^3 \rightarrow 340 \text{ l}$$

$$\text{Ukupni volumen inekcijske smjese (vezivo + voda): } V_2 = 1000 + 340 = 1340 \text{ l}$$

Proizlazi da volumen inekcijske smjese odgovara približno volumenu vode  $V_w \cdot 1.3$  Promjer valjka: 0.8 m

$$\text{Volumen dužnog tijela valjka: } V = \frac{0.8^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1.0 = 0.503 \text{ m}^3 / \text{m}$$

$$\text{Treba ugraditi 400 kg/m}^3 \text{ cementa: } C'' = 400 \cdot 0.503 = 201.2 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{gubitak od 20\% } C' = 1.20 \cdot 201.2 = 241.4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Potrebni volumen inekcijske smjese za m': } V_{is} = 241.4 \cdot 1.3 = 313 \text{ l/m}$$

$$\text{Ova količina se može ugraditi u vremenu: } t = \frac{V_{is}}{Q} = \frac{313}{100} = 3.13 \text{ min} \rightarrow 188 \text{ s}$$



Podizanje pribora u inkrementima od 7 cm:  $N=100/7=14.3$  Injektiranje na nekom horizontu od 10 s:  
 $t'=14.3 \cdot 10=143 \text{ s} \approx 141 \text{ s}$

Prema tome uz ovakvu kombinaciju parametara izvedbe mogli bismo ugraditi traženu količinu injekcijske smjese u zadani volumen.

**Projektant :**

Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.



## 5 TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE I PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### 5.1 OPĆENITO

Ovaj prikaz mjera osiguranja kvalitete u procesu projektiranja se odnosi na mjere provedene tijekom projektiranja u svrhu postizanja zadovoljavajuće kvalitete projekta.

Sustav kontrole i osiguranja kvalitete u projektiranju zasniva se na sljedećim mjerama:

1. Mjere osiguranja kvalitete projektiranja
2. Mjere osiguranja kvalitete izvedbe
3. Opće mjere zaštite na radu

Opći tehnički uvjeti na koje se poziva poglavlje program kontrole i osiguranja kvalitete mogu se naći na stranicama [Hrvatskih voda](#).

Tijekom građenja potrebno je provoditi kontrolu u cilju osiguranja projektiranih svojstava i kvalitete gotove građevine, dok se OTU provodi u dijelu koji nije u suprotnosti s tehničkim propisom za građevinske konstrukcije, tehničkim propisom za građevne proizvode, i drugim važećim propisima i normama za to područje.

Smatra se da su tehničke specifikacije formulirane sukladno članku 209. ZJN 2016, što podrazumijeva da je upućivanje na norme popraćeno izrazom „ili jednakovrijedno“ te su ponuditelji slobodni nuditi jednakovrijedna rješenja, a kod dokazivanja Naručitelj će u cijelosti primjenjivati odredbe članka 211. ZJN 2016.. Nadalje, sukladno članku 210. ZJN 2016, tehničke specifikacije ne upućuju na određenu marku ili izvor ili određeni proces s obilježjima proizvoda koje pruža određeni gospodarski subjekt, odnosno smatra se da su iste popraćene izrazom „ili jednakovrijedno“. Za tražena testiranja od strane tijela za ocjenu sukladnosti ili potvrde koje izdaju takva tijela primjenjuje se članak 213. ZJN 2016. Smatra se da su norme osiguranja kvalitete i norme upravljanja okolišem u cijelosti formulirane na način da se članci 270. i 271. ZJN 2016 u cijelosti primjenjuju.

### 5.2 MJERE OSIGURANJA KVALITETE PROJEKTIRANJA

#### 5.2.1 ORGANIZACIJSKE MJERE OSIGURANJA KVALITETE PROJEKTIRANJA

U svrhu osiguranja kvalitete projektiranja provedene su sljedeće organizacijske mjere:

- 1) potpisom odgovornih osoba na naslovnoj stranici potvrđuje se da su provedene organizacijske mjere osiguranja kvalitete.

#### 5.2.2 TEHNIČKE MJERE OSIGURANJA KVALITETE PROJEKTIRANJA

Tijekom projektiranja provedene su sljedeće opće tehničke mjere osiguranja kvalitete:

- 1) obilazak lokacije





- 2) analiza dostupnih podloga,
- 3) tehnički opis i koncepcija rješenja prikazani su u Poglavlju Tehnički opis
- 4) primijenjena je razina sigurnosti u skladu sa značenjem zahvata i uobičajenom inženjerskom praksom.

## 5.3 MJERE OSIGURANJA KVALITETE IZVEDBE

### 5.3.1 PRIPREMNE RADNJE

Pripremni radovi obuhvaćaju izradu plana rada i plana organizacije gradilišta. Plan rada treba sadržavati organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja, te popis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme. Planom organizacije gradilišta uređuje se organizacija transporta i deponiranja materijala potrebnog za rad. Plan rada i organizacije gradilišta daje se na uvid Nadzornom inženjeru koji može tražiti njegovu izmjenu uz pismeno obrazloženje. Da bi se upoznali uvjeti na terenu, Izvođač radova treba obići lokaciju objekta. Pitanju pristupa lokaciji, uređenju radilišta, kao i kretanju po samom radilištu treba posvetiti posebnu pažnju.

### 5.3.2 IZVOĐAČ

Izvođač radova mora posjedovati zakonom tražene ateste o svojstvima za materijale koji se ugrađuju te ih zajedno sa nalazima ostalih kontrola treba dostavljati nadzornom inženjeru radi praćenja kvalitete i sigurnosti radova. Nadzorni inženjer nadalje prema dogovoru i potrebi dobivene podatke dostavlja projektantu. Ukoliko svojstva materijala ne zadovoljavaju projektom tražene uvjete, njihova upotreba i ugradnja nije dozvoljena bez odobrenja Projektanta.

### 5.3.3 PROJEKTANTSKI NADZOR

Projektantski nadzor obavlja projektant. Nakon uvida u Projekt organizacije i tehnologije građenja odredit će se dinamika projektantskog nadzora. U sklopu projektantskog nadzora će se rješavati detalji izvedbe koji ovise o tehnologiji pojedinog izvođača a nisu u potpunosti riješeni projektom.

### 5.3.4 GEOTEHNIČKI NADZOR

Geotehnički nadzor se obavlja od pripremnih radnji prije početka izvedbe pa do kraja geotehničkih elemenata zahvata. U sklopu geotehničkog nadzora obavlja se:

- obilazak gradilišta i vizualni pregled cjelokupnog područja zahvata,
- kontrola i registriranje izvedbe geotehničkih elemenata zahvata,
- ocjena podudarnosti sastava i svojstava tla u odnosu na model tla primijenjen u projektu,
- tumačenje geotehničkih elemenata projekta u dogovoru sa projektantom.

Osnovni ciljevi geotehničkog nadzora su :

- evidentiranje promjena u temeljnom tlu u odnosu na provedene istražne radove (fotodokumentiranjem),



- u slučaju nepredviđenih događaja pokretanje aktivnosti na otklanjanju štetnih utjecaja, (npr. ako se pregledom ustanovi da je grubo narušena sigurnost građevine, određuju se interventne mjere, sastavlja se izvještaj i obavještavaju projektant i glavni nadzornim inženjer).

Redovni vizualni pregledi obavljaju se u skladu sa dinamikom radova, a barem dva puta tjedno. Izvanredni vizualni pregledi obavljaju se prema potrebi (npr. nakon velikih kiša, promjena stanja u okolini i sl.).

Osnovni podaci o obavljenom geotehničkom nadzoru unose se u Građevinski dnevnik.

## 5.3.5 PRIPREMNI RADOVI

### 5.3.5.1 Iskolčenje i osiguranje iskolčenja

Za cijelo vrijeme građenja izvoditelj mora trajno kontrolirati ispravnost prethodno izvršenog iskolčenja. Kontrolira se ispravnost iskolčenih osi građevine, osiguranje svih točaka, postavljenih poprečnih profila, repera i poligonskih točaka.

Izvoditelj je u potpunosti odgovoran za očuvanje i za zaštitu svih geodetskih iskolčenja, oznaka i osiguranja na području izvođenja radova. Dođe li do oštećenja ili do uništenja pojedinih točaka, njihovih osiguranja, repera, pokosnih letava, obveza je izvoditelja da odmah o tom obavijesti nadzornog inženjera. U najkraćem roku izvoditelj mora o svom trošku obaviti popravak nastalih oštećenja ili obnovu. Nadzorni će inženjer provjeriti svaki takav popravak ili obnovu. U posebnim slučajevima nadzorni inženjer ima pravo ponovno postavljanje uništenih točaka povjeriti i drugom poduzeću, i to na trošak izvoditelja.

Pri građenju nasipa, nasutih brana i sličnih zemljanih konstrukcija, iskolčenja osi treba u načelu obnavljati na svaki 1,0-1,5 m izvedene visine. Izvoditelj mora u spomenutim visinskim intervalima iskolčiti i granice različitih materijala.

Svaku moguću promjenu projekta mora izvoditelj provesti na terenu. U skladu s tim izvoditelj će izvršiti sva potrebna iskolčenja, provesti osiguranja osi građevina i drugih točaka te na postavljenim poprečnim profilima. Sve promjene izvoditelj će ucrtati u nacрте osiguranja osi građevina. Izvoditelj je obavezan dati nadzornom inženjeru na uvid sve podatke o iskolčenima zbog promjena u projektu.

#### Opis radova

Iskolčenje osi trase ili građevina obuhvaća sva geodetska mjerenja kojima se podatci iz projekta prenose na teren. Ovi radovi uključuju:

- iskolčenje osi trase ili građevina;
- iskolčenje projektiranih poprečnih profila;
- osiguranje iskolčenih točaka za vrijeme gradnje.

Iskolčenja točaka trase ili građevina obavlja se s referentnih geodetskih točaka klasičnim, terestričkim metodama, a tamo gdje to uvjeti dozvoljavaju, iskolčenja se mogu obavljati i satelitskim GNSS metodama te CROPOS-om.

#### Materijali

Za stabilizaciju osnovnih mreža i operativnih poligona koriste se betonski stupići s označenim središtem, plastične oznake s klinovima od bronce ili nehrđajućeg čelika te mesingana ili čelična sidra. Za obilježavanje detaljnih točaka građevina koriste se drveni kolčići, čelična ili mesingana sidra, čavli te različite boje. Način stabilizacije i održavanja referentnih geodetskih točaka određeni su pravilnicima Državne geodetske uprave.

#### Opis izvođenja radova

Nadzorni inženjer kroz elaborat iskolčenja predaje izvođaču geodetskih radova podatke o točkama geodetske osnovne mreže i operativnog poligona koje su primjereno stabilizirane u skladu s terenom na



kojemu se radovi izvode. Sve navedene geodetske točke ili mreže trebaju biti određene u važećem državnom koordinatnom sustavu, a sve u skladu s važećim geodetskim pravilnicima.

Nadzorni inženjer predaje izvođaču geodetskih radova i podatke o visinskim točkama (reperima) postavljenim duž trase, kao i određeni broj repera koji je uspostavljen kod svakog većeg objekta. Reperi moraju biti stabilizirani na čvrstom tlu, u stijeni ili u nekom drugom stabilnom objektu te označeni jasno vidljivom vodootpornom bojom i određeni u važećem državnom visinskom sustavu.

Nadzorni inženjer treba biti posebno upoznat s geodetskim radovima koji se izvode pri gradnji navedenih građevina. Izvođač geodetskih radova iskolčava os trase prema numeričkim podacima iz projekta u razmacima koji ovise o topografskim obilježjima (reljefu) terena, ali koji nisu veći od 50 m.

Iskolčenje projektiranih poprečnih profila treba obaviti prema potrebama izvođača građevinskih radova. Na zahtjev izvođača radova mogu se iskolčiti i dodati poprečni profili (međuprofilu).

Obveza je izvođača geodetskih radova obaviti iskolčenja svih građevina prema projektu i podacima iskolčenja. Prije toga izvođač geodetskih radova treba nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje nacрте i podatke iskolčenja točaka u položajnom i visinskom smislu te plan osiguranja iskolčenih točaka.

Nadzorni inženjer će u roku od tri dana upisom u građevinski dnevnik potvrditi da odobrava navedenu dokumentaciju. Tek nakon tog upisa u građevinski dnevnik izvođač geodetskih radova može započeti iskolčenje građevina.

U slučaju da nadzorni inženjer ima primjedbe na dokumentaciju za iskolčenje, tada će iznijeti zahtjeve koje izvođač geodetskih radova mora ispuniti prije nego što započne s iskolčenjima građevina. Izvođač geodetskih radova dužan je iskolčavati trasu ili točke objekta, poprečne profile, obavljati osiguranje za vrijeme građenja na način primjeren uvjetima rada na gradilištu.

Poslije svakog iskolčenja izvođač geodetskih radova mora izvijestiti nadzornog inženjera o izvedenim radovima radi potrebne kontrole. To je od posebne važnosti za građevine ili njihove dijelove koji se zatrpavaju. Izvođač geodetskih radova je odgovoran za svaki propust koji je, namjerno ili nenamjerno, učinio.

Kod primopredaje trase investitor predaje izvođaču nacрте trase, i to:

- situaciju u mjerilu 1:1000 (1:2000 ili drugom) s ucrtanom osi te naznakom elemenata trase. U situaciji su, također, ucrtane referentne geodetske točke potrebne za iskolčenje;
- račun glavnih i detaljnih točaka osi trase ili objekta i profila
- popis koordinata osnovnih točaka i točaka operativnog poligona s položajnim opisima;
- popis repera s položajnim opisima;
- skicu položaja svih referentnih točaka;
- uzdužni profil trase objekta s niveletom, stacionažama i kotama najmanje na položaj svakoga poprečnog profila trase određenog u projektu.

Nakon preuzimanja iskolčenja osi ili trase građevine, izvođač geodetskih radova dužan je sve preuzete točke osigurati na način da se tijekom građenja ili po njegovom završetku navedene točke mogu obnoviti s istom kvalitetom podataka. Osim detaljnih točaka trase, odnosno drugih građevina izvođač je dužan osigurati i sve referentne točke uzduž trase vodovoda i kanalizacije ili pojedinačnih građevina.

Osiguranje točaka mora biti izvedeno na dovoljnoj udaljenosti od ruba građevine, odnosno područja radova. Osiguranje točaka se provodi kolčićima koji su istih mjera kao i kolčići za označavanje osi građevine. Osiguranje posebnih točaka trase ili građevina obavlja se letvicama poprečnog presjeka 3 x 5 cm postavljenih u obliku trokuta iznad osiguravane točke. O postupku osiguranja točaka izvođač geodetskih radova vodi zapisnik i skicu, odnosno nacרת osiguranja. Jedan primjerak nacרת osiguranja izvođač geodetskih radova predaje nadzornom inženjeru.

### **Način preuzimanja radova**

Investitor putem izvoditelja radova predaje izvođaču geodetskih radova glavni i izvedbeni projekt u



analognom i digitalnom obliku te podatke o referentnim geodetskim točkama. Nadzorni inženjer i izvođač geodetskih radova trebaju utvrditi stvarno stanje referentnih geodetskih točaka na terenu. U slučaju uništenja uspostavljenih točaka dogovorit će njihovu obnovu na teret investitora.

O svim promjenama projekta investitor, odnosno nadzorni inženjer dužni su pravovremeno informirati izvođača geodetskih radova. U slučaju da izvođač geodetskih radova nije pravovremeno informiran o promjeni projekta, troškove za dodatna geodetska mjerenja snosi investitor.

### Zahtjevi kvalitete

Točnost i pouzdanost referentnih geodetskih točaka mora biti u skladu s geodetskim Pravilnicima i normama za pojedine vrste mjerenja te u skladu sa zahtjevima za točnost izvođenja pojedinih radova, prema ovim ili Posebnim tehničkim uvjetima te zahtjevima projekta. Ukoliko nadzorni inženjer iskaže sumnju u pouzdanost izvođenja nekih radova utvrđenih projektom, može radove obustaviti. Tada je izvođač geodetskih radova, po nalogu nadzornog inženjera, dužan ponoviti mjerenja. Geodetska kontrola, u položajnom i visinskom smislu, provodi se za čitavo vrijeme građenja. Ako nadzorni inženjer nije zadovoljan kvalitetom geodetskih podataka, ima pravo sva mjerenja povjeriti drugoj stručnoj osobi, odnosno tvrtki.

### Obračun radova

Rad na iskolčenju linijskih građevina obračunava se po m duljine, a iskolčenja svih drugih građevina prema m<sup>2</sup>.

## 5.3.5.2 Izmjera stvarnog (izvedenog) stanja gotovih građevina

### Opis radova

Po završetku svih radova na linijskim i drugim objektima, a prije tehničkog prijama, izvođač je dužan po izvođaču geodetskih radova, na zahtjev investitora, obnoviti os trase, odnosno točaka objekta te svih referentnih geodetskih točaka. Napravljeni elaborat predaje se, uz zapisnik, investitoru.

I nadzorni inženjer, prije tehničkog pregleda građevine, ima pravo tražiti od izvođača radova dodatna geodetska mjerenja izgrađenog objekta.

Investitor je dužan, najkasnije na dan tehničkog pregleda dati na uvid Povjerenstvu za tehnički pregled, uz ostalu dokumentaciju propisanu Zakonom o prostornom uređenju i gradnji, na uvid i:

- elaborat iskolčenja ovjeren od strane ovlaštenog inženjera geodezije,
- geodetski situacijski nacrt izvedenog stanja (situacija) za izgrađenu građevinu kao dio geodetskog elaborata za evidentiranje građevina koji je ovjeralo tijelo državne uprave nadležno za poslove katastra, izradila fizička ili pravna osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti po posebnom propisu.
- Popis koordinata lomnih točaka građevine čestice, odnosno obuhvata zahvata u prostoru te jedne ili više građevine na toj čestici, odnosno tom obuhvatu predan i izrađen u GML formatu.

Sastavni dijelovi geodetskog elaborata su:

- naslovna stranica;
- geodetski situacijski nacrt stvarnog stanja (situacija) za izgrađenu građevinu sa prikazom granica građevinske (katastarske) čestice prema pravilima za prikazivanje katastarskih čestica na katastarskome planu;
- popis koordinata lomnih točaka građevine čestice, odnosno obuhvata zahvata u prostoru te jedne ili više građevine na toj čestici, odnosno tom obuhvatu predan i izrađen u GML formatu
- tehničko izvješće o elaboratu.



Detaljni sadržaj geodetskog elaborata, ovisno u koju je svrhu izrađen, dan je u Pravilniku o parcelacijskim i drugim elaboratima.

Snimak izvedenog stanja investitor naručuje u svrhu izdavanja uporabne dozvole.

Potvrđivanje elaborata za evidentiranje građevine provodi se u katastarskom operatoru nakon ishođenja uporabne dozvole pod uvjetom da je u katastarskom operatoru formirana građevinska (katastarska) čestica za građevinu koja se evidentira.

Zemljišnoj knjizi dostavlja se prijavni list i pravomoćno rješenje doneseno u upravnom postupku po službenoj dužnosti od strane katastarskog ureda.

Nadležni sud će izgrađenu građevinu upisati u zemljišne knjige ako je za tu građevinu izdana uporabna dozvola.

Investitor podnosi zahtjev za upis novoizgrađenog objekta u katastar i zemljišnu knjigu i tako legalizira izgrađeni objekt, tj. dužan je ishoditi uporabnu dozvolu.

Uporabnu dozvolu izdaje ured koji je izdao i prethodne dozvole. Izdavanju uporabne dozvole prethodi tehnički pregled građevine.

### **Kontrola kvalitete radova**

Kvaliteta, točnost i pouzdanost mjerenja mora biti u skladu s pravilnicima i normama za pojedine vrste geodetskih radova ili prema Posebnim tehničkim uvjetima.

Ovjerom elaborata od tijela državne uprave nadležnog za poslove katastra potvrđuje se da je elaborat u skladu sa svim geodetskim pravilima i normama.

### **Obračun radova**

Uobičajeno je obračun geodetskih radova iskazivati po m<sup>2</sup>, odnosno hektaru (ha), a kod linijskih građevina obračun može biti po m<sup>1</sup>.

### **5.3.5.3 Sječa i krčenje drveća i raslinja u zoni zahvata**

Prije početka radova i tijekom 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. U cijenu su uključeni i svi troškovi odvoza korisnog drveta na udaljenost do 20 km prema nalogu investitora.

Svi radovi na čišćenju terena se izvode u skladu sa projektom, propisima, ovim programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 13-03 OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

#### **5.3.5.3.1 Sječenje i skupljanje šiblja do Ø 10 cm**

Sječenje raslinja obavlja se sječenjem istog što bliže tlu i ručnim izvlačenjem na udaljenost do 50 m.

Kontrola se obavlja vizualno nakon izvlačenja raslinja i odvoza sa gradilišta.

Obračun se vrši prema m<sup>2</sup> iskrčene površine mjerenjem na terenu.

Strojno sječenje raslinja do promjera Ø 10 cm

Strojno sječenje raslinja do Ø 10 cm motornim pilama obavlja se sječenjem istog što bliže tlu, kresanjem sitnih grana i ručnim izvlačenjem van mjesta rada na udaljenost do 50 m. Krupnije raslinje se reže na 1 m dužine i slaže kao drvo za ogrjev ili u druge svrhe, a sitnije grane privremeno deponiraju.



Ručno sječenje raslinja do promjera  $\varnothing$  10 cm

Ručno sječenje raslinja do  $\varnothing$  10 cm sjekirama 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 50 m i uklanjaju. Krupne grane i stabla se režu na dužinu 1 m, slažu i odvoze sa gradilišta.

### 5.3.5.3.2 Sječenje stabala motornom pilom $\varnothing$ 10 – 30 cm i veća

Stabla  $\varnothing$  10 – 30 cm i veća, se sijeku motornim pilama što bliže tlu. Nakon rušenja stabla sitne grane se krešu ručno te 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 50 m van mjesta rada i slažu u pravilne hrpe i odvoze sa gradilišta (odvoz korisnog drveta na udaljenost do 20 km prema nalogu investitora).

Tijekom radova motornom pilom radnici su dužni:

poznavati i pridržavati se obveznih sigurnosnih propisa za rad motornom pilom;

- I. rabiti osobnu zaštitnu opremu;
- II. održavati motor, lanac i vodilicu motorne pile na odgovarajući način;
- III. poznavati radnu tehniku sječe i rušenja stabala;
- IV. poznavati osnove prve pomoći u slučaju ozljeđivanja suradnika.

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

Stabla  $\varnothing$  10 – 30 cm i veća treba posjeći što bliže tlu. Kontrola izvođenja se obavlja vizualno nakon sječenja i uklanjanja sa gradilišta.

Obračun se vrši prema komadu posječenih stabala brojanjem na terenu prije same sječe.

### 5.3.5.3.3 Strojno vađenje panjeva

Rad predviđa strojno vađenje panjeva promjera  $\varnothing$  10-30 cm i većih, otkopavanjem bagerima ili vađenjem dozerom sa riperima te njihovim sakupljanjem van mjesta rada na udaljenosti do 30 m.

Panjevi  $\varnothing$  10-30 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 dozera.

Strojno vađenje panjeva  $\varnothing$  10-30 cm i većih treba izvesti tako da se uz panjeve izvadi i veći dio žilja. Prije početka rada panjeve koji se vade treba vidno označiti. Deponiranje je potrebno obaviti sa što manje zemljanog materijala na panju. Kontrola se obavlja vizualno tijekom rada i nakon završetka vađenja.

Rad obuhvaća i zatrpavanje udubljenja od izvađenih panjeva koja nisu pokrivena stavkom uređenje temeljnog tla.

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



#### 5.3.5.3.4 Deponiranje / kontroliranje zbrinjavanje panjeva i nekorisne drvene mase od posječenih stabala

Rad obuhvaća čišćenje i uklanjanje sveg nepotrebnog materijala zaostalog nakon izvedenih radova uklanjanja grmlja, sječe stabala i vađenja panjeva. Stavka obuhvaća utovar i prijevoz nekorisne drvene mase i panjeva do nalazišta materijala na udaljenosti do 15 km i sve troškove deponiranja u nalazištu materijala. Panjeve strojno zakapati u nalazište materijala s minimalnim nadslojem od 60 cm.

Obračun radova se vrši po m<sup>3</sup> deponirane drvene mase.

### 5.3.6 ZEMLJANI RADOVI

#### 5.3.6.1 Uklanjanje humusa

Ispod svake građevine otklanja se humusni sloj zemlje. Preporučljiva dubina skidanja humusa ja cca 20 cm što dakako uvelike ovisi o strukturi tla gdje se humus skida (priloženo u tablicama obračuna količina). Skinuti sloj humusa i ostali dio iskopane zemlje treba deponirati na samom gradilištu. Višak zemlje odvozi se na trajnu deponiju. Lokalno deponiranu zemlju kasnije koristimo za humusiranje i zatavljenje terena.

##### Opis rada

Rad obuhvaća površinski iskop humusa raznih debljina i njegovo prebacivanje na privremena ili stalna odlagališta. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera i ovim uvjetima.

##### Izrada

Zbog svojih svojstava humus pod opterećenjem znatno mijenja obujam, a pri promjenama količine vode osjetno mu se smanjuje nosivost, tako da nije pogodan kao građevni materijal i mora ga se odstraniti.

Humus se iskopava isključivo strojno, a ručno jedino tamo gdje to strojevi ne bi mogli obaviti na zadovoljavajući način. Šiblje se mjestimično može odstraniti zajedno s humusom, ali se od njega mora odvojiti prije upotrebe humusa pri humusiranju kosina nasipa ili usjeka.

Odguravanje humusa u odlagalište mora se obavljati tako da ne dođe do miješanja s ne humusnim materijalom. Ako postoji višak humusa, potrebno je prethodno predvidjeti lokaciju i oblik odlagališta za njegovo odlaganje.

Prilikom iskopa humusa, ne smije se dopustiti duže zadržavanje vode na tlu jer bi ga ona prekomjerno razvlažila. Stoga tijekom iskopa treba voditi računa o tome da je omogućena stalna poprečna i uzdužna odvodnja. Vodu treba odvesti izvan nasipa priključkom na neki odvodni jarak, potok ili prirodnu depresiju.

Površine na kojima je nakon iskopa humusa predviđena izrada nasipa potrebno je odmah urediti i zbiti.

Identifikacija humusnog sloja obavlja se na osnovi mirisa, boje, sastojaka biljnih i životinjskih ostataka koji podliježu procesima razlaganja kao i količine ukupnih organskih tvari. Ako humusni, nije moguće jasno odijeliti vizualnim načinom, debljina humusnog sloja određuje se na osnovi laboratorijskog ispitivanja organskih tvari (HRN U.B1.024). Ako nije drukčije određeno, humusnim slojem smatra se površinski sloj sraslog tla u kojem je količina organskih tvari veća od 10 mas. %.

##### Obračun rada

Rad se mjeri u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>) površine stvarno iskopanog humusa, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju iskop humusa, svi utovari istovari, odvoz na deponiju s razastiranjem i planiranjem te plaćanjem naknade za korištenje deponije kao i sve ostalo prema opisu uključeno je u



jediničnu cijenu stavke, ako nije specificirano drugačije.

### 5.3.6.2 Široki iskop

#### Opis rada

Ovaj rad obuhvaća široke iskope koji su predviđeni projektom, planom osiguranja kvalitete ili zahtjevom nadzornog inženjera, a to su: iskopi usjeka, zasjeka, nalazišta, iskopi radi korekcija vodotoka i regulacija rijeka, iskopi kod devijacije pruge, cesta i prilaznih putova, kao i široki iskopi pri gradnji objekata (mostova, pothodnika, nadvožnjaka, podvožnjaka, propusta). Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva, prijevoz i istovar na deponiju te plaćanje naknade za njeno korištenje, uređenje i sanaciju deponije. Iskop se obavlja prema visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima kosina, a uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla i zahtijevana svojstva za namjensku upotrebu iskopanog materijala, u skladu s ovim uvjetima.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, zahtjevima investitora i nadzornog inženjera te ovim uvjetima.

#### Izrada

Izbor tehnologije rada kod širokog iskopa ovisi o:

- predviđenim objektima
- vrsti tla,
- mogućnostima primjene određene mehanizacije za iskop i prijevoz,
- visini i dužini zahtijevanog iskopa,
- količini tla koje treba iskopati,
- prijevoznim dužinama,
- rokovima završetka iskopa, odnosno rokovima dovršetka građevine,
- važnosti pojedinog iskopa za dinamiku rada na građevini,
- ekonomičnosti iskopa.

Koristeći se navedenim elementima, kao i drugim okolnostima koje mogu utjecati na izbor tehnologije rada, izvođač će, držeći se odgovarajućih važećih propisa i normi, izabrati optimalnu tehnologiju za iskop.

Iskop se može izvesti na jedan od ovih načina ili njihovom kombinacijom:

- iskop u punom profilu s čela,
- iskop usjeka (zasjeka) sa strane,
- iskop u uzdužnim slojevima,
- iskop s uzdužnim prosjekom.

Sve iskope treba obaviti prema predviđenim visinskim kotama i propisanim nagibima po projektu, odnosno po zahtjevima nadzornog inženjera. Pri izradi iskopa treba provesti sve mjere sigurnosti pri radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata, infrastrukturnih vodova i potrebnih 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 i za to nema pravo tražiti odštetu ili naknadu za višak rada ili nepredviđeni rad. Široki iskop treba obavljati prema odabranoj tehnologiji upotrebom odgovarajuće mehanizacije i drugih sredstava, a ručni rad ograničiti na nužni minimum. Ručni iskop se predviđa u području infrastrukturnih vodova.





### 5.3.6.2.1 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 - buldožerom, 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. Ako je iskopani materijal osjetljiv na atmosferske utjecaje, pa se prilikom iskopa takvi materijali moraju odmah utovariti, prevesti i ugraditi u nasipe ili odvesti na deponiju. Svi iskopi moraju se izvesti prema profilima, kotama i nagibima iz projekta, vodeći računa o svojstvima i upotrebljivosti iskopanog materijala u određene svrhe.

Materijali iz širokog iskopa mogu biti različitog sastava, pa poprečna i uzdužna odvodnja mora biti u svim fazama rada besprijekorno riješena. Sva voda mora se odvesti izvan trupa nasipa u pogodne recipijente. Otežani rad kao i zamjena vodom prezasićenog miješanog materijala, čiji su uzroci nepravilan rad i loša odvodnja, neće se posebno plaćati. Za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na projektu, izvođač je dužan brinuti se o tome da zbog moguće nepravilne odvodnje ne dođe do oštećenja izrađenih pokosa i da se ne ugrozi njihova stabilnost prije ozelenjivanja i predaje objekta na upotrebu. Nagib radnih pokosa pri iskopu je u granicama 1:1 za nevezana krupnozrnata tla do 2:1 za sitnozrnata vezana koherentna tla. Kako materijale dobivamo iskopom u plitkim zemljanim usjecima ili zasjecima, količina vlage obično im je visoka, a mogu sadržavati i veliku količinu organskih tvari, potrebno je provesti ispitivanja pogodnosti materijala prije ugradnje. Ako se ispitivanjima utvrdi da materijali nisu za ugradnju, nadzorni će inženjer odrediti mjesto odlaganja tog materijala. Takvi materijali se najčešće upotrebljavaju za zatrpavanje kanala i depresija, izvan područja konstrukcije.

Ako se iskopaju veće količine materijala od projektiranih ili odobrenih od nadzornog inženjera, tj. nastale pogreškom izvođača, ne plaćaju se.

#### Obračun rada

Rad se mjeri u kubnim metrima (m<sup>3</sup>) stvarno iskopanog materijala u sraslom stanju. U jediničnu cijenu uračunani su svi radovi na iskopu materijala s utovarom u prijevozna sredstva, odvozom i istovarom viška materijala na deponiju, troškovi privremenog i trajnog deponiranja te 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.

### 5.3.6.3 Iskop stepenica

#### Opis rada

Rad obuhvaća iskope stepenica na nagnutim temeljnim tlima u svim kategorijama materijala, s utovarom, prijevozom i istovarom na deponiju te plaćanje naknade za njeno korištenje, uređenje i sanaciju deponije, prema profilima i mjerama danim u projektu ili po odredbi nadzornog inženjera.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera i ovim uvjetima.

#### Izrada

Sav se rad na iskopu stepenica obavlja upotrebom odgovarajuće mehanizacije. Iznimno, manji se dio rada može obaviti ručno, no takav rad treba svesti na najmanju mjeru. Na nagnutim terenima, za stabilno



nalijeganje nasipa na temeljno tlo odnosno na trup postojećeg kolosijeka, stepenice se rade kod svih nagiba većih od 20°.

Širina stepenica može biti od min. 1 m ili više s međurazmakom. Visina stepenica je do max. 1,5 m. Stepenice moraju u smjeru nizbrdo imati nagib od 5%. Kosina zasjeka stepenica iznosi 2:1 ili blaže.

Temeljno tlo mora na stepenicama imati traženu zbijenost, ovisno o vrsti tla i visinskom položaju.

### Obračun rada

Iskop stepenica mjeri se po stvarno iskopanoj količini sraslog tla, u kubnim metrima (m<sup>3</sup>). Iskop stepenica plaća se po kubnom metru iskopanog tla po jediničnim cijenama u koje je, osim iskopa, uključen odvoz i istovar viška materijala na deponiju te potrebno oblikovanje ploha na padini i u temeljnom tlu.

Za višak iskopa, koji nije iskazan projektom ili odobren od nadzornog inženjera, troškove plaća izvođač.

### 5.3.6.4 Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem

Ovaj rad obuhvaća sve radove na mehaničkom zbijanju, koji se moraju obaviti kako bi se sraslo tlo osposobilo da bez štetnih posljedica preuzme opterećenje od nasipa, zaštitnog sloja, gornjeg ustroja pruge i prometno opterećenje.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera i ovim uvjetima.

### Izrada

Kod vezanih tala temeljno se tlo uređuje tek pošto je uklonjen sav humus prema projektu, odnosno odredbi nadzornog inženjera. Temeljno to se uređuje i poravnava prema projektiranim kotama, uzdužnim i poprečnim nagibima. Tlo s kojeg je skinut humus treba prije svega dovesti u stanje vlažnosti koje omogućuje optimalni utrošak energije zbijanja. To se postiže vlaženjem ili rahljenjem i sušenjem tla. Tek kada materijal postigne optimalnu vlažnost po standardnom Proctorovu postupku (HRN U.B1.038), pristupa se zbijanju.

Kod materijala osjetljivih na vodu, veliku pažnju treba posvetiti očuvanju temeljnog tla od prekomjernog vlaženja. Tehnologiju i dinamiku rada treba podesiti tako da se, ako vlažnost dopusti, temeljno tlo zbije odmah nakon skidanja humusa. Za vrijeme građenja mora biti osigurana odvodnja temeljnog tla.

Zbijanje temeljnog tla obavlja se prema odabranoj tehnologiji, odgovarajućim sredstvima za zbijanje, ovisno o vrsti vezanog tla.

### Kontrola kakvoće

Propisi na osnovi kojih se kontrolira kakvoća materijala u temeljnom tlu:

- HRN U.B1.010/79 Uzimanje uzoraka tla
- HRN U.B1.012/79 Određivanje vlažnosti uzoraka tla
- HRN U.B1.014/68 Određivanje specifične težine tla
- HRN U.B1.016/68 Određivanje zapreminske težine tla
- HRN U.B1.018/80 Određivanje granulometrijskog sastava
- HRN U.B1.020/80 Određivanje granica konzistencije tla.
- HRN U.B1.024/68 Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla
- HRN U.B1.038/68 Određivanje optimalnog sadržaja vode

### Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (D<sub>pr</sub>) ili određivanje modula stižljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala). Radi se najmanje jedno ispitivanje na svakih 500 m<sup>2</sup> uređenog temeljnog tla.



Posebnim tehničkim uvjetima, kao sastavnim dijelom projekta, projektant može odrediti i veću gustoću ispitivanja od navedenih.

### Kontrolna ispitivanja

Vrste ovih ispitivanja iste su kao kod tekućih ispitivanja, a njihov broj ovisi o materijalima, stanju vlažnosti tla i slično. Minimalni je broj ovih ispitivanja jedno ispitivanje na svakih 2000 m<sup>2</sup> uređenog temeljnog tla.

### Obračun radova

Rad se mjeri i obračunava po kvadratnom metru stvarno uređenog temeljnog tla.

Plaća se po ugovorenim jediničnim cijenama u koje je uračunano čišćenje, planiranje, eventualno rijanje tla radi sušenja, vlaženja i zbijanje, tj. potpuno uređenje temeljnog tla.

### 5.3.6.5 Ugradnja geotekstila

Ugradnjom netkanog razdjelnog geotekstila u tlo osigurava se separacija ugrađenih slojeva. Hidrauličke funkcije geotekstila (filtriranje i dreniranje) povećavaju posmičnu otpornost. Spojevi geotekstila se rješavaju strojnim šivanjem ili preklapanjem u minimalnoj duljini 20 cm.

#### Zahtjevi na proizvođača materijala i materijal

Geotekstil mora biti proizveden od proizvođača koji je certificiran po EN ISO 9001 (ili jednakovrijednim normama). Svojstva razdjelnog geotekstila dana su u tablici:

| SVOJSTVO                                      | NORMA ili jednakovrijedna | zahtjev                |
|---|---------------------------|------------------------|
| Površinska masa (g/m <sup>2</sup> )           | EN ISO 9864               | ≥ 300 g/m <sup>2</sup> |
| Vlačna čvrstoća u uzdužnom smjeru             | EN ISO 10319              | ≥ 25,0 kN/m            |
| Vlačna čvrstoća u poprečnom smjeru            |                           | ≥ 25,0 kN/m            |
| Izduženje uzdužni smjer                       | EN ISO 10319              | 60%                    |
| Izduženje poprečni smjer                      |                           | 60%                    |
| Debljina                                      | EN ISO 10319              | 2,5 mm                 |
| Otpornost na CBR proboj                       | EN ISO 12236              | ≥ 4500 N               |
| minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV | EN ISO 20432              | 15 dana                |

Izvođač je dužan pribaviti odgovarajuće tehničke podatke o netkanom tekstilu od proizvođača, s navedenim područjima primjene i uputama o načinu spajanja.

Prije ugradnje geotekstila treba ukloniti veće neravnine kako bi se geotekstil ugradio na ravnu, odgovarajuće pripremljenu plohu. Spojeve geotekstila treba izvesti šivanjem. Pri spajanju geotekstila šivanjem potrebno je izvesti preklop u širini najmanje 20 cm materijala. Šivanje se obavlja posebnim strojevima, a šav mora biti udaljen od ruba trake minimalno 5-10 cm

Izvođač se prilikom šivanja geotekstila mora pridržavati sljedećeg:

- napetost konca prilikom šivanja mora biti dovoljno velika da stisne geotekstil koji se spaja, ali ne prevelika da ga ne reže;
- gustoća uboda ne može biti manja od 1 uboda na 1 cm;
- ako jednostruki spoj nije dovoljno čvrst može se primijeniti dvostruki ili trostruki konac u jednom ubodu;



- ovisno o traženoj čvrstoći spoja, šivanje se može obaviti u jednom, dva ili tri reda;
- ovisno o traženoj čvrstoći spoja, mogu se primjenjivati različiti tipovi uboda.

### Zahtjevi kakvoće

Netkani geotekstil treba položiti tako da bude dobro i jednoliko napet u uzdužnom i poprečnom smjeru. Zbog toga se rubovi netkanog geotekstila moraju učvrstiti željeznim spojnicaama promjera 5-8 mm ili pomoću drvenih klinova na razmacima od dva metra.

Spajanje pojedinih razastrtih traka netkanog geotekstila treba obaviti u uzdužnom i poprečnom smjeru pomoću željeznih spojnica ili drvenih klinova s preklopom traka od 10 - 20 cm, odnosno šivanjem odgovarajućim strojem ili zavarivanjem pomoću plamenika.

Kod spajanja šivanjem ili zavarivanjem, čvrstoća spoja na kidanje treba biti ista kao čvrstoća netkanog geotekstila, što treba dokazati ispitivanjem.

Kada je geotekstil položen na tlo, ne dozvoljava se prijelaz građevinskih strojeva, kamiona i drugih vozila preko njega.

Netkani geotekstil se ne smije polagati na smrznuto tlo, niti za vrijeme dok pada kiša ili prije opasnosti od nje.

Rad treba organizirati tako da se razastre samo toliko površine netkanog geotekstila koja će se istog dana prekriti nasipnim slojem.

Na podlogu geotekstila se nasipava i zbija takav materijal kako je određeno projektom ili uputama Nadzornog inženjera. Debljina prvog sloja nasipa mora biti dovoljna da zaštiti geotekstil od rada strojeva, a ni u kojem slučaju ne može biti manja od 30 cm. Izvođač mora koristiti takve strojeve i sredstva za nabijanje koja ne oštećuju geotekstil. Na oštećenim mjestima Izvođač je obavezan provesti odgovarajući popravak na svoj trošak. Izvođač mora rad na izgradnji i zbijanju nasipa obaviti tako da ne izazove efekt pregnječenja tla u podlozi geotekstila. Sve štete izazvane pregnječenjem tla padaju na teret Izvođača.

Rad na mora biti obavljen u skladu sa projektom, propisima, ovim programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera, poglavljem 3-03.1 i 3-04.1 OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

### Tekuća ispitivanja

Netkani geotekstil ispituje se prema propisanim zahtjevima, i to minimalno jedan uzorak na 10000 m<sup>2</sup>.

Kakvoća spojeva kontrolira se ispitivanjem aksijalne čvrstoće na kidanje i izduženje kod sloma, prema tablici, na jednom uzorku izrezanom iz jednog mjesta spajanja traka netkanog geotekstila. Obavlja se na svakih 10000 m<sup>2</sup>.

Nadzorni inženjer ima pravo zahtijevati veću učestalost navedenih kontrolnih ispitivanja.

### Obračun radova

Rad se obračunava po m<sup>2</sup> ugrađenog geotekstila.

## 5.3.6.6 Uređenje slabog temeljnog tla primjenom polimernih geomreža

### Opis radova

Rad obuhvaća sve aktivnosti potrebne za uređenje (ojačanje) slabo nosivog temeljnog tla u cilju izrade nasipa iznad njega te u cilju ojačanje tijela nasipa.

Te aktivnosti uključuju odstranjivanje slabo nosivog temeljnog tla ukoliko je to potrebno zbog male visine nasipa, polaganje polimernih geomreža. Planum tog nasutog sloja smatra se temeljnim tlom na kojem



se može raditi nasip, a može se smatrati i posteljicom ako zadovoljava tražene kriterije ocjenjivanja kvalitete.

Ovakav način uređenja slabo nosivog ili suviše vlažnog temeljnog tla primjenjuje se kada se projektom zahtjeva te kada se zbog svojstava ili stanja vlažnosti tla, uz odgovarajući način rada, ne mogu postići traženi zahtjevi iz projekta, a služi da bi se omogućila izrada nasipa prema kriterijima za nasipe, odnosno za posteljicu.

Dijelovi trase na kojima se ovim načinom uređuje temeljno tlo određeni su projektom, obuhvaćeni programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK) ili ih naknadno određuje nadzorni inženjer.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera.

## Materijali

Prema postupku proizvodnje, razlikuju se sljedeće vrste geomreža:

- **Tkane geomreže** napravljene su od vlakna polimera koja su međusobno spojena tkanjem, pletenjem ili lijepljenjem te čine mekanu elastičnu konstrukciju s potpuno ravnim rebrima malog poprečnog presjeka.
- **Varene geomreže** napravljene su iz traka polimera koje su spojene laserom ili ultrazvučno. Čine savitljivu elastičnu konstrukciju s ravnim trakama (rebrima) malog poprečnog presjeka.
- **Ekstrudirane monolitne geomreže** se proizvode postupkom ekstruzije polimera preko kontra rotirajućeg alata čineći krutu anizotropnu strukturu. Poprečni presjek rebara je promjenjiv, sa zakošenim ili zaobljenim bridovima. Proizvedene su bušenjem i rastezanjem polipropilenske plahte pri visokim temperaturama koja je potom orijentirana u jednom, dva ili više smjerova (ovisno o podvrsti monolitne geomreže i načinu primjene). Strukturu tako dobivene geomreže čine rebra oštih bridova i pravokutnog poprečnog presjeka koja imaju visoki stupanj orijentacije molekula koji se nastavlja kroz cjelinu monolitnog, geometrijski simetričnog, čvora ili poprečnog rebara. Njihova učinkovitost očituje se efektom uklještenja agregata u otvore geomreže gdje kruta rebra i kruti čvorovi preuzimaju opterećenje na način da je pomak čestica zrnatog tla bočno spriječeno.

Prema projektu, geomreže na koju će se ugrađivati biti će slijedećih karakteristika:

| r.br. | Svojestvo                                      | metoda ispitivanja<br>(norma ili<br>jednakovrijedna) | Kriterij        |
|-------|--|--|-----------------|
| 1     | materijal jezgre                               |  | PET (poliester) |
| 2     | materijal omotača                              |  | PE (polietilen) |
| 3     | vlačna čvrstoća uzdužno                        | EN ISO 10319   | 37 kN/m         |
| 4     | vlačna čvrstoća poprečno                       |  | 6 kN/m          |
| 5     | izduljenje pri maksimalnom vlačnom opterećenju | EN ISO 10319   | ≤9%             |
| 6     | minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV  | EN ISO 20432   | 15 dana         |

Predmetna geomreža mora biti certificirana u skladu s Ekološkom deklaracijom o proizvodu prema međunarodnim standardima (kao što su ISO 14025, EN 15804 ili jednakovrijednim), koji dokumentira učinke proizvoda na okoliš tijekom cijelog životnog ciklusa mjerenjem određenih učinaka.

Redukcijski koeficijent za vijek od 120 godina  $\leq 1,61$  sukladno EN ISO 20432 ili jednakovrijednom, za uvjete u tlu  $4 \leq \text{pH} \leq 8$  i materijale gdje je  $D_{50} \leq 0.7 \text{ mm}$  i  $D_{90} \leq 4 \text{ mm}$ .



## Opis izvođenja radova

Osiguranje kakvoće za geomreže provodi se prema zahtjevima iz projekta.

### Priprema postojećeg tla

Postojeće tlo treba pripremiti u svemu prema uvjetima iz projekta.

### Postavljanje polimernih geomreža

Polimerne se geomreže dobivaju u rolama, a razastiru se na pripremljeno temeljno tlo u uzdužnom smjeru odnosno poprečno kod primjene u stabilizaciji pokosa nasipa.

Polimerne geomreže treba položiti tako da budu dobro i jednoliko napete u uzdužnom i poprečnom smjeru, tj. ne smije doći do većih boranja. Zbog toga se rubovi polimernih geomreža moraju učvrstiti željeznim ili drvenim klinovima na razmacima od po dva metra.

Uzdužne i poprečne nastavke polimernih geomreža treba spojiti i učvrstiti željeznim spojnica  $\varnothing 5-8$  mm u obliku slova „U“ na razmacima od po dva metra. Ako se uzdužni i poprečni nastavci ne spajaju, treba izvesti preklap od 20 do 30 cm.

Polimerne se geomreže ne smiju polagati na smrznuto tlo niti za vrijeme dok pada kiša.

Rad treba organizirati tako da se razastire samo tolika površina polimernih geomreža koja će se istog dana prekriti nasipnim slojem.

### Izrada nasipnog sloja iznad razastrte polimerne geomreže

Na razastrte polimerne geomreže nanosi se i razastire nasipni materijal kvalitete prema uvjetima iz projekta. Nasipanje se obavlja „s čela“ odnosno nije dozvoljena vožnja teških vozila izravno po geomreži.

## Zahtjevi kakvoće

Kontrola kvalitete obuhvaća:

- prethodno ispitivanje polimernih geomreža, materijala za nasipni sloj i sraslog tla nakon odstranjivanja humusa,
- određivanje potrebne debljine nasipnog sloja od zrnatog materijala preko polimerne geomreže i tehnologije izrade na pokusnoj dionici, tekuća i kontrolna ispitivanja tijekom rada.

## Prethodna ispitivanja

### Prethodna ispitivanja polimernih geomreža

Prethodna ispitivanja se obavljaju u skladu sa PKOK-om, važećim normama te moraju biti zadovoljeni kriteriji iz projekta.

### Prethodno ispitivanje materijala za nasipni sloj

Prethodno ispitivanje materijala za nasipni sloj treba u svemu zadovoljiti zahtjeve iz projekta.

### Prethodno ispitivanje sraslog tla

Prethodno ispitivanje sraslog tla treba zadovoljiti zahtjeve iz projekta.

### Izrada pokusne dionice

Potrebna debljina nasipnog sloja i tehnologija izrade određuju se na pokusnoj dionici.

Potrebne debljine nasipnog sloja i tehnologiju izrade na pokusnoj dionici treba odrediti u skladu sa zahtjevima iz projekta.

## Tekuća ispitivanja

Tekuća ispitivanja osigurava i plaća Izvođač. Tekućim ispitivanjima obuhvaćeno je ispitivanje polimernih geomreža i ispitivanje nasipnog sloja u skladu sa PKOK.



Polimerne geomreže ispituju se prema zahtjevima iz ovog potpoglavlja, i to najmanje jedan uzorak na svakih 10000 m<sup>2</sup>.

Ispitivanja nasipnog sloja obavljaju se u svemu prema uvjetima iz projekta.

#### **Kontrolna ispitivanja**

Kontrolna ispitivanja osigurava i plaća Investitor, a obavlja ovlašteno tijelo u svrhu utvrđivanja kvalitete postavljene geomreže i nasipnog sloja.

Polimerne se geomreže ispituju prema uvjetima iz projekta i to najmanje jedan uzorak na svakih 30000 m<sup>2</sup>. Ispitivanja nasipnog sloja obavljaju se u svemu prema uvjetima iz projekta.

#### **Način preuzimanja izvedenih radova**

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, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

#### **Obračun radova**

Rad na postavljanju geomreže obračunava se u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>). Plaća se po jediničnoj cijeni iz ugovora, a u cijenu ulazi sav materijal, prijevoz i rad na postavljanju geomreža kao i sve ostalo potrebno za polaganje geomreža.

### **5.3.6.7 Guranje, prebacivanje, utovar, prijevoz i razastiranje materijala**

Rad mora biti obavljen u skladu sa projektom, propisima, ovim programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-07. OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

#### **5.3.6.7.1 Guranje materijala**

Rad obuhvaća guranje iskopanog materijala kategorije "C", od mjesta iskopa (nalazišta) do mjesta odlaganja odnosno na odlagalište ili u tijelo brane ako je materijal odmah pogodan za ugradnju. Pogodnost materijala potrebno je dokazati laboratorijskim istražnim radovima.

Količina preguranog materijala mjeri se u m<sup>3</sup> iskopanog sraslog materijala prema projektu i stvarno preguranog na određenu udaljenost.

#### **5.3.6.7.2 Prijevoz materijala kamionima**

Rad obuhvaća prijevoz iskopanog materijala kategorije "C" od mjesta iskopa, koje je u nalazištu, do mjesta istovara, obično u branu ili odlagalište. Pored navedenog, prijevozom su obuhvaćeni i kameni agregati predviđeni za ugradnju u filter odnosno dren .

Količina prevezenog materijala mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m<sup>3</sup>) iskopa u sraslom stanju prema projektu ili zahtjevu nadzornog inženjera, na određenu udaljenost. Ako se prijevoz izvodi iz nalazišta, prijevoz se mjeri i obračunava po kubičnom metru (m<sup>3</sup>) izrađene brane.

#### **5.3.6.7.3 Utovar materijala**

Koherentni materijal iz iskopa (nalazišta) strojno se tovari u kamione (kiperi). Utovar materijala



obavlja se utovarivačima, te prevozi kamionima do mjesta istovara. Rad obuhvaća utovar materijala utovarivačem ili bagerom.

Rad se obračunava u m<sup>3</sup> stvarno utovarene količine u sraslom (ili rastresitom) stanju koja se određuje iz projektne dokumentacije (troškovnik).

#### 5.3.6.7.4 Prebacivanje materijala

Rad obuhvaća prebacivanje iskopanog materijala bagerom sa mjesta iskopa, gdje tehnološki nije moguće na drugi način prebaciti materijal do mjesta ugradnje ili utovara u prijevozno sredstvo.

Rad se obračunava u m<sup>3</sup> stvarno prebacane količine u sraslom (ili rastresitom) stanju koja se određuje iz projektne dokumentacije (troškovnik).

#### 5.3.6.7.5 Razastiranje materijala

Razastiranje materijala se obavlja dozerima. Materijal se razastire na određenoj površini na području buduće akumulacije. Određene debljine sloja i određena udaljenosti u skladu je sa projektom ili odlukom nadzornog inženjera.

Rad se obračunava u m<sup>3</sup> razastrtog materijala u određenom sloju.

#### 5.3.6.7.6 Planiranje materijala

Rad obuhvaća strojno planiranje zemlje na željenu točnost, a odnosi na planiranje pokosa brane, planiranje dna iskopa, te planiranje materijala oko objekata nakon njihove izgradnje.

Zahtjevi se odnose na ravnost, estetski izgled isplanirane površine i njenog uklapanja u prirodni okoliš, kao i na ostvarene padove terena prema prijemnicima, te na točnost provedenog planiranja neposredno uz objekte, uz dozvoljeno odstupanje  $\pm 3$  cm od projektiranog pada prema projektu.

Radovi se obračunavaju po m<sup>2</sup> isplanirane površine sa nužnim iskopom lokalnih izbočina i strojnim razastiranjem.

#### 5.3.6.7.7 Strojno preguravanje materijala

Preguravanje se obavlja dozerima. Rad obuhvaća još i guranje materijala (zatrpanje) u slojevima maksimalne debljine za koherentne materijale od 30 cm te sa strojnim zbijanjem do postizanja potrebne zbijenosti, (prema zahtjevima iz OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu) koju kontrolira nadzorni inženjer.

Obračunava se po m<sup>3</sup> ugrađenog i zbitog materijala do prirodne zbijenosti.

#### 5.3.6.8 Izgradnja nasipa od koherentnih materijala

Pod zemljanim (koherentnim) materijalima smatraju se gline niske do visoke plastičnosti, prahoviti materijali, glinoviti pijesci i slični materijali, osjetljivi na prisutnost vode (dio od materijala obuhvaćen iskopnom kategorijom „C“).

Izgradnja nasipa izvodi se niskoplastičnim, srednjeplastičnim i visokoplastičnim glinenim materijalom (CL, CI, CH) iz nalazišta koji većim dijelom ne odgovara uvjetima za izvedbu nasipa prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Odstupanja se odnose na preveliku plastičnost materijala (visokoplastične gline:  $w_L > 65\%$ ,  $I_P > 30\%$ ) i sadržaj organskih tvari ( $> 4\%$ ). Obzirom da povoljniji materijal za izvođenje vodozaštitnih nasipa nije dostupan, odlučeno je da će se izgradnja nasipa vršiti sa dostupnim





glinenim materijalom uz ojačanja i posebne uvjete za ugradnju. Ugradnja visokoplastične gline odabrana je iz razloga što na ekonomski isplativim udaljenostima nisu osigurana nalazišta pogodnog glinenog materijala. Za ugradnju visokoplastične gline u nasip predviđeno je poboljšanje ugradnjom geomreža s ciljem ojačanja nasipa i temeljnog tla na kojem se gradi nasip. Nasip se izvodi u slojevima debljine do 35 cm. Pri određivanju pogodnosti zemljanih materijala za izradu nasipa treba prethodno ispitati sve materijale iz nalazišta, ako to nije učinjeno u geotehničkom elaboratu, kao i utvrditi svaku promjenu materijala. Treba ispitati najmanje dva uzorka za svaku vrstu materijala.

### Projektni kriteriji pogodnosti glinovitih materijala za izvedbu nasipa

Prethodna ispitivanja svojstava:

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

Tekuća i kontrolna ispitivanja pri ugradnji:

| Tehničko svojstvo                                       | Ispitna norma (ili jednakovrijedna) | Položaj nasipnih slojeva  | Uvjeti kvalitete                                   |
|---|-------------------------------------|---|--|
| Stupanj zbijenosti SZ 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 85 (kriterij promijenjen u odnosu na OTU) |
|   |                                     | Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice-krune nasipa        | najmanje 85 (kriterij promijenjen u odnosu na OTU) |

Materijal koji ne odgovara propisanim uvjetima i kvaliteti ne smije se ugrađivati u nasipe. Ako se nakon ugradnje pojedinog sloja utvrdi da je ugrađen neodgovarajući materijal, tada će se takav sloj odstraniti o trošku Izvođača.

### Opis izvođenja radova

Nakon završene pripreme podloge, te njezinog preuzimanja od strane Nadzornog inženjera, započet će se s nasipavanjem i to prema mjerama i dimenzijama danim u projektu. U slučaju izmjena Izvođač nema pravo na promjenu ugovorenih jediničnih cijena, osim ako Nadzorni inženjer ne odredi drugačije. Cijene se mogu mijenjati ako se promijene uvjeti ili količina.

Ukoliko sadržaj vode u materijalu prelazi granice koje omogućuju postizanje propisane kvalitete ugradnje, to znači da se previše vlažan materijal mora prije ugrađivanja prosušiti (rijanjem, razastiranjem, usitnjavanjem, prebacivanjem, izlaganjem suncu, vjetru), a previše suhi materijal se mora vlažiti (prskanjem,



polijevanjem) do tražene vlažnosti. Prije zbijanja poprskanog presuhog zemljanog materijala treba neko vrijeme pričekati da se vlaga u materijalu jednoliko rasporedi.

Zahtijeva se postizanje gustoće suhog zbijenog tla od najmanje 85% maksimalne gustoće prema pokusu Proctor standard mjerodavnom za ugrađeni materijal.

Zbijanje gline izvodit će se u povećanom profilu a kasnije će se skidati višak materijala (trimati). Glineni slojevi na krajevima pri pokosu će se izvoditi uz nagib 1:1 i jednako zbijati čitavom širinom sloja, a trimanjem odozgo na dole dovesti u potrebnu geometriju pokosa. Postupak izvedbe slojeva gline na kraju pokosa i trimanja treba odobriti Nadzorni inženjer uz suglasnost Projektanta.

Trimani materijal (višak) će se moći iskoristiti za ugradnju u novi sloj gline, ako zadovoljava tražene kriterije vlažnosti i krupnoće.

Tehnologija rada odabranim strojevima za zbijanje bit će utvrđena izvedbom probne dionice, pod nadzorom Nadzornog inženjera i Laboratorija, koji će izraditi izvještaj o obavljenim ispitivanjima.

Nakon što Nadzorni inženjer odobri tehnologiju izvedbe pod određenim režimom rada strojeva za zbijanje može se početi izgrađivati nasip od gline.

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). Nasipani materijal se ne smije ugraditi na smrznutu podlogu. Isto tako u nasute slojeve brane se ne smije ugrađivati snijeg, led ili smrznuti zemljani materijal.

Izvođač snosi svu odgovornost za kvalitetu nasipavanja materijala. Nadalje, Izvođač je odgovoran za pravilno izvođenje svih radova na nasipavanju, za pravilno razastiranje materijala u horizontalne slojeve, propisane debljine slojeva, kontrolu pravilnog rasporeda materijala po kvaliteti, kontrolu broja prijelaza sredstva za zbijanje i sve ostalo što je potrebno za postizanje tražene kvalitete rada. Izvođač će provoditi na radilištu sve odluke i naređenja koja Nadzorni inženjer, ili po njemu ovlaštena osoba, budu davali u cilju postizanja kvalitete i realizacije propisanih tehničkih uvjeta.

Izvođač je dužan čuvati sve ugrađene repere, piezometre i ostalu opremu za opažanje od oštećenja prilikom izvođenja radova. Ako dođe do oštećenja, ista će biti uklonjena o trošku Izvođača. Isto tako Izvođač je odgovoran za sigurnu i neometanu upotrebu navedene opreme

Za čitavo vrijeme građenja provodit će se kontrola kvalitete ugrađenih materijala i njihove postignute zbijenosti. Ako se u nekom sloju ne ugradi materijal odgovarajućih karakteristika takav materijal će se odstraniti o trošku Izvođača. Ako se pak ne postigne tražena zbijenost ugrađenog materijala, Izvođač će nastaviti sa zbijanjem, odnosno poduzeti sve potrebne mjere. To može biti da se previše vlažan materijal prosuši ili da se previše suhi materijal dodatno navlaži. Odluku o tome donosi Nadzorni inženjer. U slučaju da se i dodatnim mjerama ne uspije postići potrebna zbijenost materijala, Izvođač će po nalogu Nadzornog inženjera o svom trošku odstraniti nedovoljno zbijen nasip i ugraditi odgovarajući materijal zbijen prema zahtjevima projekta.

### **Tekuća ispitivanja**

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) 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.

### **Kontrolna ispitivanja**

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov



postupak (Sz) 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 nasutog sloja 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 brane, planiranje pokosa brane, te čišćenje okoline nasipa.

### 5.3.6.9 Izgradnja nasipa od kamenih materijala

Izgradnja nasipa izvodi se od kamenih materijala, uz poštivanje uvjeta zadanih ovim projektom.

Pod kamenim materijalima razumijevaju se materijali dobiveni miniranjem, kamene drobine i šljunci, tj. materijali koji praktički nisu osjetljivi na prisutnost vode (materijali iskopne kategorije "A" i dio materijala iskopne kategorije "C") a sve prema normi HRN EN 13242:2008.

Ti se materijali zbijaju vibrovaljcima (samohodnim i vučnim), vibronabijačima i kompaktorima, ovisno o vrsti upotrijebljenog materijala u slojevima 40-60 cm.

Osnovi kriteriji koje mora ispuniti kameni materijal za ugradnju u nasip:

- Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)  $d_{60}/d_{10} > 4$
- Udio sitnih čestica (granulometrijski sastav)  $< 15\%$

Zahtijevana zbijenost materijala u nasip od kamenih materijala:

| Opis   | Min. stupanj zbijenosti $S_z$ (%) u odnosu na standardni Proctor | Min. modul stišljivosti mjeran kružnom pločom $\varnothing 30$ cm; $M_s$ (MN/m <sup>2</sup> ) |
|--|--|---|
| Slojevi nasipa visokih preko 2m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2m ispod planuma posteljice | 98   | 40  |
| Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice        | 100  | 40  |

Dodatno je potrebno ispitati granulometrijski sastav kamenog materijala kako bi odgovarao traženim zahtjevima. Kameni materijali iz kamenoloma moraju imati važeće ateste kojima se dokazuje zadovoljavanje traženih uvjeta.

### Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje Modula stišljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm najmanje na svakih 500 m<sup>2</sup> ugrađenog materijala odnosno na svakom izvedenom sloju, te ispitivanja granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 500 m<sup>3</sup> izvedenog nasipa.

### Kontrolna ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje modula stišljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm najmanje na svakih 1000 m<sup>2</sup> ugrađenog materijala odnosno na svakom izvedenom sloju, te ispitivanja i granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 1000 m<sup>3</sup> izvedenog nasipa.



## Obračun radova

Rad na izradi nasipa od kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima ( $m^3$ ) ugrađenog i zbijenog nasutog sloja nasipa.

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

Pri kontroli kakvoće izrade sloja, ispitivanja se obavljaju u serijama pri čemu je najmanji broj pokusa u jednoj seriji 5. U takvom slučaju mogu se dopustiti dalje navedene tolerancije u odnosu na minimalne zahtijevane vrijednosti korištene pri kontroli.

U jednoj seriji može biti jedan od 5 rezultata manji od minimalno traženoga, ali da po apsolutnoj vrijednosti ne odstupa za više od:

- 10% pri mjerenju modula stišljivosti ( $M_s$ ).

Ako je broj ispitivanja u jednoj kontrolnoj seriji manji od 5, onda sve vrijednosti (rezultati) određene ispitivanjem trebaju biti veće od minimalno zahtijevanih.

Izvođač je dužan rezultate ispitivanja i mjerenja predložiti nadzornom inženjeru koji će, ako rezultati zadovoljavaju, odobriti kontrolna ispitivanja i početak izrade kolničke ili druge konstrukcije na posteljici.

### 5.3.6.10 Izrada kamene pregrade korita Korane krupnim kamenim materijalom i kamene obloge

Tehnički uvjeti za kamenu materijal pregrade korita Korane i kamenu oblogu nasipa utvrđuju kriterije za kamenu materijal u odnosu na sprječavanje unutarnje erozije, opisuju dopremu, preradu, skladištenje i ugradnju materijala.

Ovisno o ulozi koju obavljaju, kamenu materijal se mogu opisati na sljedeći način:

- pregrada korita Korane
  - neselektirani kamenu materijal 300-500 mm
- Kamena obloga pokosa nasipa (rip-rap)
  - selektirani kamenu materijal 300-500 mm

U sklopu nabave kamenog materijala iz kamenoloma, moguće je očekivati dijelove u kojima će stijenska masa biti slabije kvalitete. U tom slučaju morat će se primijeniti selektivna eksploatacija te stroga kontrola proizvodnje drobljenog kamenog agregata uz primjenu odgovarajuće tehnologije prerade. Pri korištenju kamenih blokova za izradu kamene obloge (rip-rap) preporuča se selektivno izdvajanje kvalitetnih blokova kamena tijekom eksploatacije, dakle blokova koji su manje raspucani bez željezovite tvari u vezivu koja povezuje fragmente primarne stijene.

Preporuča se izvesti odgovarajući **tehnološki (rudarski) projekt** kojim će se detaljno definirati geometrija, način i tehnologija iskopa, utovar i transport te prerada kamene sirovine.

Pri izradi nasipa od kamenog materijala, sav materijal dopremljen na gradilište ne mora se ugraditi istog dana.

Pod pripremom materijala obuhvaćene su radnje kojima se materijal dovodi u stanje određeno projektom ili ovim tehničkim uvjetima, a neposredno prije nasipavanja.

Priprema materijala za izradu slojeva od kamena uključuje mogućnost provedbe neke od metoda uklanjanja sitnih čestica (npr. ispiranje ili prosijavanje materijala ili kombinaciju oba postupka). Konačni izbor i sastav kamene obloge i kamene pregrade korita moguće je utvrditi nakon što se ispita tehnologija proizvodnje kamena u kamenolomu.

Prije ugradnje materijala potrebno je ispitivanjima na kamenolomu i na probnom polju utvrditi najpovoljniju tehnologiju proizvodnje kamena i zbijanja kod ugradnje u nasip koja će ograničiti drobljenje



materijala na najmanju moguću mjeru.

U ovom projektu selektirani i neselektirani kameni materijal predlaže se ugraditi u slojeve debljine do 1 m uz najveći promjer/veličinu bloka od 50 cm, osim ako rezultati na probnom polju dokažu kako se zbijanjem ne može postići tražena zbijenost.

Prilikom nasipavanja i razastiranja **kamenog materijala** mora se osigurati tehnologija koja sprječava segregaciju materijala. Zbijanje razastrtog materijala se provodi vibracijskim valjcima, načelno težine veće od 10 tona, širine valjka veće od 1.8 m, dinamičke sile 17 tona pri 1400 okretaja u minuti, raspona 1100-1400 vibracija u minuti, brzine manje od 5 km/h. Zadovoljavajuća zbijenost se očekuje nakon 4-6 prijelaza vibracijskim valjkom. Optimalni broj prijelaza odabranim strojem utvrđuje se na probnom polju.

Radi kvalitetnijeg zbijanja slojeva kamenog materijala moguće je dodavati vodu. Voda se dodaje prskanjem prije razastiranja sloja. Obično se dodaje do 10-20 % vode u odnosu na volumen kamenog materijala. Ako je kameni materijala dovoljno čvrst, proizvodi malo sitnih čestica i nije znatno oslabljen vlaženjem, vodu nije potrebno dodavati. Odluka o dodavanju vode donosi se na temelju rezultata na probnom polju.

Zbijanjem nasipa može doći do drobljenja zrna i stvaranja tankog proslojka sitnog materijala. Prije nanošenja novog sloja treba odstraniti takve proslojke kako bi se spriječila pojava nepropusnih zona. Jedan od mogućih postupaka je ispiranje mlazovima vode. Opseg drobljenja zrna i dobiveni granulometrijski sastav utvrditi će se na probnom polju.

U slučaju drobljenja kamenog materijala tijekom ugradnje u nasip moguće je tehnološki pripremiti nešto krupnije frakcije u kamenolomu.

**Zaštitna kamena obloga nasipa (rip-rap)** obično se gradi potiskivanjem većih blokova kamena o susjednu potpurnu zonu i završnu obradu pažljivim postavljanjem kamenog materijala s rovokopačem, ponekad s ugrađenim „hvataljkama“. Rip-rap slojevi za nasipe mogu se ugrađivati postupno tijekom izgradnje nasipa ili na dovršenom pokosu, uklanjanjem postojećeg sloja i širenjem nove podloge buldožerom, odnosno bagerom.

Istovar i razastiranje blokova s vrha pokosa nasipa dozerom nije dopušteno jer će u konačnici rezultirati segregacijom. Za ugradnju kamenih blokova rip-rap preporučuje se korištenje rovokopača kapaciteta 1,5 do 2,5 m<sup>3</sup>.

Prilikom izrade obloge kosina nasipa izvoditelj se mora pridržavati projekta i to posebno u dijelu koji se odnosi na debljinu kamene obloge i dimenzije pojedinih zrna kamena. Isto tako, vrlo je važno da se krupnoća kamena postupno povećava od unutrašnjeg dijela obloge prema vanjskom i da su najkrupnija zrna kamena ugrađena na površini kosine. Da bi se postiglo postupno povećanje dimenzija kamenih zrna prema površini pokosa, treba između nasipa i kamene obloge izvesti prijelaznu zonu, odnosno podlogu Rip-rapa.

Ako je pokos nasipa strmiji od 1:2, vanjski se slabo zbijeni dio tijela nasipa mora odstraniti, a obloga izvesti na dobro zbijenoj podlozi, naročito ako se nasip privremenog uzvodnog zagata projektira kao dio nasipa brane. Vrlo je važno da svako zrno kamena na površini kosine bude dobro ukliješteno i stabilno, što će izvođač izvesti u sklopu posebne obrade površina kosina nasipa. Navedenu obradu površina ručno provodi posebna skupina radnika koristeći se pri radu čeličnim polugama. Kamena zrna većih težina, odnosno kameni blokovi, postavljaju se u stabilan položaj pomoću odgovarajuće mehanizacije. Po potrebi treba pojedina kamena zrna grubo obraditi.

Obloge nizvodnih kosina nasipa nisu izložene takvim utjecajima kao na uzvodnim kosinama pa se te obloge izvode od kamena manje veličine zrna i manjih su debljina. Ne zahtijeva se neka posebna obrada površina obloga nizvodnih kosina. Bitno je da svako zrno kamena bude stabilno, što treba osigurati pregledom izvedenih površina i ručnim podešavanjem pojedinih zrna. Ako je nizvodni pokos strmiji od 1:2,5, tada će trebati posebno obraditi slabo zbijene vanjske zone tijela nasipa, odnosno odstraniti taj dio ugrađenog materijala.



Generalno, kameni materijal se nasipava u slojevima debljine koja će se utvrditi na probnom polju, te zbijati vibracijskim valjcima, sve pod uvjetima iz Programa kontrole i osiguranja kvalitete.

Kontrola kvalitete sastoji se od vizualne kontrole i terenskih i laboratorijskih ispitivanja materijala ugrađenih u nasip.

Za kamene materijale od terenskih ispitivanja dovoljno je da se stalno provjerava debljina razastrtog sloja i broj prelaza valjkom. Program kontrole i osiguranja kvalitete propisuje minimalnu kvalitetu i minimalni opseg ispitivanja nasipa.

Kontrola ugradnje kamenog materijala odnosi na specifikacije (opis postupaka) kako će se ugradnja kontrolirati (npr. izvor materijala, debljine slojeva nasipavanja, valjanje određenim tipom valjka – što je potrebno utvrditi ispitivanjem na probnom polju). Ovaj pristup je primjeren za materijale pregrade korita rijeke Korane i kamene obloge nasipa (krupni kameni materijali).

Nadzorni inženjer dužan je kontrolirati kako se provodi program kontrole kvalitete te da li se redovito vode evidencije i provjeravaju izvještaji. Kontrola kvalitete se provodi na kamenolomu jednako kao i na gradilištu, tako da neprikladan materijal može biti uklonjen i prije nego što stigne do nasipa.

Kontrola kvalitete materijala na kamenolomu i na gradilištu sastoji se od vizualne kontrole i terenskih i laboratorijskih ispitivanja materijala ugrađenih u nasip.

### **Vizualna kontrola materijala ugrađenih u nasip**

Nakon što je materijal u zoni nasipa razastrt, kontrolira se prije početka valjanja debljina sloja i, ako treba, dotjeruje se na propisanu. Zatim se vizualno pregledava jedoličnost materijala, segregacija, pojava gnijezda neprikladnog materijala. Prema potrebi ispravljaju se uočeni nedostaci, nakon čega se sloj zbija. Kamenim materijalima kojima vlažnost nije specifikacijom propisana dovoljno je da se stalno provjerava debljina razastrtog sloja i broj prelaza valjkom. Postignut se rezultat zbijanja provjerava povremeno, u početku rada češće, dok se stekne sigurnost u ocjeni, a poslije rjeđe.

### **Terenska i laboratorijska ispitivanja materijala ugrađenih u nasip**

Na kamenim materijalima za izradu nasipa potrebno je provesti prethodna ispitivanja sirovine na kamenolomu.

Prema ovom programu kontrole i osiguranja kvalitete određuje se minimalni opseg i kvaliteta ispitivanja kamenog materijala ugrađenih u nasip.

### **Granulometrijski sastav**

Kontrolira se na svakih 4000 m<sup>3</sup> ugrađenog materijala. Granulometrijski sastav materijala mora u potpunosti zadovoljiti uvjete koji se postavljaju za kamene materijale ugrađene u nasip. Granulometrijski sastav materijala kontrolira se na kamenolomu i nakon ugradnje u nasip.

### **Modul stišljivosti**

Ovo ispitivanje obuhvaća određivanje Modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm najmanje na svakih 4000 m<sup>3</sup> izvedenog nasipa. Koristi se na probnom polju do uspostave zadovoljavajuće tehnologije zbijanja i nakon ugradnje u nasip. Ispitivanje nije primjenjivo za oblogu nasipa (rip-rap).

### **Mineraloško-petrografska analiza**

Provodi se broj ispitivanja potreban za određivanje petrografije, ali ne manje od 3 uzorka za pregradu korita Korane.

Za kamenu oblogu nasipa (rip-rap) potrebno je dodatno utvrditi otpornost kamenih blokova pod utjecajem vlaženja i sušenja, čvrstoću kamena i procjenu mineralnog sastava.

Izbor lokacija ispitivanja moguće je odrediti na dva načina:

- odabirom onih lokacija za koje nadzorni inženjer procijeni da su najmanje vjerojatni za



ispunjenje traženih uvjeta.

- nasumičnim odabirom lokacija ispitivanja.

Terenska i laboratorijska ispitivanja kamenih materijala pregrade korita Korane i kamene obloge nasipa provode se prema normama navedenim u tablici:

| Tehničko svojstvo                                       | Ispitna norma      | Uvjeti kvalitete                          |
|---|--------------------|---|
| Određivanje granulometrijskog sastava tla               | HRN EN ISO 17892-4 | Ispituje se                               |
| Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)    | HRN EN 933-1       | $d_{60}/d_{10} > 4$<br>(kameni materijal) |
| Udio sitnih čestica (granulometrijski sastav)           | HRN EN 933-1       | ispituje se                               |
| Modul stižljivosti MS (ploča Ø30 cm), MN/m <sup>2</sup> | HRN U.B1.046       | najmanje 40                               |

Ako se nasip radi od kamenog materijala dobivenog miniranjem, potrebna kontrola granulometrijskog sastava u laboratoriju obavlja se na materijalu do najvećeg zrna od 10 cm, a udio pojedinih frakcija (10-50 cm) određuje se vizualnom kontrolom i procjenom.

Ukoliko su kameni materijali skloni pregranulaciji prilikom zbijanja, te im se koeficijent nejednolikosti ne može odrediti ili nije realan, njihova pogodnost za ugradnju u nasip se mora odrediti na probnom polju.

### Probna polja

Ako ne postoje provjerena iskustva o mogućnosti zbijanja određenog kamenog materijala, tada se debljina nasipanog sloja, broj prijelaza i vrsta stroja određuje na probnom polju.

Zbijanje razastrtog kamenog materijala provodi se vibracijskim valjcima, načelno težine veće od 10 tona, širine valjka veće od 1.8 m, dinamičke sile 17 tona pri 1400 okretaja u minuti, raspona 1100-1400 vibracija u minuti, brzine manje od 5 km/h. Zadovoljavajuća zbijenost se očekuje nakon 4-6 prijelaza vibracijskim valjkom. Optimalni broj prijelaza odabranim strojem utvrđuje se na probnom polju.

Ispitivanje se obavlja na probnom polju minimalne površine 200 m<sup>2</sup>, prema geometriji nasipa.

Radi osiguranja ispravnih rezultata ispitivanja potrebno je zadovoljiti sljedeće uvjete za izradu probnog polja:

- radi osiguranja ujednačenosti nasipa, područje ispitivanja mora biti dovoljne površine za 25-30 mjernih točaka,
- raspored ispitnih točaka može se postaviti na rasteru 1,5 m ili 1,2 m×1,3 m ili 1,5 m×2,1 m,
- mjerenja se ne smiju vršiti na udaljenosti manjoj od 3 m od ruba,
- probno polje izvodi se u više slojeva različite debljine (najmanje 4 do 5).

Na probno polje naveze se sloj nasipanog materijala pogodne 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. Ispitivanje i ocjena obavljaju se prema metodama i zahtjevima iz ovih tehničkih uvjeta.

U pokusima se slijeganje površine kamenog materijala mjeri nakon svakog prelaska valjka, a rezultati se crtaju kao prosječno slijeganje (ili % slijeganja) u odnosu na broj prijelaza. Ključni faktor za svako probno valjanje tijekom ispitivanja i za ispitnu opremu je korištenje iste opreme za radove na nasipu. Nakon završetka probnog zbijanja, potrebno je iskopati istražne jame na probnoj plohi, kako bi se promatrala struktura unutar sloja kamenog materijala. U okviru probnog polja potrebno je ispitati granulometrijski



sastav materijala prije i poslije ugradnje, te zapreminsku gustoću.

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.

Na probnom polju, prije početka izgradnje, izvođač predlaže sredstva za zbijanje koja planira koristiti za izradu nasipa.

Geometriju probnog polja i program ispitivanja predlaže izvođač radova uz suglasnost nadzornog inženjera i projektanta.

### 5.3.6.11 Izrada krune nasipa

#### Opis radova

Ovaj rad obuhvaća uređenje krune nasipa tj. grubo i fino planiranje materijala i nabijanje do tražene zbijenosti. Krunu nasipa treba izraditi prema kotama iz projekta. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU.

Kruna nasipa je završni sloj nasipa ujednačene nosivosti, debljine do 50 cm, ovisno o vrsti materijala i namjeni (promet).

#### Zahtjevi kakvoće

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) i/ili određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm uređene površine krune nasipa.

Minimalna tekuća ispitivanja jesu:

- jedno određivanje stupnja zbijenosti na 1.000 m<sup>2</sup>, i/ili
- jedno određivanje modula stišljivosti na 1.000 m<sup>2</sup>
- jedno određivanje granulometrijskog sastava materijala na 6.000 m<sup>2</sup>.

Kote krune nasipa mogu odstupati od projektiranih najviše za ± 3 cm. Poprečni i uzdužni nagibi krune nasipa moraju biti prema projektu. Ravnost se mjeri uzdužno, poprečno i dijagonalno.

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) najmanje na svakih 2.000 m<sup>2</sup> i određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm najmanje na svakih 2000 m<sup>2</sup> uređene površine. Pri kontroli kvalitete izrade krune nasipa, ispitivanja se obavljaju u serijama pri čemu je najmanji broj pokusa u jednoj seriji 5.

Granulometrijski sastav materijala iz posteljice ispituje se najmanje na svakih 10.000 m<sup>2</sup>.

#### Način preuzimanja izvedenih radova

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, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku, a nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku.

#### Obračun radova

Radovi na izradi krune nasipa od zemljanih, miješanih i kamenih materijala obračunavaju se mjerenjem u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>) uređene i zbijene posteljice.





Plaća se po ugovorenim jediničnim cijenama u kojima su obuhvaćeni svi radovi potrebni za uređenje krune nasipa, ovisno o vrsti materijala i ako je posebno iskazan u ugovornom troškovniku, u protivnom je uključen u cijenu rada na izradi slojeva nasipa.

### 5.3.6.12 Ugradnja miješanog materijala u krunu nasipa

Rad treba odgovarati uvjetima iz točke 2-09-2 (OTU za radove u vodnom gospodarstvu, 2011.).

Prethodna ispitivanja kamenog materijala će obuhvatiti ispitivanje granulometrijskog sastava iz 3 velikih uzoraka.

Zaglinjeni šljunak je zemljani miješani materijal pripremljen na gradilišnog deponiji, nastao miješanjem glinenog materijala iz iskopa i šljunčanog materijala granulacije 0-64 mm dopremljenog sa komercijalno dostupnog nalazišta.

Glineni materijal se miješa sa šljunčanim materijalom u omjeru glina : šljunak 50:50. Miješani materijal se doprema na krunu nasipa te ugrađuje u krunu nasipa u sloju cca 25 cm, do projektom predviđene kote. Materijal se ugrađuje uz zbijanje, a traženi modul zbijenosti je  $M_s \geq 30 \text{ MN/m}^2$  (ispitano na minimalno svakih 200 m po osnovj duljini nasipa).

#### Opis radova

Pod miješanim materijalima razumijevaju se miješani kameni i zemljani materijali, glinoviti šljunci, zaglinjene kamene drobine, trošne stijene – škrijlci, lapor, flišni materijali i slični, tj. materijali koji su manje osjetljivi na djelovanje vode (većina materijala iskopne kategorije "B" i dio materijala iskopne kategorije "C").

Materijali ove vrste zbijaju se valjcima.

Prethodna ispitivanja, kao i uvjeti kvalitete za ovu vrstu materijala prikazani su u tablici 2-09.2-1.

| Tehničko svojstvo                                    | Ispitna norma                          | Uvjeti kvalitete            |
|--|--|-----------------------------|
| Sadržaj vode   | HRN U.B1.012 ili<br>CEN ISO/TS 17892-1 | Ispituje se                 |
| Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav) | HRN U.B1.018 ili<br>CEN ISO/TS 17892-4 | $d_{60}/d_{10} > 9$         |
| Udio sitnih čestica (granulometrijski sastav)        | HRN U.B1.018 ili<br>CEN ISO/TS 17892-4 | $> 15 \text{ i } \leq 50\%$ |
| Maksimalna suha prostorna masa                       | HRN EN 13286-2<br>(standardni Proctor) | Ispituje se                 |
| Optimalan sadržaj vode, wopt                         | HRN EN 13286-2<br>(standardni Proctor) | Ispituje se                 |
| Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi               | HRN U.B1.042 ili<br>HRN EN 13286-47    | $< 4\%$                     |

Kao jedan od kriterija za definiranje vrste materijala za izradu nasipa (zemljani, miješani ili kameni) uzima se udio sitnih čestica, a izražava se kao maseni postotak prolaza materijala kroz sito 0,063 mm.

Ako se radi o materijalima koji su skloni pregranulaciji prilikom zbijanja, kao što su npr. neke vrste trošnih stijena te im se koeficijent nejednolikosti ne može odrediti ili nije realan, njihova pogodnost se mora odrediti na praktičan način, tj. na pokusnoj dionici.

Materijal se ne smije ugrađivati u nasip kada vlažnost prelazi granice koje omogućuju postizanje propisane kvalitete ugradnje.

Nasipni materijal se ne smije ugraditi na smrznutu podlogu. Isto tako, u nasip se ne smije ugrađivati snijeg, led ili smrznuti materijal.



Sloj mora biti razasrt u uzdužnom smjeru vodoravno. Debljina pojedinog razgrnutog sloja mora biti u skladu s dubinskim učinkom upotrijebljenog sredstva za zbijanje, vrstom materijala i zahtjevima zbijenosti. Materijal se ne smije nasipavati na smrznute površine. Svaki nasuti sloj mora biti zbijen u punoj širini s odgovarajućim nabijačem, pri čemu treba u načelu materijal zbijati od rubova prema sredini.

Ako se nakon zbijanja i kontrole kvalitete, odmah ne nastavi s nasipavanjem slijedećeg sloja, već se nasipavanje nastavi nakon dužeg vremenskog perioda s različitim meteorološkim prilikama prije ponovnog nasipavanja treba opet kontrolirati kvalitetu zbijenosti.

### Obračun radova

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

### 5.3.6.13 Zaštita pokosa primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije

#### Opis radova

Ovaj rad obuhvaća zaštitu kosih i ravnih površina vodotoka i nasipa, odnosno dna i pokosa kanala, pokosa nasipa te drugih površina koje su izložene djelovanju malih količina vode primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije. Ova se zaštita primjenjuje za dno i pokose kanala u kojima pretežiti dio godine nema vode. U protivnom se zaštita zatravljanjem obavlja iznad jednogodišnje velike vode. Površine koje je potrebno zaštititi određuju se projektom ili prema zahtjevu nadzornog inženjera, uz suglasnost projektanta.

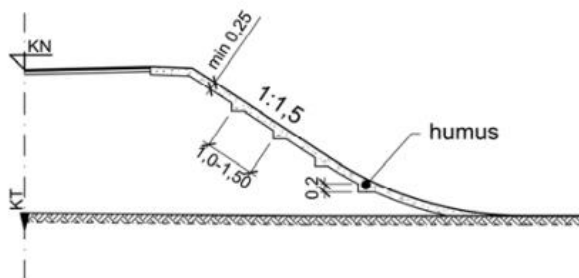
#### Materijal

Za ovu zaštitu upotrebljava se humusni materijal bez primjesa grana, korijenja, kamenih i drugih materijala koji nisu pogodni za razvoj vegetacije, smjesa travnatog sjemena i gnojivo, sve prema projektu. Vrsta i mješavina trave odabire se u ovisnosti o pedološkim svojstvima tla i klimatskim uvjetima područja zbog sigurnosti rasta vegetacije. Pri njihovu odabiru potrebno je voditi brigu i o što boljem uklapanju građevine u prirodni okoliš. Količina sjemena iznosi oko 5,1-8,0 g/m<sup>2</sup>. Ovisno o pedološkim svojstvima tla i odabranom sjemenu trave, treba odabrati prikladno gnojivo. Količina gnojiva iznosi oko 80 g/m<sup>2</sup>.

#### Opis izvođenja radova

Prije početka izrade ove zaštite izvođač je dužan osigurati osnovne uvjete stabilnosti površina koje se štite, prema ovim OTU-ima. Dno kanala mora biti izvedeno u skladu s projektom, propisanog uzdužnog nagiba bez lokalnih neravnina u kojima bi se zadržavala voda. Preko isplanirane površine dna i pokosa kanala, pokosa nasipa ili druge površine koju treba štiti nanosi se humusni materijal. Humusni materijal se pri zaštiti pokosa nanosi počinjući od dna prema vrhu pokosa koji je prethodno u uzdužnom smislu izbrazdan. Debljina humusnog sloja obično je određena projektom. Kada to nije slučaj primjenjuje se sloj minimalne debljine 0,25 m. Humusni se sloj planira i zbija lakim nabijačima. Po fino uređenom humusnom sloju sije se trava.

Nakon izrade humusnog sloja i nakon što je trava zasijana, zaštićene površine treba njegovati do konačnog rasta travnate vegetacije, a ako je potrebno i pokositi 1-2 puta. Primjena ove vrste zaštite kod pokosa nasipa prikazana je na slici.



Zaštita pokosa primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije

### Zahtjevi kakvoće

Izvođač mora predočiti nadzornom inženjeru rezultate analiza o pravilnom izboru vrste trava i gnojiva, kao i rezultate kontrole kakvoće sjemena. Gotove površine zaštićene humusnim materijalom i travnatom vegetacijom preuzimaju se na osnovi količine obrasle površine travom jednolike gustoće, svježije boje i zdravog izgleda. Stvarno izvedenu debljinu humusnog sloja utvrđuje nadzorni inženjer.

### Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tijekom 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 površine i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

### Obračun radova

Zaštita dna i pokosa kanala, pokosa nasipa i drugih površina primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije obračunava se u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>), prema stvarno izvršenim radovima. U jediničnoj cijeni sadržan je sav materijal potreban za tu vrstu zaštite i za rad opisan u ovom potpoglavlju

## 5.3.6.14 Zaštita pokosa kamenim materijalom

Ovaj rad obuhvaća nabavu kamena, njegovu grubu obradu, prijevoz na mjesto ugradnje, ugradnju kamena ručno, strojno ili kombinirano, te kontrolna ispitivanja kvalitete kamena prije njegove ugradnje i kontrola tijekom građenja.

### Opis tehnologije izvođenja rada

Za izradu obloge koristi se kamen koji mora biti otporan na atmosferilije, smrzavice itd. Izrada kamene obloge mora se izvoditi paralelno s izgradnjom brane. Pojedina zrna se ugrađuju u kamenu oblogu ručno ili strojno. Prilikom ugradnje treba strogo voditi računa da je svako pojedino zrno dobro ukliješteno i da je svojom dužinom uvijek okomito na ravninu pokosa. Po potrebi se kamen može grubo obraditi zbog postizanja što boljeg uklještenja. Pri svom dnu mora kamena obloga biti oslonjena na čvrstu podlogu koja se ne će deformirati i uzrokovati naknadne pomake izvedene obloge. Ako treba može se izraditi temelj. Obloga se mora završiti s logičnim i dobro oblikovanim završetkom i prijelazom u kruni nasipa.

Izvođač će po završetku rada očistiti gradilište od otpadaka kamena i ostalog otpadnog materijala.

Prije početka izvedbe kamene obloge Izvođač će nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje rezultate ispitivanja i dokaze kvalitete kamena i njegove postojanosti i otpornosti prema mrazu, atmosferilijama itd. Tijekom rada se kontroliraju dimenzije kamena i odstupanja ugrađenog kamena od idealne plohe pokosa. Odstupanja ugrađene kamene obloge od projektirane plohe pokosa smiju biti do najviše 10 cm.



## Obračun radova

Radovi na zaštiti pokosa kamenom oblogom obračunavaju se u m<sup>3</sup>. U obračun se uključuje sav potreban rad i materijal opisan u ovoj točki. Obračun količina se provodi prema projektu ili izmjerama na terenu ako tako odluči Nadzorni inženjer.

### 5.3.6.15 Izrada servisnog puta u nožici nasipa

Put se izvodi krunom širine min. 8,0 m. Kota krune je promjenjiva i prikazana je na uzdužnom i poprečnim profilima. Izgradnja puta je predviđena od glinenog materijala iz nalazišta, koji ne odgovara uvjetima za izvedbu nasipa prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Za ugradnju glinenih materijala u nasip predviđeno je poboljšanje ugradnjom geomreža s ciljem ojačanja 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 poglavlja 2-09 OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

Rad mora biti obavljen u skladu sa projektom, propisima, ovim programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-09. i 12-05.2 OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

#### Opis izvođenja radova

Na pripremljenu podlogu ugrađuje se dopremljeni materijal strojno u slojevima i nabija laganim vibracijskim valjkom ili vibracijskom pločom. Ako je potrebno, može se tijekom zbijanja polijevati vodom kako bi se postigla tražena zbijenost uz najmanje energije.

#### Zahtjevi kakvoće

Kakvoća ugrađenog kamenog materijala mora odgovarati zahtjevima iz projekta, a ugrađeni sloj mora imati propisanu debljinu. Tijekom ugradnje vizualno se provjerava materijal, posebno njegov granulometrijski sastav. Zbijenost se kontrolira prema HRN U.B1.046 ili jednakovrijedno ( $M_s \geq 40$  MPa).

#### Obračun radova

Rad se obračunava po metru kubičnom ugrađenog materijala. Jediničnom cijenom obuhvaćena je nabava i doprema materijala do mjesta ugradnje i strojna ugradnja uz zbijanje.

## 5.3.7 SANACIJA OKOLIŠA GRADILIŠTA

Pod završnim radovima podrazumijeva se uređenje okoline gradilišta tako da se, što je moguće bolje, dovede sve u prvobitno stanje. Eventualno preostali materijal iz privremene deponije treba odvesti na trajnu legalnu deponiju. Privremene objekte gradilišta treba ukloniti tako da ne ostanu vidni tragovi.

## 5.3.8 GEOTEHNIČKI RADOVI

### 5.3.8.1 Mlazno injektiranje stupnjaka

#### Opis radova

Injektiranje je kontrolirano ubacivanje materijala (obično injekcijske smjese na bazi cementa) pod tlakom u tlo ili stijenu s ciljem poboljšanja mehaničkih i fizikalnih karakteristika. Radovi se izvode prema normi Izvedba posebnih geotehničkih radova – Mlazno injektiranje – HRN EN 12716.



Kod mlaznog injektiranja posve se razbija struktura tla injektiranjem pod visokim tlakom te se čestice tla miješaju (in-situ) s vezivnim sredstvom pa nastaje homogenizirana masa poboljšanih svojstava. Struktura tla se prvenstveno razbija kod koherentnih i cementiranih materijala, dok se kod nekoherentnog tla injekcijska smjesa miješa s rastresitim materijalom, ali i utiskuje u pore tla. Tehnologija se primjenjuje kod raznih vrsta tla s raznim injekcijskim smjesama, iako se normalno koriste vodo-cementne, te vodo-cementno-bentonitne smjese. U određenim slučajevima koristi se i vapno (čisto vapno, vapno s cementom i dr.).

Danas su u primjeni tri osnovna postupka izvedbe mlaznog injektiranja:

- jednofluidni sustav (injekcijska smjesa),
- dvofluidni sustav (injekcijska smjesa + zrak, odnosno injekcijska smjesa + voda),
- trofluidni sustav (injekcijska smjesa + voda + zrak).

Ovisno o primijenjenoj tehnologiji i karakteristikama tla mogu se postići promjeri od 40 do 300 cm tlačne čvrstoće od 0,2 do 10 MPa.

Radovi na izvedbi mlaznog injektiranja sastoje se od:

- pripremnih radova i pripreme lokacije,
- iskolčenja položaja pojedinih stupnjaka,
- izvedbe mlaznog injektiranja rotacijskom tehnikom
- izvedba bušotine do predviđene dubine bez injektiranja,
- povratna operacija uključuje mlazno injektiranje pod tlakom od 200-600 bara
- ugradnja armaturnih šipki u svježe injektiran stupnjak (ako je propisano projektom),
- kontrole kvalitete ugrađenih materijala i kvalitete izvedenih radova,

Brzinom podizanja pribora i kontrolom pritiska postiže se jednoliko radijalno penetriranje injekcijske smjese u tlo. Time se u tlu formiraju valjkasta tijela znatno boljih mehaničkih karakteristika od tretiranog tla.

Veličina, odnosno promjer prodiranja u tlo ovisi prvenstveno o geotehničkim karakteristikama tla i primijenjenim pritiscima.

Tijekom izvođenja radova potrebno je za projektne parametre mlaznog injektiranja mjeriti i bilježiti potrošnju injekcijske smjese.

Projektne parametre dani su na osnovi podataka o sastavu i karakteristikama tla i prema potrebnoj kvaliteti stupnjaka, pri čemu su korišteni iskustveni računski obrasci (dijagrami) za ovakvu vrstu rada.

**U ovom projektu predviđena je upotreba jednofluidnog sustava mlaznog injektiranja.** Može se primijeniti u svim vrstama tla, pri čemu se u zbijenim tlima mogu postići promjeri do 1 m, a u u rahlim do 0,8 m.

**Početni parametri mlaznog injektiranja su:**

- |  |               |
|--|---------------|
| • tlak injektiranja  | cca 500 bara  |
| • utrošak suhe tvari injekcijske smjese po m' vertikalnog stupnjaka  | 260 kg        |
| • vodocementni faktor  | 1:1           |
| • broj mlaznica  | 2             |
| • promjer mlaznica   | 2,0 mm        |
| • Uz rad s dvije mlaznice $\phi$ 2 mm i injekcijski tlak od 500 bara odabrana smjesa (W/C = 1,0) ugrađuje se u vremenu | cca 100 l/min |



- |  |                       |
|--|-----------------------|
| • visina podizanja pribora             | 7 cm                  |
| • trajanje injektiranja na nekom nivou | 13 sec                |
| • minimalno dva okretaja               |                       |
| • gustoća smjese                       | 1,5 g/cm <sup>3</sup> |
| • očekivani promjer stupnjaka          | 80 cm                 |

Visinu podizanja pribora odnosno brzine podizanja (kad se radi sa kontinuiranim dizanjem a ne u inkrementima), kao i vremena trajanja injektiranja na nekom nivou treba odrediti ovisno o opremi koja se koristi za provedbu mlaznog injektiranja (broj mlaznica, kapacitet opreme-pumpe i dr.). U slučaju da se koristi oprema koja radi po principu podizanja pribora u inkrementima uvjet rada je da imamo najmanje dva puna okreta pribora na svakom horizontu.

- Iskolčenje osi i položaja bušotina s točnošću od cca  $\pm 5$  cm.
- Lociranje bušačkog pribora u centar budućeg injektiranog stupa te bušenje kroz slojeve tla do predviđene dubine. Prilikom bušenja treba konstatirati kroz koje materijale se prolazi.
- Po dosezanju konačne dubine počinje se s mlaznim injektiranjem pri čemu će se formirati mlazno injektirano tijelo u tlu koje nazivamo stupnjak.
- Pri dnu bušačkog pribora nalaze se dvije mlaznice koje imaju otvore okomito na os bušačkog pribora. Pribor se rotira uz istovremeno injektiranje cementnom suspenzijom pod pritiskom od predvidivo 500 bara. Nakon injektiranja od predvidivo 13 s (minimalno dva puna okretaja mlaznica) pribor se podiže za 7 cm, a postupak se ponavlja sve dok se ne izvede stup u predviđenoj visini.
- Osnovni kriterij kod mlaznog injektiranja je uvjet da se po m' stupnjaka ugradi 260 kg cementa (cca 325 l injekcijske mase).

### Materijali - Injekcijska smjesa

Mlazno injektiranje izvest će se smjesama na bazi cementa. Predviđa se koristiti cement aktivnosti minimalno 450 (injekcijskih smjesa na bazi cementa PC 45). Predviđeni vodocementni faktor (w/c) je 1,0. Injekcijska smjesa je slijedećeg sastava:

- |          |         |
|----------|---------|
| • cement | 1000 kg |
| • voda   | 1000 l  |

U toku rada moguće su manje korekcije o čemu će odluku donijeti voditelj tehničkog nadzora ili projektant.

### Kontrola kvalitete

Kontrolu kvalitete materijala treba provesti u skladu s važećim propisima i normama. Izvođač radova treba posjedovati ateste o kvaliteti svih ugrađenih materijala. Kontrola kvalitete provodi se kako za komponentne materijale tako i za odgovarajuće smjese Vrsta čelika za armiranje koja se upotrebljava mora biti sukladna odredbama norme HRN EN 13670.

### Laboratorijska ispitivanja injekcijske smjese obuhvaćaju:

- prethodna ispitivanja,
- kontrolna ispitivanja.

Prethodna ispitivanja služe za određivanje recepture smjese pri čemu je potrebno provjeriti:

- fizikalna i mehanička svojstva cementa,
- protočnost,



- izdvajanje vode,
- vrijeme vezivanja,
- promjena zapremnine,
- tlačnu čvrstoću nakon 7, 14 i 28 dana.

Kontrolna laboratorijska ispitivanja obuhvaćaju ispitivanje kvalitete smjese za injektiranje:

- gustoće
- određivanje tlačne čvrstoće.

Kontrolna ispitivanja provode se na dnevnoj bazi ispitivanjem gustoće i uzimanjem uzoraka za ispitivanje tlačne čvrstoće (nakon 7 i 28 dana). Tlačna čvrstoća uzoraka nakon 28 dana treba biti najmanje 3MN/m<sup>2</sup>. Uzorak se uzima iz središnje i obodne zone injektiranog tijela tla.

#### **Kontrolni postupci koji se provode prilikom izvedbe mlaznog injektiranja:**

- brzina mlaza i količina cementa injektiranog u tlo,
- protok injekcijske smjese,
- brzine podizanja (izvlačenja) i rotacije pribora.

Podatke je potrebno bilježiti za svaki pojedini injektirani stup kako bi se kasnije po potrebi mogli analizirati uvjeti izvedbe (npr. je li koja mlaznica bila tijekom izvedbe zabrtvljena i dr.).

#### **5.3.8.1.1 Dokazivanje predviđene tehnologije izvođenja – probno polje:**

Prije početka radova na izvedbi, izvode se tri probna stupnjaka dubine 12,0 m. Za svaki probni stupnjak potrebno je promijeniti tehnologiju izvođenja (variranje tlaka, smjese, brzine izvlačenje...). Probno injektirani stupnjak će se otkopati minimalno 2,0 m od površine, sedam dana po injektiranju, kako bi se izmjerio promjer injektiranog tijela i utvrdila kompaktnost izvedbe. Lokaciju probnog polja osigurava izvođač uz odobrenje nadzora, projektanta i investitora.

Također se uzimaju uzorci dobivenog materijala injektiranjem (mješavina čestica tla i cementne suspenzije) za ispitivanje postignute tlačne čvrstoće. Uzorci se uzimaju rotacijskom tehnikom bušenja sa dijamantnom krunom na svakom m središnje i obodne zone stupnjaka. Ispituje se tlačna čvrstoća nakon 7 i nakon 28 dana.

Za sva prethodna laboratorijska i in situ ispitivanja, potrebno je izraditi izvještaj u formi elaborata i dostaviti ih Nadzornom inženjeru i Projektantu, prije početka radova. U izvještaju uključiti i podatke o tehnologiji izvođenja stupnjaka (brzina mlaza, količina cementa, protok injekcijske smjese, brzina izvlačenja i rotacije pribora).

Kriterij odabira tehnologije je postizanje projektiranog poprečnog presjeka uz postizanje projektirane tlačne čvrstoće smjese središta i po obodne zone stupnjaka.

#### **Obračun radova**

Radovi se obračunavaju po m' izvedenih stupnjaka prema projektiranim dimenzijama duljine i promjera, ako nije drukčije specificirano.

Ako nije specificirano drukčije, jedinična cijena obuhvaća: pripremu i raspremanje gradilišta, transport opreme, pribora i ljudstva, izradu radnog platoa, jalovo bušenje, izvođenje stupnjaka, čišćenje od povratne suspenzije, materijali i radovi na stupnjacima te ispitivanja potrebni za dokazivanje tehnologije



izvođenja i kontrola kvalitete prilikom i nakon izvođenja radova.

## 5.3.9 RADOVI NA KOLNIČKOJ KONSTRUKCIJI

### 5.3.9.1 Donji nosivi sloj (podloga)

#### 5.3.9.1.1 Opis radova

Ovaj rad obuhvaća uređenje posteljice u usjecima, nasipima i zasjecima, tj. grubo i fino planiranje materijala i nabijanje do tražene zbijenosti. Posteljicu treba izraditi prema kotama iz projekta.

Posteljica je završni sloj nasipa ili usjeka ujednačene nosivosti, debljine 30 cm od tamponskog materijala granulacije 0-32 mm.

#### 5.3.9.1.2 Kontrola kakvoće

Propisi na osnovi kojih se kontrolira kakvoća materijala za izradu posteljice:

HRN U.B1.010 Uzimanje uzoraka

HRN U.B1.012 Određivanje vlažnosti tla

HRN U.B1.014 Određivanje specifične težine tla

HRN U.B1.016 Određivanje zapremine težine tla

HRN U.B1.018 Određivanje granulometrijskog sastava

HRN U.B1.020 Određivanje granice tečenja i valjanja tla

HRN U.B1.022 Određivanje promjene zapremine tla

HRN U.B1.024 Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla

HRN U.B1.026 Određivanje sadržaja karbonata tla

HRN U.B1.038 Određivanje optimalnog sadržaja vode

HRN U.B1.042 Određivanje kalifornijskog indeksa nosivosti

HRN U.B1.046 Određivanje modula stišljivosti metodom kruže ploče

HRN U.E8.010 Nosivost i ravnost na nivou posteljice

Uz sve prethodno navedene norme mogu se upotrijebiti i jednakovrijedne norme za navedene ispitivanja.

#### 5.3.9.1.3 Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) i određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø 30 cm uređene površine posteljice.

Minimalna tekuća ispitivanja jesu:

- jedno određivanje stupnja zbijenosti na 1.000 m<sup>2</sup>,
- jedno određivanje modula stišljivosti na 1.000 m<sup>2</sup>,
- jedno određivanje granulometrijskog sastava materijala posteljice na 6.000m<sup>2</sup>.
- jedno ispitivanje stupnja zbijenosti i modula stišljivosti na svakih 200 m u zoni bankine.





Kote planuma posteljice mogu odstupati od projektiranih najviše za  $\pm 3$  cm. Poprečni i uzdužni nagibi posteljice moraju biti prema projektu. Ravnost se mjeri uzdužno, poprečno i dijagonalno.

Visina izrađene posteljice dokazuje se nivelmanskim zapisnikom. Ravnost izrađene posteljice mora biti takva da pri mjerenju letvom dužine 4 m u bilo kojem smjeru ne smije odstupanje biti veće od 3 cm u kohezivnom materijalu.

Ispitivanje ravnosti kao i poprečnog pada posteljice obavlja se na svakih 100 m.

Tek po odobrenju visinskog položaja posteljice pristupa se kontroli postignute zbijenosti.

Pri kontroli kakvoće izrade posteljice, ispitivanja se obavljaju u serijama pri čemu je najmanji broj pokusa u jednoj seriji 5. U takvom slučaju mogu se dopustiti dalje navedene tolerancije u odnosu na minimalne zahtijevane vrijednosti korištene pri kontroli.

U jednoj seriji može biti jedan od 5 rezultata manji od minimalno traženoga, ali da po apsolutnoj vrijednosti ne odstupa za više od:

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

Ako je broj ispitivanja u jednoj kontrolnoj seriji manji od 5, onda sve vrijednosti (rezultati) određene ispitivanjem trebaju biti veće od minimalno zahtijevanih.

Izvođač je dužan rezultate ispitivanja i mjerenja predložiti Nadzornom inženjeru koji će, ako rezultati zadovoljavaju, odobriti kontrolna ispitivanja i početak izrade kolničke konstrukcije na posteljici.

#### 5.3.9.1.4 Kontrolna ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak ( $S_z$ ) najmanje na svakih 2.000 m<sup>2</sup> i određivanje modula stišljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm najmanje na svakih 2.000 m<sup>2</sup> uređene površine posteljice.

Posebno se ispituje posteljica u zoni bankine na svakih 400 m po jednoj ili po drugoj metodi.

Granulometrijski sastav materijala iz posteljice ispituje se najmanje na svakih 10.000 m<sup>2</sup>.

#### 5.3.9.1.5 Izrada posteljice od kamenih materijala

Pod kamenitim materijalima razumijevaju se materijali dobiveni iskopom pomoću miniranja, kamene drobine i šljunci (materijali iskopne kategorije "A" i dio materijala iskopne kategorije "C"). Kod nasipa od kamenitih materijala završni sloj treba izravnati sitnijim kamenitim materijalom.

Prije nasipanja materijala za izravnavajući sloj treba provjeriti njegovu kakvoću. Materijal za izradu posteljice od kamenitih materijala treba zadovoljavati ove uvjete:

- koeficijent nejednakosti  $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$  mora biti veći od 9,
- maksimalna veličina zrna je 60 mm (10% zrna do 70 mm).

Radovi na izradi posteljice ne smiju se obavljati kada je tlo smrznuto, odnosno kada na trasi ima snijega i leda.



### Kriteriji za ocjenu kakvoće posteljice od kamenitih materijala jesu ovi:

- stupanj zbijenosti prema standardnom Proctorovu postupku  **$S_z \geq 100\%$ ,**
- modul stišljivosti mjeren kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm  **$M_s \geq 80$  MN/m<sup>2</sup>.**

#### 5.3.9.1.6 Obračun radova

Radovi se obračunavaju u volumenu, odnosno metru kubnom (m<sup>3</sup>), stvarno ugrađenog i zbijenog materijala.

#### 5.3.9.2 Habajući sloj od asfaltbetona (HS-AB)

Habajući sloj od asfaltbetona (HS-AB) je asfaltni sloj debljine 7 cm, izrađen od mješavine kamenog brašna, kamenog materijala i bitumena kao veziva, gdje je granulometrijski sastav kamene smjese sastavljen po načelu najgušće složenog kamenog materijala.

Asfaltna mješavina za habajući sloj od asfaltbetona dijeli se prema:

- nazivnoj veličini zrna kamenog materijala,
- granulometrijskom sastavu kamene smjese i vrsti upotrijebljenog kamenog materijala.

Prema nazivnoj veličini zrna kamenog materijala habajući sloj od asfaltbetona dijeli se na:

- asfaltni beton AB 4,
- asfaltni beton AB 8,
- asfaltni beton AB 11 i
- asfaltni beton AB 16.

Prema granulometrijskom sastavu kamene smjese i vrsti upotrijebljenog kamenog materijala, asfaltna mješavina za habajući sloj od asfaltbetona dijeli se na:

- AB 4 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava,
- AB 8 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava,
- AB 8E standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese silikatnog sastava,
- AB 11 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava,
- AB 11E užega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese silikatnog sastava,
- AB 16 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava.
- AB 16E užega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese silikatnog sastava.



Tablica 5-1 Tehnološke debljine izvedenog HS-AB

| Tehnološka debljina sloja (mm) |          |          |          |          |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| AB 4                           | AB 8     | AB 8E    | AB 11    | AB 11E   | AB 16    | AB 16E   |
| 20 do 30                       | 30 do 40 | 30 do 40 | 35 do 50 | 35 do 50 | 45 do 60 | 45 do 60 |

Tablica 6-03-2 Primjena HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

| Grupa prometnog opterećenja | Vrsta habajućeg sloja |      |       |       |        |       |        |
|-----------------------------|-----------------------|------|-------|-------|--------|-------|--------|
|                             | AB 4                  | AB 8 | AB 8E | AB 11 | AB 11E | AB 16 | AB 16E |
| Autoceste i vrlo teško      | -                     | -    | -     | -     | +      | -     | +      |
| Teško                       | -                     | -    | +     | -     | +      | -     | +      |
| Srednje                     | -                     | +    | +     | +     | +      | +     | -      |
| Lako                        | -                     | +    | -     | +     | -      | +     | -      |
| Vrlo lako                   | +                     | +    | -     | +     | -      | -     | -      |

### 5.3.9.2.1 Uvjeti kakvoće sastavnih materijala za habajući sloj (HS-AB)

#### Kamena sitnež

Kamena sitnež mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.2 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-2 Primjena kategorije kakvoće kamene sitneži za HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

| Grupa prometnog opterećenja |                   |          |                  |
|-----------------------------|-------------------|----------|------------------|
| Autocesta i vrlo teško      | Teško             | Srednje  | Lako i vrlo lako |
| KS-E-I                      | KS-E-I<br>KS-E-II | KS-E-I   | KS-E-I           |
|                             |                   | KS-E-II  | KS-E-II          |
|                             |                   | KS-E-III | KS-E-III         |
|                             |                   | KS-S-I   | KS-S-I           |
|                             |                   |          | KS-S-II          |

#### Pijesak

Priradni i drobljeni pijesak mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.4 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-3 Primjena kategorije kakvoće pijeska za HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

| Grupa prometnog opterećenja |           |  |   |
|-----------------------------|-----------|--|---|
| Autocesta i vrlo teško      | Teško     | Srednje  | Lako i vrlo lako  |
| DP02-E-I                    | DP02-E-I  | sve kategorije drobljenog pijeska eruptivnog i sedimentnog porijekla | sve kategorije drobljenog pijeska eruptivnog i sedimentnog porijekla i sve kategorije prirodnog pijeska |
| DP02-E-II                   | DP02-E-II |  |   |
| DP02-S*                     | DP02-S    |  |   |

\* do najviše 50 % (m/m) ukupne količine drobljenog pijeska

#### Kameno brašno

Kameno brašno mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.5 OTU za radove na cestama.



Za autoceste i ceste s vrlo teškim i teškim prometnim opterećenjem može se upotrijebiti kameno brašno samo kategorije KB-I.

Povratno kameno brašno izdvojeno na asfaltnom postrojenju može se vraćati u proizvodni proces pod uvjetom da punilo iz tog kamenog brašna zadovoljava uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.5 OTU za radove na cestama i da nije pridobiveno otprašivanjem kamene smjese u kojoj je primijenjen drobljeni pijesak eruptivnog porijekla.

U asfaltnim mješavinama namijenjenim za autoceste i ceste s vrlo teškim prometnim opterećenjem uporaba povratnog punila nije dopuštena.

### **Bitumensko vezivo**

Prilikom izbora vrste bitumena mora se voditi računa o vrsti i namjeni asfaltne mješavine, te o klimatskim zonama prema normi HRN U.J5.600 ili jednakovrijedno.

Kao vezivo upotrebljavaju se cestograđevni bitumen BIT 45, BIT 60 i BIT 90, kakvoće prema normi HRN U.M3.010 ili jednakovrijedno, ili bitumen oznake 35/50, 50/70 i 70/100 prema normi EN 12591 ili jednakovrijedno.

**Cestograđevni bitumen** mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.6 OTU za radove na cestama.

U posebnim slučajevima primjenjuje se i polimerom modificirani bitumen ili cestograđevni bitumen s dodacima prirodnog bitumena ili polimernih dodataka, koji se primjenjuju u samom procesu umješavanja asfaltne mješavine na asfaltnom postrojenju.

**Polimerom modificirani bitumen (PmB)** mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.7 OTU za radove na cestama.



### 5.3.9.2.2 Uvjeti kakvoće habajućeg sloja (HS-AB)

#### Sastav asfaltne mješavine

Tablica 5-4 Granično područje granulometrijskog sastava kamene smjese za HS-AB

| Kvadratni otvor okaca sita mm | Vrsta asfaltbetona        |           |           |           |           |           |           |
|-------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                               | AB 4                      | AB 8      | AB 8E     | AB 11     | AB 11E    | AB 16     | AB 16E    |
|                               | prolaz kroz sito, % (m/m) |           |           |           |           |           |           |
| 0,09                          | 8 do 18                   | 4 do 12   | 4 do 12   | 3 do 12   | 3 do 11   | 3 do 12   | 3 do 10   |
| 0,25                          | 17 do 33                  | 11 do 27  | 11 do 27  | 8 do 28   | 8 do 18   | 8 do 25   | 8 do 17   |
| 0,71                          | 30 do 51                  | 20 do 41  | 20 do 41  | 16 do 38  | 16 do 30  | 15 do 36  | 15 do 28  |
| 2,0                           | 55 do 75                  | 38 do 56  | 38 do 56  | 31 do 54  | 31 do 48  | 27 do 49  | 27 do 43  |
| 4,0                           | 95 do 100                 | 56 do 74  | 56 do 74  | 49 do 69  | 49 do 65  | 40 do 62  | 40 do 56  |
| 8,0                           | 100                       | 95 do 100 | 95 do 100 | 75 do 90  | 75 do 87  | 60 do 80  | 60 do 75  |
| 11,2                          |                           | 100       | 100       | 97 do 100 | 97 do 100 | 74 do 90  | 74 do 86  |
| 16,0                          |                           |           |           | 100       | 100       | 97 do 100 | 97 do 100 |
| 22,4                          |                           |           |           |           |           | 100       | 100       |

Tablica 6-03-6 Orijentacijski udio bitumena u asfaltnoj mješavini za HS-AB

| Vrsta asfaltnog betona | Udio bitumena, %(m/m) |
|------------------------|-----------------------|
| AB 4                   | 6,8 do 8,0            |
| AB 8                   | 5,8 do 7,5            |
| AB 8E                  | 5,8 do 7,5            |
| AB 11                  | 5,4 do 7,0            |
| AB 11E                 | 5,4 do 6,5            |
| AB 16                  | 5,2 do 6,2            |
| AB 16E                 | 5,2 do 6,0            |

#### Svojstva asfaltne mješavine

Tablica 5-5 Fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine za HS-AB u ovisnosti prometnog opterećenja

| Svojstvo  | Grupa prometnog opterećenja |          |          |          |           |
|---|-----------------------------|----------|----------|----------|-----------|
|   | Autoceste i vrlo teško      | Teško    | Srednje  | Lako     | Vrlo lako |
| Stabilnost kod 60 °C najmanje, kN                         | 8,5                         | 8,0      | 7,0      | 7,0      | 5,0       |
| Odnos stabilnosti i deformacije kod 60 °C najmanje, kN/mm | 2,2                         | 2,0      | 1,8      | 1,8      | 1,2       |
| Udio šupljina, %(V/V)                                     | 3,5 do 6,5                  | 3 do 6   | 3 do 5,5 | 2 do 4   | 1 do 3,5  |
| Ispunjenost šupljina kamene smjese bitumenom, %           | 64 do 79                    | 65 do 82 | 68 do 83 | 75 do 88 | 80 do 93  |



### Svojstva izvedenog sloja

Tablica 5-6 Udio šupljina, stupanj zbijenosti, debljina i povezanost izvedenog HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

| Svojstvo  | Grupa prometnog opterećenja   |         |        |            |
|---|-------------------------------|---------|--------|------------|
|   | Autoceste, vrlo teško i teško | Srednje | Lako   | Vrlo lako  |
| Udio šupljina, % (V/V)                          | 3,5 do 7,5                    | 3 do 7  | 2 do 6 | 1,5 do 5,5 |
| Stupanj zbijenosti, %                           | 98                            | 97      | 97     | 96         |
| Debljina sloja *                                |                               |         |        |            |
| - pojedinačno, najviše, %                       | - 15 od projektirane          |         |        |            |
| - srednja vrijednost, najviše, %                | - 5 od projektirane           |         |        |            |
| Povezanost slojeva, najmanje, N/mm <sup>2</sup> | 1,0 (1,5)**                   |         |        |            |

\* U račun srednje debljine ne mogu se uzeti debljine veće od 20 % projektirane debljine.

\*\* U slučaju kad je podloga poprskana polimernom bitumenskom emulzijom

Uvjeti ravnosti, visine, poprečnog pada i horizontalnog položaja izvedenog sloja dani su u tablici 6-03-9. OTU za radove na cestama.

### Hvatljivost habajućeg sloja

Ovim OTU utvrđuju se brojčane vrijednosti koje se moraju postići pri mjerenju hvatljivosti, odnosno pri mjerenju otpora klizanju nakvašene površine habajućeg sloja asfaltnog ili betonskog zastora kolnika. Otpor klizanju mjeri se unutar vremenskog razdoblja ne dužeg od 2 tjedna nakon završetka radova asfaltiranja. Otpor klizanju definiran je s dvije granične vrijednosti koeficijenta trenja  $\mu$  kako slijedi:

- Koeficijent trenja  $\mu_A$  jest *najmanja zahtijevana* vrijednost trenja nakvašene površine pokrovnog sloja pri puštanju ceste u prometovanje. Za vrijeme uporabe ceste vrijednost koeficijenta trenja ne bi smjela biti manja od  $\mu_A$ . Ukoliko se izmjerena vrijednost koeficijenta trenja smanji ispod granične vrijednosti  $\mu_A$ , mora se putem periodičnih mjerenja otpora klizanju motriti stanje površine pokrovnog sloja kolnika.
- Koeficijent trenja  $\mu_B$  jest *najmanja dopuštena* vrijednost otpora klizanju površine pokrovnog sloja koja zbog opasnosti klizanja ne smije biti podbačena. Ukoliko izmjerena vrijednost koeficijenta trenja padne ispod granične vrijednosti  $\mu_B$  moraju se poduzeti primjerene mjere (smanjenje najveće dopuštene brzine vožnje i poboljšanje stanja površine pokrovnog sloja).

Tablica 5-7 Ravnost, visina, poprečni pad i horizontalni položaj izvedenog HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

| Svojstvo   | Grupa prometnog opterećenja |                    |         |                  |
|--|-----------------------------|--------------------|---------|------------------|
|  | Autoceste                   | Vrlo teško i teško | Srednje | Lako i vrlo lako |
| Ravnost sloja:   |                             |                    |         |                  |
| - IRI <sub>(100)</sub> , najviše, m/km   | 1,0                         | 1,5                | 2,0     | 2,5              |
| - mjerna letva 3 m, najviše, mm  | 3                           | 4                  | 6       | 7                |
| Visina sloja:  |                             |                    |         |                  |
| dopušteno visinsko odstupanje sloja od projektiranog visinskog položaja, najviše, %                                | ± 5                         |                    | ± 10    |                  |
| Poprečni pad sloja:  |                             |                    |         |                  |
| dopušteno odstupanje od projektiranog poprečnog pada (svaki profil), najviše, % (aps.)                             | ± 0,4                       |                    |         |                  |
| Položaj sloja:   |                             |                    |         |                  |
| dopušteno odstupanje (horizontalni položaj lijevog i desnog ruba) od projektiranog visinskog položaja, najviše, mm | ± 25                        |                    | ± 50    |                  |



Procjena izmjerenih vrijednosti otpora klizanju obavlja se na osnovi zahtjeva danih ovim tehničkim uvjetima, a u ovisnosti o najvećoj brzini vožnje na cesti, skupini prometnog opterećenja i okolnostima na samoj cesti. Te se okolnosti dijele na normalne i nepovoljne (potencijalno opasne) okolnosti.

Kao potencijalno opasne okolnosti na cesti podrazumijevaju se:

- odsječci s uzdužnim nagibom većim od 6% na više od 100 m dužine ceste,
- zavoji s radijusom manjim od 150 m kod ispružene trase ceste,
- opasna mjesta kao što su odsječci ceste s jakim bočnim vjetrom, mostovi, tuneli i odsječci na kojima vozila trebaju usporiti vožnju.

Kao normalne okolnosti na cesti podrazumijevaju se sve ostale okolnosti na cesti koje nisu navedene. Dubina teksture površine kolnika određena "pjeskarenjem" u ovisnosti o najvećoj dopuštenoj brzini vožnje na cesti dana je u tablici 6-03-10 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-8 Granične vrijednosti dubine teksture

| Svojstvo              | Najveća dopuštena brzina vožnje, (km/h) |              |              |              |
|-----------------------|---|--------------|--------------|--------------|
|                       | 60                                      | 80           | 100          | 120          |
| Dubina teksture, (mm) | 0,13 do 0,30                            | 0,19 do 0,40 | 0,27 do 0,53 | 0,37 do 0,70 |

Sukladno definicijama graničnih vrijednosti koeficijenta trenja  $\mu_B$  i  $\mu_A$ , u tablici 6-03-11 OTU za radove na cestama date su donja ( $SRT_B$ ) i gornja ( $SRT_A$ ) granična vrijednost SRT za normalne i nepovoljne (opasne) okolnosti na cesti u ovisnosti o kategoriji prometnog opterećenja.

Tablica 5-9 Granične vrijednosti otpora klizanju, SRT

| Skupine prometnog opterećenja          | Normalne okolnosti na cesti |         | Nepovoljne (opasne) okolnosti na cesti |         |
|--|-----------------------------|---------|--|---------|
|  | $SRT_B$                     | $SRT_A$ | $SRT_B$                                | $SRT_A$ |
| Autoceste, vrlo teško, teško i srednje | 50                          | 60      | -                                      | -       |
| Lako i vrlo lako                       | 45                          | 55      | -                                      | -       |
| Sve skupine                            | -                           | -       | 55                                     | 65      |

Postupak za procjenu rezultata izmjerenih vrijednosti dubine teksture površine kolnika "pjeskarenjem" i vrijednosti SRT klatna dat je u tablici 6-03-12 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-10 Postupak procjene otpora klizanju zastora kolnika kombiniranom metodom (SRT klatno i "pjeskarenjem") prema HRN U. C4.018 ili jednakovrijedno

| Izmjerena vrijednost dubine teksture | Izmjerena vrijednost SRT |                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
|                                      | Ispod graničnog područja | U graničnom području | Iznad graničnog područja |
| Ispod granične krivulje              | -                        | -                    | -                        |
| Između graničnih krivulja            | -                        | *                    | *                        |
| Iznad granične krivulje              | -                        | *                    | +                        |

- otpor klizanju zastora kolnika je premalen,  
\* potrebno je obaviti dodatna mjerenja,  
+ otpor klizanju zastora kolnika je dovoljno velik.

Granične vrijednosti koeficijenta trenja određene po mjernoj metodi SCRIM, dane su u tablici 6-03-13 OTU za radove na cestama.



Tablica 5-11 Granične vrijednosti koeficijenta trenja po metodi SCRIM

| Koeficijent trenja | Brzina mjernog uređaja, km/h |      |      |
|--------------------|------------------------------|------|------|
|                    | 40                           | 60   | 80   |
| $\mu_{SCRIM}$      | 0,60                         | 0,53 | 0,46 |

Najveće dopušteno odstupanje koeficijenta trenja za pojedinačnu izmjerenu vrijednost mjernog odsjeka duljine 100 m, u odnosu na graničnu vrijednost, iznosi 0,03.

Ovo dopušteno odstupanje odnosi se na period garantnog roka.

### 5.3.9.2.3 Proizvodnja, prijevoz i ugradnja habajućeg sloja (HS-AB)

Proizvodnja, prijevoz i ugradnja asfaltne mješavine za habajući sloj (HS-AB) opisani su u potpoglavlju 6-00.3 OTU za radove na cestama.

### 5.3.9.2.4 Kontrola kakvoće habajućeg sloja (HS-AB)

#### **Prethodna ispitivanja**

Aktivnosti prije početka asfalterskih radova s obzirom na prethodna ispitivanja upotrebljivosti materijala, izradu prethodnih i radnih sastava i izradu pokusne dionice, provode se sukladno potpoglavlju 6-00.4.1 OTU za radove na cestama.

U okviru izrade prethodnog sastava za asfaltne mješavine namijenjene za autoceste i ceste grupe vrlo teškog prometnog opterećenja, potrebno je asfaltnu mješavinu ispitati na otpornost prema trajnim deformacijama ( norma EN 12697-22 ili EN 12697-25, ili jednakovrijedno) i na otpornost prema djelovanju vode (norma EN 12697-12 ili jednakovrijedno).

#### **Tekuća ispitivanja**

##### Tekuća ispitivanja sastavnih materijala

Tekuća kontrola sastavnih materijala provodi se prema potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

##### Tekuća ispitivanja proizvedene asfaltne mješavine

Uzorci asfaltne mješavine uzimaju se na mjestu proizvodnje ili na mjestu ugradnje.

Sastav asfaltne mješavine provjerava se ispitivanjem najmanje jednog uzorka na 500 tona proizvedene asfaltne mješavine.

Ispituju se svojstva sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

Fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine provjeravaju se ispitivanjem najmanje jednog uzorka na svakih 500 tona proizvedene asfaltne mješavine.

Ispituju se svojstva sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

##### Tekuća ispitivanja ugrađene asfaltne mješavine

Tekuća ispitivanja ugradnje provodi se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

#### **Kontrolna ispitivanja**

##### Kontrolna ispitivanja sastavnih materijala

Uzorci sastavnih materijala za proizvodnju asfaltnih mješavina uzimaju se na asfaltnim bazama i ispituju sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2 OTU za radove na cestama.





### Kontrolna ispitivanja proizvedene asfaltne mješavine

Uzorci asfaltne mješavine za kontrolno ispitivanje uzimaju se u pravilu na mjestu ugradnje asfaltne mješavine.

Sastav i fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine provjeravaju se na svakih 1000 tona proizvedene asfaltne mješavine.

Na uzorcima asfaltne mješavine ispituju se svojstva sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2. OTU za radove na cestama.

Promjena svojstava ekstrahiranog veziva ispituje se na svakih 2000 tona proizvedene asfaltne mješavine sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2 v OTU za radove na cestama.

### Kontrolna ispitivanja izvedenog sloja

Stupanj zbijenosti, udio šupljina, debljina i povezanost izvedenog sloja ispituju se na uzorcima izvađenim najmanje na svakih 2000 m<sup>2</sup> površine izvedenog sloja prema potpoglavlju 6-00.4.2.2. OTU za radove na cestama.

Ravnost izvedenog sloja ispituje se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2. OTU za radove na cestama.

Visina, poprečni pad i položaj izvedenog sloja provjeravaju se kontrolom odgovarajućim instrumentom najmanje 20 % podataka koje je snimio izvođač tijekom tekućih ispitivanja ugradnje asfaltne mješavine prema potpoglavlju 6-00.4.2.1. OTU za radove na cestama.

Hvatljivost površine habajućeg sloja ispituje se prema potpoglavlju 6-00.4.2.2 OTU za radove na cestama, najmanje jednom na svakih 10000 m<sup>2</sup> izvedenog habajućeg sloja.

### **5.3.9.2.5 Ocjena kakvoće izvedenog habajućeg sloja (HS-AB)**

Ugrađeni habajući sloj HS-AB ocjenjuje i preuzima nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja.

Udio bitumena određen na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja mora zadovoljavati uvjete dane u potpoglavlju 6-00, u tablici 6-00-20. OTU za radove na cestama.

Granulometrijski sastav kamene smjese određen na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja, mora zadovoljavati uvjete dane u tablici 6-03-5 i u potpoglavlju 6-00, u tablici 6-00-21. OTU za radove na cestama.

Fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine određena na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja, moraju zadovoljavati uvjete dane u potpoglavlju 6-03.3.2, u tablici 6-03-7. OTU za radove na cestama.

Svojstva izvedenog asfaltnog sloja određena u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja, moraju zadovoljavati uvjete dane u potpoglavlju 6-03.3.3, u tablici 6-03-8, tablici 6-03-9, tablici 6-03.10, tablici 6-03.11 i tablici 6-03.13. OTU za radove na cestama.

Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima izvođač će 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.



### 5.3.9.2.6 Obračun rada

Količina obavljenih radova mjeri se kvadratnim metrima gornje površine stvarno položenog i ugrađenog HS-AB sukladno projektu.

Utvrđene količine plaćaju se po ugovorenim jediničnim cijenama za kvadratni metar.

U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, oprema i sve ostalo što je potrebno za izvođenje radova.

Ako radovi ne zadovoljavaju u potpunosti zahtjeve ovih OTU, kakvoća se ocjenjuje prema potpoglavlju 6-00.5. OTU za radove na cestama

Umanjenje vrijednosti radova odbija se izvođaču od cijene ugovorenih radova.

## 5.4 OPĆE MJERE ZAŠTITE NA RADU

### 5.4.1 ZEMLJANI RADOVI

#### 5.4.1.1 Ručni iskop

Kada se pri građenju objekta ručno iskopava zemlja, moraju se primijeniti slijedeće zaštitne mjere:

- pri izvođenju zemljanih radova na dubini većoj od 1,0 m moraju se poduzeti zaštitne mjere protiv rušenja zemljanih naslaga s bočnih strana i protiv obrušavanja iskopanog materijala,
- ručno otkopavanje zemlje mora se izvoditi odozgo naniže, a svako potkopavanje je zabranjeno.

#### 5.4.1.2 Iskop građevinskim strojevima i mehaniziranim alatom

Kada se pri građenju objekta iskapa zemlja građevinskim strojevima i mehaniziranim alatom rukovanje strojevima smije se povjeriti samo radniku koji je stručno osposobljen za taj posao i upoznat s opasnostima koje prijete pri tom radu.

Ispravnost građevinskih strojevi i uređaja mora biti pregledana prije postavljanju na mjesto rada i samog rada.

Mehanizirani alat koji se koristi (pneumatski čekići i drugo) moraju biti oblika i težine pogodnih za lako prenošenje i rukovanje i pod opterećenim uvjetima rada.

Kod širokog iskopa potrebno je voditi računa o nagibu bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja. Razupiranje stranica iskopa nije potrebno ako su bočne stranice iskopa uređene pod kutom unutarnjeg trenja tla u kojem se iskop vrši, niti pri etažnom kopanju do dubine manje od 2,0 m.

### 5.4.2 TESARSKI RADOVI

Oštra sječiva tesarskog alata (sjekira, pile, dlijeta i slično) moraju pri prijenosu biti na pogodan način pokrivena. Rukovanje strojevima za obradu drveta na gradilištu smije se povjeriti samo kvalificiranim ili obučanim radnicima. Građa poslije svakog korištenja na gradilištu, mora se pregledati, očistiti od čavala, ostataka okova i dr., i složiti. Ljestve i radni podovi moraju svojim dimenzijama odgovarati propisima. Sva radna mjesta na visini većoj od 1,0 m moraju biti ograđena zaštitnom ogradom visine ne manje od 100 cm.



### 5.4.3 RADOVI NA BETONIRANJU

Prije početka betoniranja svi oštri vrhovi ili rubovi koji vire iz oplata za betoniranje moraju se podviti ili pokriti.

S radovima na betoniranju smije se početi tek po provjeri od strane određene stručne osobe na gradilištu jesu li izvršeni svi prethodni potrebni radovi. Nasilno skidanje (čupanje) oplata pomoću dizalice i drugih uređaja nije dopušteno.

### 5.4.4 GRADILIŠTE

Radovi se obavljaju na otvorenom. Postrojenja i površine namijenjene za rad na otvorenom prostora moraju biti tako locirane da omogućuju sigurno kretanje osoba i prometnih sredstava bez opasnosti za život i zdravlje radnika,

Prostorije namijenjene za obavljanje administrativnih poslova trebaju biti smještene u posebnim objektima.

#### 5.4.4.1 Smanjenje buke

Prilikom izvođenja radova utjecaj buke od radova na ljude koji se nalaze unutar ili u neposrednoj blizini ne smije ugroziti zdravlje.

Tijekom dnevnog razdoblja dopuštena ekvivalentna razina buke iznosi 65 dB(A). U razdoblju od 08.00 do 18.00 sati dopušta se prekoračenje ekvivalentne razine buke od dodatnih 5 dB(A) sukladno s člankom 17. Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN, broj 145/04) i drugim člancima ovog Pravilnika te ih se potrebno pridržavati. Svi strojevi i oprema moraju imati ateste u skladu s hrvatskim i međunarodnim normama i specifikacijama.

#### 5.4.4.2 Zaštita od požara

Osnovna mjera zaštite od požara je pravilno uskladištenje zapaljivog materijala, čišćenje i održavanje prostora, pravilno održavanje električnih instalacija i osposobljenost radnika za preventivno gašenje požara.

Sve radove i usluge treba obavljati uz primjenu odgovarajućih mjera zaštite od požara. Na radilištu se mora nalaziti odgovarajući broj S9 ili P9 aparata. Sva vozila i strojevi trebaju biti opremljena sa aparatom za početno gašenje požara.

Pušenje je zabranjeno u svim zatvorenim prostorijama, te na otvorenim prostorima osim na onim mjestima koja su označena i opremljena.

#### 5.4.4.3 Odstranjivanje štetnih otpadaka

Štetni otpaci koji se pojavljuju na gradilištu (ulja, maziva, goriva i dr.), moraju se odstraniti na mjesta uređena da se izbjegne zagađenja zemljišta, podzemnih voda i čovjekove okoline. Sva ta mjesta moraju biti ograđena i osigurana od pristupa neovlaštenih osoba.



#### 5.4.4.4 Prometnice

Pomoćni putovi za transport tereta i putovi za kretanje osoba trebaju biti projektirani i izvedeni tako da se što manje presijecaju i poklapaju.

#### 5.4.4.5 Radni prostor

Radni prostor je na otvorenom, pa stoga izvođač posebnu pažnju mora posvetiti uređenju gradilišta, što uključuje:

- osiguranje granica gradilišta prema okolini
- određivanje mjesta, prostora i načina razmještaja i uskladištenja građevnog materijala
- način obilježavanja, odnosno osiguranja, opasnih mjesta i ugroženih prostora na gradilištu
- način rada na mjestima gdje se pojavljuju štetni plinovi, prašina, para, odnosno gdje može nastati vatra i drugo
- određivanje vrste i smještaja građevinskih strojeva i postrojenja i odgovarajuća osiguranja s obzirom na lokaciju gradilišta.

#### 5.4.4.6 Pomoćne prostorije

Radovi se izvode na otvorenom i potrebno je osigurati pomoćne prostorije kao što su: garderoba, kupaonica, nužnici, prostorije za uzimanje obroka hrane, prostorije za povremeno zagrijavanje radnika i drugo.

Garderobe se moraju predvidjeti za siguran smještaj civilne i radne odjeće i obuće i dragih osobnih predmeta. Kupaonice moraju biti tako izvedene da imaju osiguranu toplu i hladnu vodu, da u hladnom vremenskom razdoblju budu grijane. Nužnici moraju biti tako smješteni da udaljenost do najudaljenijih mjesta rada ne bude veća od 200 m. Po jedan nužnik mora se predvidjeti na najviše 30 radnika. Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta

### 5.4.5 ODGOVORNOST ZA PROVEDBU TEHNIČKIH MJERA ZAŠTITE NA RADU ZA VRIJEME IZVEDBE OBJEKTA

U skladu s odredbama Pravilnik o osposobljavanju iz zaštite na radu i polaganju stručnog ispita (NN 112/2014) Investitor je obavezan imenovati koordinatora zaštite na radu tijekom građenja. Dužnosti koordinatora zaštite na radu tijekom građenja tijekom izvođenja radova propisane su odredbama Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18) i Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN br. 48/18). Oprema gradilišta, osiguranje pojedinih uređaja i strojeva na njemu te radnika, mora u cijelosti odgovarati HTZ propisima. Provedbu ovih zaštitnih mjera provodi glavni inženjer gradilišta, koordinador zaštite na radu te inspektor rada.

Projektant :

Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.



## 6 PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Svi troškovi predviđeni ovim projektom prikazani su u mapi *Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke, VPB-TGP-20-0003, Vodoprivredno-projekttni biro d.d.*

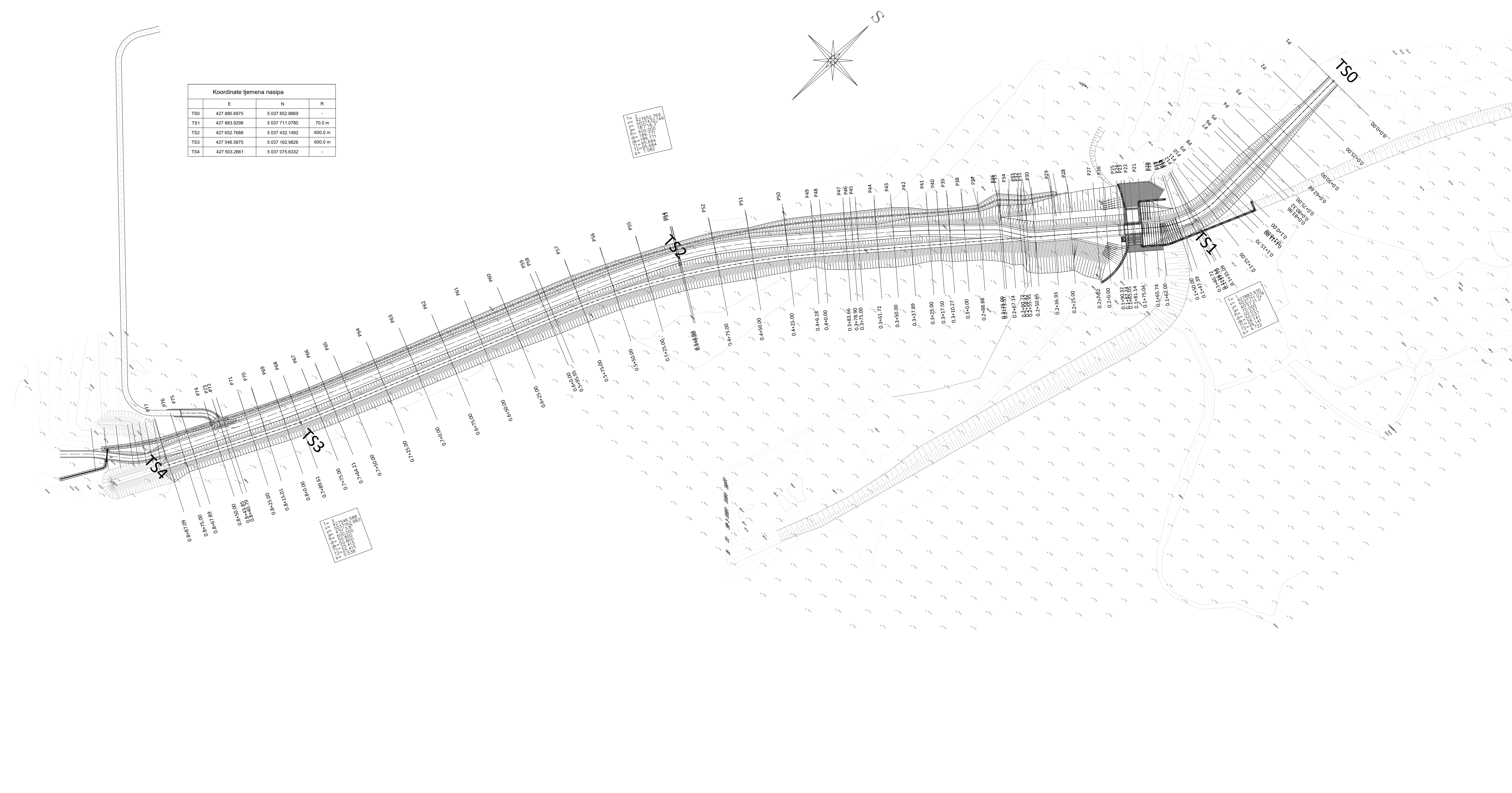
Projektant :

Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.



## 7 GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI

| Rb. priloga | Oznaka priloga | Naziv priloga                                       | Napomena uz prilog |
|-------------|----------------|---|--------------------|
| 01          | 1001           | Situacija iskolčenja Nasipa 4 na geodetskoj podlozi | MJ 1:1000          |
| 02          | 2001           | Uzdužni profil u osi nasipa N4                      | MJ<br>1:2000/100   |
| 03          | 3001           | Karakteristični poprečni profili nasipa N4          | MJ 1:200           |



| Koordinate tjemena nasipa |              |                |         |
|---------------------------|--------------|----------------|---------|
|                           | E            | N              | R       |
| TS0                       | 427 880.6975 | 5 037 852.8869 | -       |
| TS1                       | 427 883.9298 | 5 037 711.0780 | 70.0 m  |
| TS2                       | 427 652.7688 | 5 037 432.1492 | 600.0 m |
| TS3                       | 427 546.5875 | 5 037 162.9826 | 600.0 m |
| TS4                       | 427 503.2661 | 5 037 075.6332 | -       |

# SITUACIJA ISKOLČENJA NASIPA 4 NA GEODETSKOJ PODLOZI

MJ 1:1000

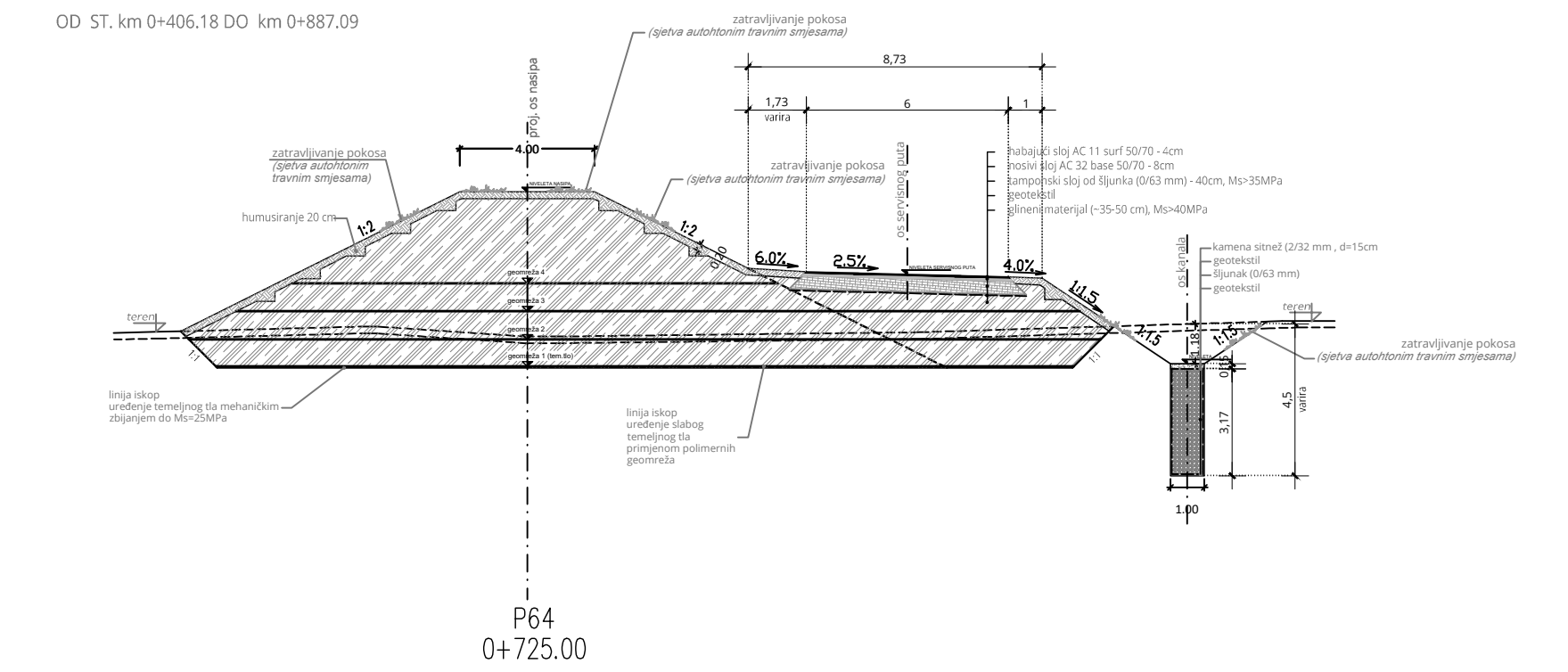
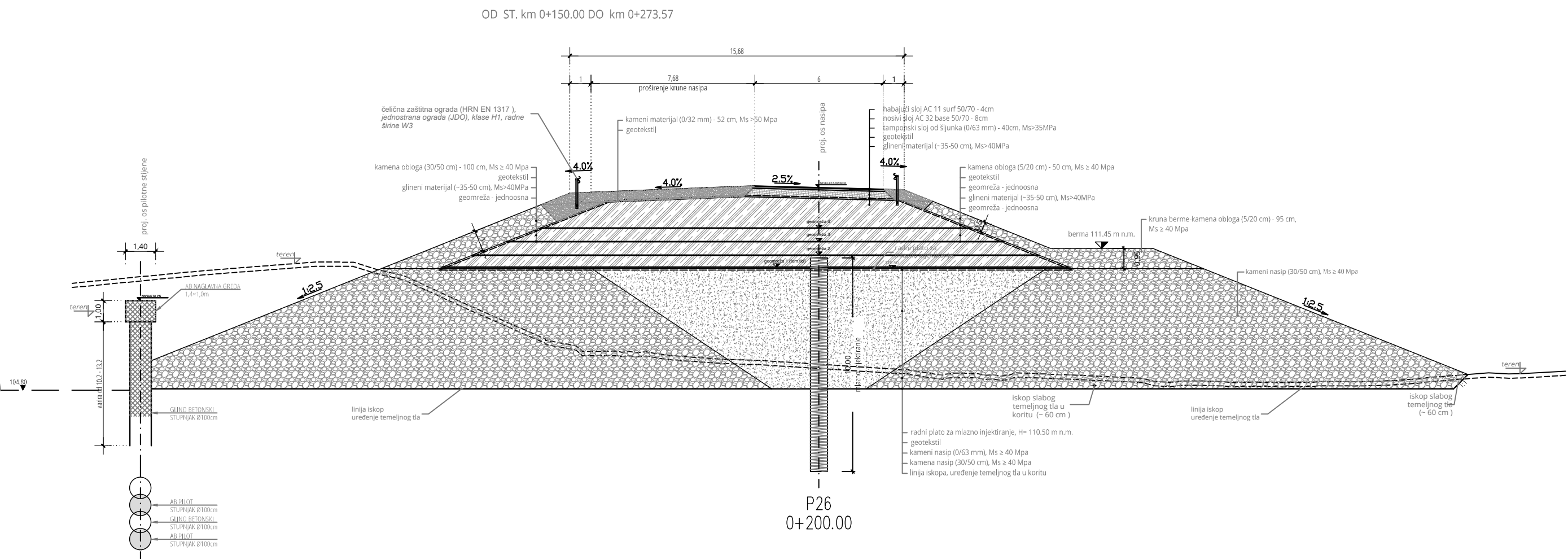
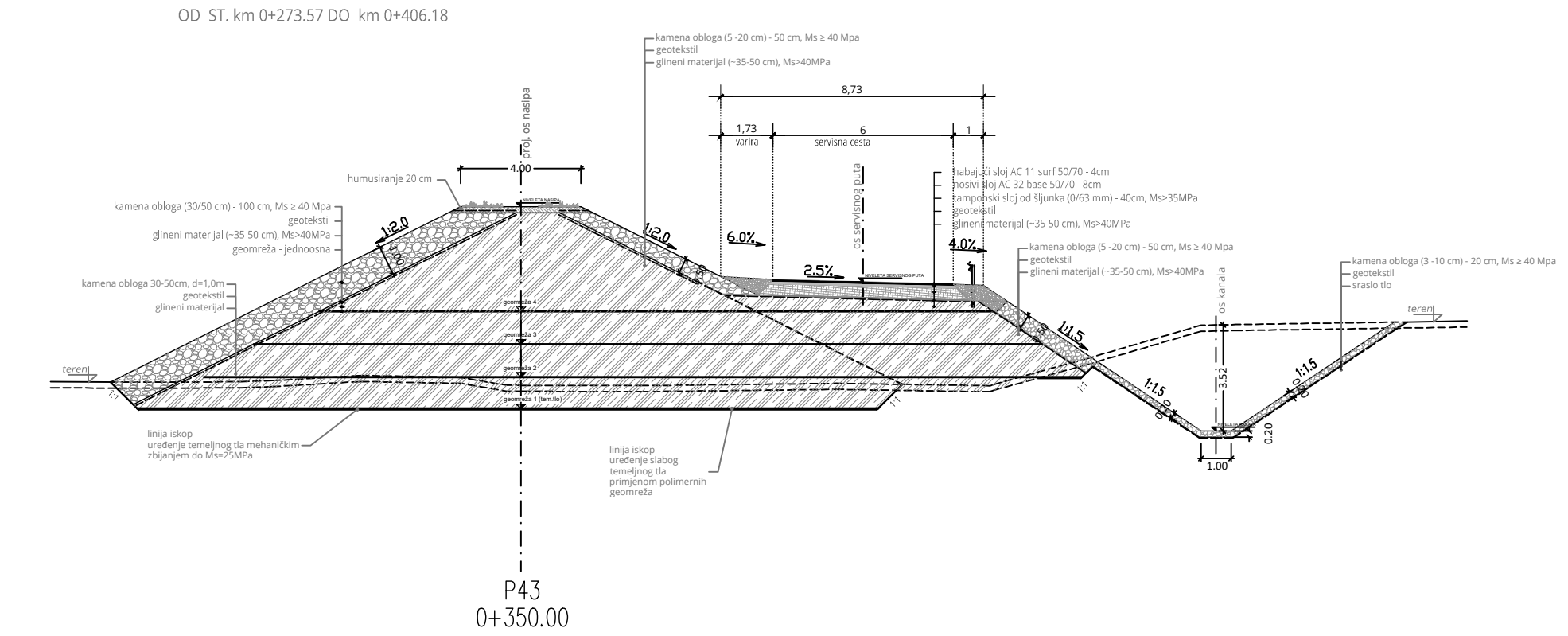
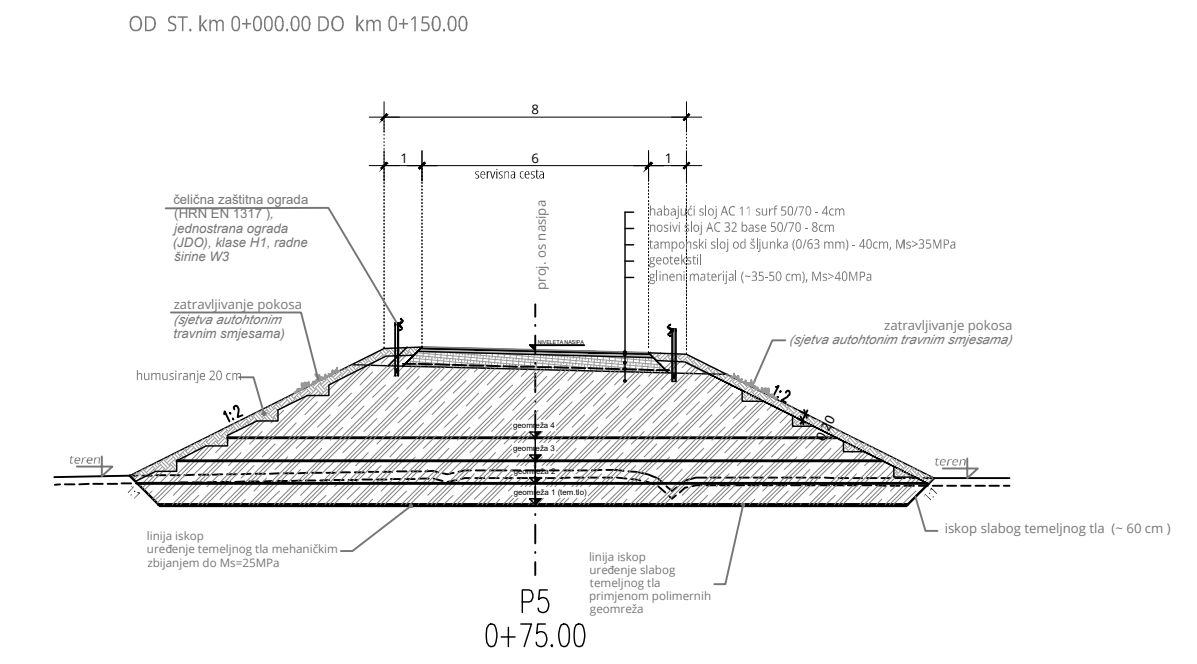
|  |  |   |
|--|--|---|
| BROJ REVIZIJE:   | DATUM:   | NAPOMENA REVIZIJE:                          |
|  <b>GEOKON</b><br>WWW.GEOKON.HR |  |   |
| INVESTITOR:  | HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220<br>OIB: 28921383001  |   |
| PROJEKTANSKI URED :  | Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnanska 16a<br>OIB: 61600467614   |   |
| GRAĐEVINA:   | Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i<br>prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na<br>području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta<br>preko prokopa |   |
| LOKACIJA:  | Karlovačka županija, Grad Karlovac<br>k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje  |   |
| NAZIV PROJEKTIRANOG<br>DIJELA GRAĐEVINE:   | Nasip N4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom<br>korita rijeke   |   |
| NAZIV MAPE:  | Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom<br>korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade   |   |
| RAZINA RAZRADE:  | Glavni projekt   | STRUKOVNA ODREDNICA:<br>Građevinski projekt |
| PROJEKTANT:  | Marko Kaić, mag. ing. aedif.<br>br. upisa G 4575   |   |
| SADRŽAJ PRILOGA:   | SITUACIJA ISKOLČENJA NASIPA 4 NA GEODETSKOJ PODLOZI  |   |
| ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):<br>GP-5986/23  | OZNAKA MAPE:<br>E-155-18-08  | OZNAKA MAPE:<br>E-155-18-08                 |
| REVIZIJA:<br>1   | OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.<br>E-155-18-08   | MJERILO:<br>1:1000                          |
| MJESTO I DATUM:<br>Zagreb, rujan 2024. – ispravak 1  | OZNAKA PRILOGA:<br>1001  | REDNI BR. PRILOGA:<br>01                    |





# KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROFILI NASIPA N4

MJ 1:200



|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
| BROJ REVIZIJE:  | DATUM:  | NAPOMENA REVIZIJE:       |
| <br><b>GEOKON</b><br>WWW.GEOKON.HR |   |                          |
| INVESTITOR:   | HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220<br>OIB: 28921383001   |                          |
| PROJEKTANTSKI URED :  | Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnska 16a<br>OIB: 61600467614  |                          |
| GRADEVINA:  | Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i<br>područja Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na<br>području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta<br>preko prokopa |                          |
| LOKACIJA:   | Karlovačka županija, Grad Karlovac<br>k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje   |                          |
| NAZIV PROJEKTIRANOG<br>DIJELA GRADEVINE:  | Nasip N4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom<br>korita rijeke  |                          |
| NAZIV MAPE:   | Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom<br>korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade  |                          |
| RAZINA RAZRADE:   | STRUKOVNA ODREDNICA:<br>Glavni projekt<br>Građevinski projekt   |                          |
| PROJEKTANT:   | Marko Kaić, mag. ing. aedif.<br>br. upisa G 4575  |                          |
| SADRŽAJ PRILOGA:  | KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROFILI NASIPA N4  |                          |
| ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):<br>GP-5986/23   | OZNAKA MAPE:<br>E-155-18-08   |                          |
| REVIZIJA:<br>1  | OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.<br>E-155-18-08  | MJERILO:<br>1:200        |
| MJESTO I DATUM:<br>Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1   | OZNAKA PRILOGA:<br>3001   | REDNI BR. PRILOGA:<br>03 |