

2.3. TEHNIČKI OPIS

Ovaj građevinski projekt – geotehnički dio na razini izvedbenog projekta obuhvaća radove na sanaciji predusjeka portala tunela Vrata (izlazni portal prema Rijeci) na autocesti A6 u km 52+350.

2.3.1. Opis radova

S obzirom da će se radovi izvoditi iznad ulaznog portala tunela „Vrata“ autoceste A6 te na pokosu lijevo od istog, izvedbi radova potrebno je pristupiti s povećanom pažnjom.

Kako bi se osigurala dostatna sigurnost stijenskog pokosa predviđeno je nekoliko tipova zaštite. Stijenski pokos podijeljen je u sedam razina (etaža) koje su međusobno odvojene bermama.

Prvu etažu čini pokos neposredno iznad cijevi tunela te stijenski pokos sa njihove lijeve strane. Na prvoj etaži predviđena je zaštita u vidu postavljanja mlaznog betona (po postojećem) debljine $d=10,0$ cm u dva sloja od 5,0 cm te dodatno osiguranje istog ugradnjom armaturne mreže Q 188.



Slika 14. Prikaz prve etaže zaštite stijenskog pokosa iznad ulaznog portala tunela „Vrata“

Na drugoj etaži lokacije nalazi se postojeća zaštita u vidu polipropilenske mreže i štapnih sidara te zaštitne mreže u kombinaciji sa štapnim sidrima. Postojeća zaštita se ne uklanja, a nova će se zaštita druge etaže izvesti na nezaštićenim područjima iste. Zaštita pokosa druge etaže predviđena je u vidu izvedbe štapnih sidara duljine $L=3,0$ m i $6,0$ m u kombinaciji s nosivom mrežom od visokovrijednog čelika TIP 2. Sidra se izvođe na pravilnom rasteru $H \times V=2,50 \times 2,75$ m. Na pojedinim mjestima predviđena je ugradnja nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 2 bez sidara. Zaštita je detaljnije prikazana u grafičkim prilogima projekta.



Slika 15. Prikaz druge etaže zaštite stijenskog pokosa iznad ulaznog portala tunela „Vrata“

Na trećoj etaži predmetnog stijenskog pokosa prisutne su postojeće zaštite u vidu barijera za zaštitu od odrona te polipropilenske i zaštitne mreže u kombinaciji sa sidrima. Uz postojeću zaštitu (koja ostaje na pokosu), predviđena je ugradnja dodatne zaštite u vidu nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 2 sa štapnim sidrima duljine $L=6,0$ m na pravilnom rasteru $H \times V=2,50 \times 2,50$ te nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 1.



Slika 16. Prikaz treće etaže zaštite stijenskog pokosa

Na četvrtoj etaži zadržava se postojeća zaštita od mlaznog betona i polipropilenske mreže sa sidrima. Predviđena je ugradnja nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 2 te polipropilenske mreže (iznad portala tunela), obje u kombinaciji sa štapnim sidrima duljine $L=3,0$ m na pravilnom rasteru $H \times V=2,50 \times 2,50$ m. Na većem dijelu pokosa predviđena je ugradnja zaštite u vidu nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 1 bez štapnih sidara. Na područjima na kojima se nalazi postojeća zaštita od mlaznog betona te na nezaštićenim područjima, predviđa se (po potrebi) ugradnja nosive mreže TIP 1 u kombinaciji sa štapnim sidrima duljine $L=3,0$ m.



Slika 17. Prikaz četvrte etaže zaštite stijenskog pokosa

Peta etaža obuhvaća samo stijenski pokos lijevo od portala tunela. Postojeća zaštita od mlaznog betona i polipropilenske mreže sa štapnim sidrima ostaje te se predviđa izvedba nove zaštite u vidu postavljanja nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 1 bez sidara. Na područjima na kojima se nalazi postojeća zaštita od mlaznog betona te na nezaštićenim područjima, predviđa se (po potrebi) ugradnja nosive mreže TIP 1 u kombinaciji sa štapnim sidrima duljine $L=3,0$ m.



Slika 18. Prikaz pete etaže zaštite stijenskog pokosa

Na šestoj etaži, iznad portala tunela predviđeno je postavljanje nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 2 bez sidara. Ostatak predmetne etaže po potrebi se štiti postavljanjem nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 1 u kombinaciji sa štapnim sidrima duljine $L=3,0$ m.



Slika 19. Prikaz šeste etaže zaštite stijenskog pokosa

Sedma etaža štiti se po potrebi postavljanjem nosive mreže od visokovrijednog čelika TIP 1 u kombinaciji sa štapnim sidrima duljine $L=3,0$ m.



Slika 20. Prikaz sedme etaže zaštite stijenskog pokosa

Sve mjere zaštite predmetnog stijenskog pokosa detaljnije su prikazane u grafičkim prilogima te opisane u nastavku.

2.3.2. Pripremni i završni radovi

Priprema gradilišta obuhvaća dopremu i instalaciju opreme i mehanizacije za izvedbu radova te po završenim radovima, raspremanje gradilišta, odvoz mehanizacije i opreme te dovođenje lokacije u prvobitno stanje. U sklopu pripreme gradilišta uzima se u obzir i trošak organizacije gradilišta, privremenih deponija iskopanog materijala (O.T.U. St. 2-14), ograđivanja gradilišta duž cijelog zahvata te svi ostali radovi potrebni za pripremu gradnje i za završno čišćenje te dovođenje lokacije u prvobitno stanje.

2.3.3. Demontaža, skidanje i uklanjanje postojeće postavljene površinske zaštite pokosa

Stavka obuhvaća demontažu, skidanje i uklanjanje postojeće zaštite tipa zaštitne mreže i slično, na visini, strojno i/ili ručno, u svrhu što bolje pripreme i/ili poravnanja površina pokosa i rubova pokosa za potrebe aplikacije zaštite pokosa. Sve treba provoditi uz dosljednu primjenu pravila zaštite na radu. Ovaj rad potrebno je obaviti vrlo pažljivo da se ne oštete pokosi, berme te rubovi pokosa. U sklopu stavke uključen je kompletan materijal i rad potreban za potpuno dovršenje stavke na visini, kao i odvoz materijala na trajnu deponiju.

2.3.4. Čišćenje pokosa

Čišćenje pokosa obuhvaća uklanjanje fragmentiranog kamenog materijala i labilnih blokova s pokosa te odronjenog materijala s berme i bankine. Stavka uključuje strojno i ručno čišćenje na visini te kavanje i ispuhivanje komprimiranim zrakom, privremeno deponiranje na gradilištu, utovar i odvoz uklonjenog materijala na trajnu deponiju te troškove deponiranja materijala.

2.3.5. Uklanjanje grmlja i šiblja

Stavka obuhvaća uklanjanje grmlja i šiblja do $\Phi 10$ cm s odsijecanjem grana na dužine pogodne za prijevoz, čišćenje i uklanjanje svog nepotrebnog materijala zaostalog nakon izvedenih radova, uključujući utovar i prijevoz na mjesto uporabe te troškove trajnog zbrinjavanja.

2.3.6. Uklanjanje drveća

Stavka obuhvaća uklanjanje drveća promjera $\Phi 10$ -30 cm. Uključeno je uklanjanje drveća na mjestu zahvata, utovar uklonjenog materijala u transportno sredstvo te odvoz materijala. Materijal se utovaruje i odvozi u najbližu odgovarajuću građevinu ili uređaj u odnosu na mjesto nastanka otpada, uzimajući u obzir gospodarsku učinkovitost i prihvatljivost za okoliš. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun izvode se u skladu s O.T.U. St. 1-03.1. Prije početka radova potrebno je iskolčiti zonu zahvata i zatražiti od pravne osobe koja upravlja šumama označavanje stabala za sječu.

2.3.7. Štapna sidra duljine 6,0 m

Štapna sidra od rebrastog čelika B500B za površinsku zaštitu postojećeg pokosa duljine $L=6,0$ m ugrađuju se na pravilnom rasteru prema projektnoj dokumentaciji.

Ugrađuju se štapna sidra promjera $\Phi 32,0$ mm, granice popuštanja min. $F_{y,k}=405,0$ kN. Nagib sidara u odnosu na horizontalu iznosi 20° .

Sidro se ugrađuje u skladu s propisanim tehničkim uvjetima, odnosno prema uputama proizvođača. Za sva sidra izvođač radova mora pribaviti atestnu dokumentaciju od ovlaštene institucije prije ugradnje sidara i dati na uvid nadzornom inženjeru.

Predviđena je ugradnja štapnih sidara s injektiranjem po cijeloj duljini sidara. Obavezno je potrebno osigurati ugradnju sidara centralno unutar bušotine pomoću distancera. Distanceri moraju biti ugrađeni na sidra prije početka bušenja i ugradnje sidara.

Posebnost ovih mjera ojačanja postojećeg pokosa zasjeka predviđenih projektom je izvedba sidrenog sustava površinske zaštite pokosa s posebnim naglaskom na bušenje i ugradnju štapnih sidara na određenim visinama. Izvođač radova mora obavezno imati opremu specijaliziranu za izvođenje sidrenog sustava na visini.

2.3.8. Štapna sidra duljine 3,0 m

Štapna sidra od rebrastog čelika B500B za površinsku zaštitu postojećeg pokosa duljine $L=3,0$ m ugrađuju se na pravilnom rasteru prema projektnoj dokumentaciji.

Ugrađuju se štapna sidra promjera $\Phi 32,0$ mm, granice popuštanja min. $F_{y,k}=405,0$ kN. Nagib sidara u odnosu na horizontalu iznosi 20° .

Sidro se ugrađuje u skladu s propisanim tehničkim uvjetima, odnosno prema uputama proizvođača. Za sva sidra izvođač radova mora pribaviti atestnu dokumentaciju od ovlaštene institucije prije ugradnje sidara i dati na uvid nadzornom inženjeru.

Predviđena je ugradnja štapnih sidara s injektiranjem po cijeloj duljini sidara. Obavezno je potrebno osigurati ugradnju sidara centralno unutar bušotine pomoću distancera. Distanceri moraju biti ugrađeni na sidra prije početka bušenja i ugradnje sidara.

Posebnost ovih mjera ojačanja postojećeg pokosa zasjeka predviđenih projektom je izvedba sidrenog sustava površinske zaštite pokosa s posebnim naglaskom na bušenje i ugradnju štapnih sidara na određenim visinama. Izvođač radova mora obavezno imati opremu specijaliziranu za izvođenje sidrenog sustava na visini.

2.3.9. Nosiva mreža od visokovrijednog čelika TIP 1

Stavka obuhvaća nabavu, dopremu i ugradnju nosivih mreža za zaštitu pokosa s pripadajućim vršnim sidrima i pločama romboidnog oblika prilagođenog tipu nosive mreže.

Predviđena je mreža od spiralno pletene užadi od visokovrijednog čelika, debljine žice 2,70 mm, nominalne vlačne čvrstoće žice od 900,0 MPa, otvora cca 90,0x135,0 mm, minimalne vlačne čvrstoće mreže od 60,0 kN/m u glavnom smjeru te minimalne čvrstoće na probijanje od 100,0 kN.

Svi elementi sistema su trajno zaštićeni od korozije antikorozivnom zaštitom 95% Zn – 5% Al, premazom >245,0 g/m², minimalne izdržljivosti od 3000 sati po „Testu slanoće“.

Mreža se na vrhu pokosa učvršćuje sidrima od RA promjera 32,0 mm, L=3,0 m. Paneli mreže se međusobno povezuju čeličnim spojnicama koje predviđa proizvođač sustava ili čeličnim užetom min. debljine 6,0 mm. Stavka se izvodi prema ETA 16/0328.

2.3.10. Nosiva mreža od visokovrijednog čelika TIP 2

Stavka obuhvaća nabavu, dopremu i ugradnju nosivih mreža za zaštitu pokosa s pripadajućim vršnim sidrima i pločama romboidnog oblika prilagođenog tipu nosive mreže.

Predviđena je mreža od spiralno pletene užadi od visokovrijednog čelika, debljine žice 4,50 mm, nominalne vlačne čvrstoće žice od 900,0 MPa, otvora cca 90,0x135,0 mm, minimalne vlačne čvrstoće mreže od 205,0 kN/m u glavnom smjeru te minimalne čvrstoće na probijanje od >278,0 kN.

Svi elementi sistema su trajno zaštićeni od korozije antikorozivnom zaštitom 95% Zn – 5% Al, premazom >300,0 g/m², minimalne izdržljivosti od 3000 sati po „Testu slanoće“.

Mreža se na vrhu pokosa učvršćuje sidrima od RA promjera 32,0 mm, L=3,0 m. Paneli mreže se međusobno povezuju čeličnim spojnicama koje predviđa proizvođač sustava ili čeličnim užetom min. debljine 6,0 mm. Stavka se izvodi prema ETA 16/0328.

2.3.11. Ojačana mreža za kontrolu erozije i štapna sidra duljine L=3,0 m

Na dijelu četvrte etaže iznad portala tunela „Vrata“ predviđa se postavljanje zaštitne mreže za kontrolu erozije (geokompozit) te štapnih sidara duljine L=3,0 m koja se ugrađuju na pravilnom rasteru HxV=2,50 x 2,50 m.

Ojačana mreža za kontrolu erozije

Mreža za kontrolu erozije je geokompozit od polimerne trodimenzionalne matrice (ojačana 3D vlaknasta struktura) navučene na dvostrukouvijenu heksagonalnu čeličnu zaštitnu mrežu. Mreža za kontrolu erozije se postavlja u širini od 1,50 m iznad vrha kosine.

Zahtijevana tehnička svojstva geokompozita:

- | | |
|------------------------------|--|
| - Polimer: | polipropilen |
| - Masa po jedinici površine: | 550,0 g/m ² (HRN EN ISO 9864) |
| - Gustoća: | 900,0 kg/m ³ |

Zahtijevana tehnička svojstva zaštitne mreže:

- | | |
|---------------------------------|---|
| - Oblik mreže: | heksagonalni |
| - Veličina oka: | X x Y = 8,0 x 10,0 cm |
| - Minimalna debljina žice: | d = 2,70 mm |
| - Vlačna čvrstoća žice: | 350 – 550 N/mm ² |
| - Sastav antikorozivne zaštite: | 95% Zn, 5% Al |
| - Antikorozivna zaštita mreže: | pocinčavanje-klasa A prema HRN EN 10244-2
(min. 245 g/m ²) |

Vrh zaštitne mreže se prihvća za rubno čelično uže.

Zahtijevana tehnička svojstva rubne čelične užadi:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| - Konstrukcija užadi: | 6 x 37 (vlaknasta+čelična jezgra) |
| - Minimalni promjer: | φ _{min} = 12,0 mm |
| - Minimalna vlačna čvrstoća čelika: | f _{p,k} =1770,0 N/mm ² |
| - Antikorozivna zaštita: | pocinčavanje-klasa A prema HRN EN 10244-2 |

Mreža za kontrolu erozije dodatno se učvršćuje na pokos „U“ profilima na međurazmacima sidara – sustav zaštite pokosa „čavlanim tlom“.

Štapna sidra

Za osiguravanje globalne stabilnosti stijenskog pokosa na pozicijama ugradnje mreže za kontrolu erozije predviđena je ugradnja štapnih sidara minimalnog promjera 32,0 mm te duljine L=3,0 m. Sidra se ugrađuju na pravilnom rasteru HxV = 2,50x2,50 m.

Sidro se ugrađuje u skladu s propisanim tehničkim uvjetima, odnosno prema uputama proizvođača. Za sva sidra izvođač radova mora pribaviti atestnu dokumentaciju od ovlaštene institucije prije ugradnje sidara i dati na uvid nadzornom inženjeru.

Predviđena je ugradnja štapnih sidara s injektiranjem po cijeloj duljini sidara. Obavezno je potrebno osigurati ugradnju sidara centralno unutar bušotine pomoću distancera. Distanceri moraju biti ugrađeni na sidra prije početka bušenja i ugradnje sidara.

Posebnost ovih mjera ojačanja postojećeg pokosa zasjeka predviđenih projektom je izvedba sidrenog sustava površinske zaštite pokosa s posebnim naglaskom na bušenje i ugradnju štapnih sidara na određenim visinama. Izvođač radova mora obavezno imati opremu specijaliziranu za izvođenje sidrenog sustava na visini.

2.3.12. Zaštita lica pokosa mlaznim betonom i armaturnom mrežom

Zaštita pokosa mlaznim betonom izvodi se samo na postojećim površinama mlaznog betona.

Stavka obuhvaća izradu i nanošenje mlaznog betona debljine $d=10,0$ cm u dva sloja po 5,0 cm, razreda tlačne čvrstoće C 25/30 i minimalnog odskoka, dobavu i postavljanje armaturne mreže Q 188 te pričvršćenje mreže na podlogu. Minimalni preklop mreže iznosi 45,0 cm u oba smjera. Slojevi mlaznog betona nanose se odvojeno u različitim vremenskim intervalima.

2.4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

2.4.1. Općenito

Zakon o gradnji obavezuje proizvođače, dobavljače, projektanta, nadzornog inženjera i izvođača na kontrolu i osiguranje kakvoće materijala, radova i građevine.

Da bi izvedeni radovi bili kvalitetni i trajni potrebno je pridržavati se pri izvedbi i građenju odgovarajućih Zakona, pravilnika, propisa i standarda za pojedine radove, kao i ovdje posebno definiranih tehničkih uvjeta.

Dati tehnički uvjeti izvedbe, program kontrole i osiguranja kvalitete u skladu su sa:

- Uobičajenim principima projektiranja i izvođenja radova u niskogradnji
- Odredbama Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23)
- Odredbama Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Važećim normativima u Republici Hrvatskoj koji se odnose na ovu problematiku

Tehnički uvjeti mogu se nadopuniti ili izmijeniti u tijeku samih radova, ali samo u okvirima predviđenim ovim projektom te usuglasiti s investitorom, projektantom i nadzornim inženjerom. Takve dopune obavezuju izvođača radova te ako znače promjenu uvjeta definiranih ugovorom, neophodne su dopune ugovora.

Prije ugradnje bilo kojeg proizvoda izvođač radova je dužan predati na uvid nadzornom inženjeru potrebnu dokumentaciju (isprave sukladnosti, dokaze uporabivosti, potrebne ateste itd.) kojom se dokazuju tehnička svojstva proizvoda tražena ovom projektnom dokumentacijom i kojom se dokazuje uporabivost proizvoda. Izvođač radova je odgovoran za proizvode koje ugrađuje. Za ugradnju proizvoda koji odstupaju od uvjeta ovog projekta nužno je prethodno odobrenje projektanta.

Svi sudionici u građenju, a to su investitor, projektant, izvođač radova, nadzorni inženjer i revident su dužni pridržavati se odredbi navedenih zakona.

Investitor je dužan:

- Povjeriti projektiranje, nadzor i građenje osobama registriranim za obavljanje tih djelatnosti
- Osigurati stručni nadzor nad građenjem
- Osigurati projektantski nadzor nad građenjem u slučaju potrebe

Izvoditelj radova je po zakonu dužan:

- Tako izvoditi radove da se zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u slučaju požara, zaštite od ugrožavanja zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije te svih ostalih funkcionalnih i zaštitnih svojstava
- Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatom proizvođača što dokazuje da je kvaliteta određenog proizvoda u skladu s važećim propisima i normama
- Osiguravati dokaze o kvaliteti radova te ugrađenih proizvoda i opreme u skladu s projektom i zakonom

U cilju osiguranja ispravnog toka i kvalitete građenja izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju te prema njoj obavljati potrebne radnje kako slijedi:

- Voditi građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
- Akt o imenovanju glavnog inženjera gradilišta, inženjera gradilišta, odnosno voditelja radova
- Akt o imenovanju nadzornog inženjera, odnosno glavnoga nadzornog inženjera
- Rješenje o uvjetima građenja, potvrdu glavnog projekta, odnosno građevinsku dozvolu s idejnim odnosno glavnim projektom
- Izvedbene projekte s mišljenjem projektanta glavnog projekta i ovjerene od revidenta koji je to u izvješću o obavljenoj kontroli glavnog projekta zatražio, za do tada izveden dio građevine i građevinske i druge radove koji su u tijeku sa svim izmjenama i dopunama
- Izvješća revidenata o obavljenoj kontroli izvedbenog projekta ako je to propisano
- Dokaze o sukladnosti za ugrađene građevne proizvode, dokaze o sukladnosti prema posebnom zakonu za ugrađenu opremu, isprave o sukladnosti određenog dijela građevine bitnim zahtjevima prema posebnom zakonu i dokaze kvalitete za koje je Zakonom o prostornom uređenju i Zakonu o gradnji, posebnim propisom ili projektom određena obveza prikupljanja tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova kao i obveza provedbe kontrolnih postupaka za do tada izveden dio građevine i građevinske i druge radove koji su u tijeku
- Izraditi elaborat organizacije gradilišta s primijenjenim mjerama zaštite na radu i zaštite od požara
- Izraditi elaborat montaže konstruktivnih skela i vođenje knjiga montaže
- Izvršiti osiguranje iskolčenja građevina
- Načiniti dokumentaciju o kvaliteti o kvaliteti radova i ugrađenim materijalima i opremi
- Nabaviti odgovarajuće ateste i uvjerenja za svu ugrađenu opremu
- Prikupiti jamstvene listove
- Priložiti rezultate ispitivanja kvalitete - odgovarajuće ateste i uvjerenja
- Podnijeti izvještaje o ostalim eventualnim radovima i opremi (vareni spojevi, izolacije i sl.)
- Izraditi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra instalacija
- Provesti sva ostala ispitivanja i radnje što nisu navedene, a potrebne su radi osiguranja kvalitete radova te ugrađenog materijala i opreme

Pri izvedbi radova nužno je osigurati kontrolu kvalitete izvođenja radova. Kontrolu kvalitete radova može provoditi za to registrirano poduzeće ili ustanova. Programom su navedena kontrolna ispitivanja materijala i radova koja osigurava naručitelj radova odnosno Investitor.

Tekuća tehnološka ispitivanja dužan je provoditi izvođač o svom trošku, a u skladu s važećim Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama (IGH, Zagreb, 2001.) te s važećim hrvatskim normama i propisima u građevinarstvu. Dokaze kvalitete (ateste) dužan je predložiti Investitoru.

Svi rezultati ispitivanja, izvješća i ocjene pogodnosti materijala i radova moraju biti redovito dokumentirani na gradilištu i dostavljeni na uvid nadzornom inženjeru.

2.4.2. Tehničko tehnološki elaborat izvođenja radova

Izvođač radova treba izraditi tehničko tehnološki elaborat izvođenja radova u svemu prema zahtjevima iz propisa i tehničkih uvjeta.

Elaborat treba sadržavati plan izvođenja i plan organizacije gradilišta. Plan izvođenja radova treba sadržavati organizaciju i opremu gradilišta, popis mehanizacije, tehničke karakteristike opreme, redoslijed izvođenja radova te detaljnu razradu tehnologije izvedbe svake stavke. Posebnu pažnju potrebno je obratiti zaštiti na radu.

Tehničko tehnološki elaborat izvođenja radova daje se na odobrenje Nadzornom inženjeru koji može tražiti njegovu izmjenu uz odgovarajuće obrazloženje. Bez usvojenog elaborata izvođač radova ne smije započeti s radovima. Potrebno je voditi računa o osposobljenosti radnika za obavljanje radova.

Izvođač radova je dužan prije početka radova odrediti odgovornu osobu za izvođenje radova. Da bi se upoznali uvjeti na terenu, izvođač radova treba obići lokaciju.

2.4.3. Dinamika i faze izvođenja radova

Izvođenje predmetnih radova zahtjeva dobru pripremu i organizaciju na pojedinim vrstama radova te koordinaciju svih sudionika u realizaciji.

Gore nabrojane okolnosti zahtijevaju:

- Dobru pripremu i organizaciju radova
- Visokokvalificiranog izvođača radova
- Kvalitetan i kontinuirani nadzor
- Kvalitetno razrađenu dinamiku radova
- Dobro usklađene faze radova

Dinamiku i faze izvođenja radova obavezan je razraditi izvođač. Pri izradi dinamičkog plana potrebno je voditi računa o izvedbi pristupa lokaciji i ostaloj opremi za izvođenje radova.

Tehničko tehnološki elaborat izvođenja radova te potrebni dinamički plan izraditi će izvođač i dati na suglasnost nadzornom inženjeru. Ukoliko se investitor ne slaže s predloženim rokom, izvoditelj je dužan korigirati vremenski plan izvođenja uz pojačani angažman kapaciteta kojim će moći zadovoljiti traženi rok. Prilikom izrade dinamičkog plana moraju se uzeti u obzir i nepovoljni vremenski uvjeti.

Ukoliko iz bilo kojih razloga dođe do dužeg prekida radova potrebno je projektirati i obaviti konzerviranje radova u stabilnim uvjetima padine.

Svaka faza radova mora biti pregledana od strane nadzornog inženjera, upisom u građevinski dnevnik odobrena prije prelaska na drugu fazu.

2.4.4. Iskolčenje i označavanje pozicija

Geodetsko iskolčenje radova izvodi se prema mjerama, kotama i profilima iz projekta - grafičkim prilogima. Osiguranje iskolčenja potrebno je izvesti na način da ukoliko dođe do oštećenja - gubitka pojedinih elemenata, da je moguća brza rekonstrukcija iskolčenja. Nužno je provoditi i kontrolu iskolčenja za vrijeme građenja kao i predaju geodetskih točaka po završetku radova. Iskolčenje je obaveza izvođača. Usklađenost iskolčenja s projektom kontrolira nadzorni inženjer. Zahtijeva se postizanje točnosti iskolčenja $\pm 2,0$ cm.

Za vrijeme građenja izvođač mora stalno kontrolirati preciznost izvođenja radova. Po izvedbi radova, izvođač je dužan načiniti snimku stvarno izvedenog stanja i predati je investitoru. Usklađenost iskolčenja s projektom kontrolira nadzorni inženjer.

2.4.5. Pripremni radovi

Pripremni radovi obuhvaćaju pripremu gradilišta, dopremu i instalaciju opreme potrebne za izvođenje radova. Po izvršenim radovima potrebno je raspoređiti gradilište, odvesti opremu i dovesti lokaciju u prijašnje stanje. Gradilište je potrebno dovesti u stanje prije početka radova.

Pripremni radovi obuhvaćaju:

- Osiguranje svih prilaznih puteva i granica gradilišta tj. susjednih parcela ili objekata na način da se niti jednom aktivnošću ne ugrozi život ili prouzroči materijalna šteta na navedenim susjednim entitetima
- Formiranje i ograđivanje površina za odlaganje materijala, opreme i strojeva te osiguranje manipulativnih površina
- Čišćenje i uređenje terena

Prije početka radova, izvoditelj je dužan osigurati objekt kod osiguravajućeg društva i prijaviti ga nadležnom tijelu te o tome dati investitoru pismeni dokaz. Svi elementi organizacije gradilišta i tehničke zaštite trebaju biti ukalkulirani u jediničnu cijenu pojedinih radova.

2.4.6. Nosiva mreža

Zaštita pokosa primjenom nosivih mreža je uobičajena sistematska zaštita pokosa u stijeni, koja sprječava padanje nestabilnih stijenskih blokova.

Nosive mreže postavljaju se na površine stijenskog pokosa (determinirane projektnom dokumentacijom), učvršćivanjem istih na vrhu pokosa sidrima od rebraste armature.

Svi elementi zaštite moraju biti antikorozivno zaštićeni u Klasi A zaštite prema EN 10244-2:2009 („*Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire – Part 2: Zinc or zinc alloy coatings*“).

Karakteristike nosive mreže TIP 1 i TIP 2:

- | | |
|---|---------------------------------------|
| - Debljina žice: | 2,70 mm (TIP 1); 4,50 mm (TIP 2) |
| - Nominalna vlačna čvrstoća žice: | 900,0 MPa |
| - Otvor: | 90,0 x 135,0 mm |
| - Minimalna vlačna čvrstoća mreže u glavnom smjeru: | 60,0 kN/m (TIP 1); 205,0 kN/m (TIP 2) |
| - Čvrstoća na probijanje: | 100,0 kN (TIP 1); >278,0 kN (TIP 2) |

Pozicije ovog tipa zaštite određene su projektnom dokumentacijom. Mreža se učvršćuje prema tehničkim uvjetima instalacije danim od proizvođača mreže i/ili prema uvjetima definiranim u OTU 2.15.9.

Prije izvedbe potrebno je provesti ispitivanja traženih karakteristika mreža, a tijekom izvedbe u potpunosti poštivati ovdje dane tehničke uvjete, s posebnim naglaskom na potrebu dobrog nalijeganja mreža na površine pokosa i nategnutost mreža.

2.4.7. Sidra

Sidra se izvide u skladu s propisanim tehničkim uvjetima odnosno prema uputstvima proizvođača za pojedini tip sidra. Projektirana sidra mogu se zamijeniti i drugim tipovima sidra odgovarajuće dužine i nosivosti uz prethodnu suglasnost projektanta. Za sva sidra izvođač radova dužan je dostaviti potvrde sukladnosti.

Svakom građevinskom proizvodu mora se dokazati njegova uporabljivost. Ovisno o načinu isporuke proizvođač, trgovac ili uvoznik kvalitetu proizvoda jamči Izjavom o sukladnosti. Ova se izjava izdaje temeljem Izvještaja o ispitivanju proizvoda provedenog u ovlaštenoj instituciji.

Potrebno je voditi dnevnik bušenja svih sidara na ispunjenom formularu koji je prethodno potrebno dostaviti Projektantu na uvid i odobrenje.

Raspored sidara

Sidra se izvide prema grafičkim priložima, a po potrebi se raspored može prilagoditi stanju na terenu, a sve prema uputstvima projektanta.

Konstrukcija štapnog sidra

Štapna sidra moraju biti izrađena od čelika B 500B ili čelika s granicom velikih izduženja $f_{yk} \geq 500,0$ N/mm². Glavu sidra čini metrički navoj narezan ili valjan na sidrenoj šipki, te podložna pločica i navrtka. Štapna sidra se ugrađuju u prethodno izvedenu bušotinu. Pri ugradnji štapnih sidara u bušotinu potrebno je ugrađivati i distancere zbog centriranja sidra u bušotini.

Sidra od čeličnog užeta moraju biti izrađena od visokovrijednog čelika čvrstoće $f_{tk} \geq 1770$ N/mm². Sidra se koriste za sidrenje čelične užadi barijere, a proizvode se kao spiralna čelična užad s fleksibilnom glavom. Fleksibilna glava omogućuje da sila ne djeluje direktno na smjer izvlačenje i da ne dođe do sloma uslijed naglog djelovanja sile.

Gotova sidra moraju se transportirati i skladištiti tako da se mehanički ne oštećuju, ne prljaju i da ne korodiraju.

Tehnologija ugradnje sidara

Prilikom izvođenja sidara mora se osigurati da sidro bude injektirano po cijeloj dužini. Injektiranje se kod sidara vrši kroz plastičnu cijevčicu pričvršćenu uz tijelo sidra. Injektiranje se izvodi pod pritiskom, a završava se kad injekcijska smjesa počne izlaziti na početku sidra. Tehnologiju ugradnje sidra dužan je razraditi izvođač radova u sklopu tehničko tehnološkog elaborata. Izvođač radova može predložiti i drugi način izvedbe sidara, ovisno o raspoloživoj vlastitoj tehnologiji. Detaljno opisanu alternativnu tehnologiju izvedbe sidara mora prihvatiti projektant.

Injekcijska smjesa

Injekcijske smjese izrađuju se na bazi cementa, vode, a po potrebi uz upotrebu fluidifikatora (smanjuje vodocementni faktor, povećava rane čvrstoće, poboljšava obradivost i sprječava sedimentaciju) i uz dodatak sredstava koji izazivaju ekspanziju injekcijske smjese tijekom stvrdnjavanja. Receptura injekcijske smjese odredit će se na osnovu prethodnih ispitivanja injekcijske smjese od ovlaštene institucije. Prethodna i kontrolna ispitivanja injekcijske smjese te izradu svih izvještaja naručuje izvođač radova.

Pri injektiranju bušotina postoje tri glavna čimbenika koji imaju neposredan utjecaj na kvalitetu izvedbe:

- receptura smjese za injektiranje
- veličina i način primjene injekcijskog tlaka
- brzina i vrijeme ubrizgavanja injekcijske smjese

Sukcesivno s izvedbom radova, izvođač sastavlja radni izvještaj o injektiranju kako slijedi:

- općeniti podaci: situacija i oznake bušotine na kojima je izvedeno injektiranje
- podaci za pojedinu bušotinu: utrošak injekcijske smjese (težina suhe tvari), završni injekcijski tlak, vrijeme početka i završetka injektiranja

Predviđa se ugraditi injekcijsku smjesu razreda tlačne čvrstoće 25/30.

Spravljanje smjese treba vršiti pomoću posebne mješalice - injektora, koji omogućava izradu tiksotropne cementne suspenzije - injekcijske smjese te kontrolu pritiska injektiranja. Injekcijska smjesa se miješa prisilno - mehanički. Obzirom da se pri izradi smjese miješa više komponenti, nužno je držati se određenog redoslijeda doziranja i miješanja.

Miješanje se vrši mehanički da se dobije homogen i postojan mort za injektiranje sa svojstvima plastičnosti danim u točki 6. norme HRN EN 447.

Treba dozirati dovoljnu količinu sastojaka da se osigura cjelokupno injektiranje sidra uz dovoljno istjecanja. Mort se treba miješati u mješalici sposobnoj proizvesti homogen mort i, poslije zamješavanja, održavati kontinuirano sporo miješanje, do pumpanja morta u bušotinu. Voda se dodaje u mješalicu prva, zatim slijede cement i dodaci. Dozirane količine cementa i dodataka mogu se dodati odjednom ili postupno do ukupne količine.

Potrebno je tijekom rada kontrolirati svojstva injekcijske smjese uzimanjem uzoraka na mješalici i na izlazu iz injektora. Ove uzorke se čuva na gradilištu te se ispituje tlačna čvrstoća. Ukoliko je razlika u čvrstoći uzoraka uzetih iz mješalice i na izlazu injektora veća od 15%, to ukazuje na gubitak vode u transportu odnosno da smjesa nema dovoljnu sposobnost zadržavanja vode, što treba odmah korigirati. Sav materijal treba biti pravilno uskladišten. Konzistencija gotove smjese treba odgovarati tehnologiji injektiranja. Kod određivanja potrebne količine vode i konzistencije svježje smjese treba voditi računa o načinu ugrađivanja.

Svi sastojci se doziraju maseno osim vode koja se može dozirati maseno ili volumno. Točnost doziranja treba biti: $\pm 2\%$ za cement i dodatke, $\pm 1\%$ za vodu, od količina koje su određene.

Kontrola kvalitete injekcijske smjese

Laboratorijska ispitivanja injekcijskih smjesa provode se prema normama HRN EN 445 i HRN EN 447 te 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
- volumne deformacije
- tlačnu čvrstoću nakon 7,14 i 28 dana

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju ispitivanje kvalitete smjese za injektiranje, a obuhvaćaju sva navedena ispitivanja. Odnos između čvrstoća uzoraka od 3, 7 i 28 dana mora se prethodno odrediti u laboratoriju za predviđenu recepturu injekcijske smjese. Navedenim ispitivanjima treba utvrditi promjenu volumena injekcijske smjese tijekom očvršćavanja te da nakon 28 dana postiže srednju čvrstoću C25/30.

Protočnost

Protočnost morta za injektiranje za vrijeme injektiranja treba biti dovoljno visoka da se može uspješno pumpati i dovoljno niska da se istisne zrak ili voda. Prema normi HRN EN 445 se ispituje metodom uranjanja ili lijevkom (Marsh-ov lijevak).

Izdvajanje vode

Izdvajanje vode (bleeding) morta za injektiranje treba biti dovoljno nizak da se spriječi pretjerana segregacija i slijeganje sastojaka morta. Kod ispitivanja jednom od metoda danih u točki 3.4 norme HRN EN 445 izdvajanje vode treba biti manje od 2 % početnog volumena morta za injektiranje nakon 3 h. Ispitivanje se sastoji od mjerenja količine vode preostale na površini morta za injektiranje koji je bio zaštićen od isparavanja.

Volumne deformacije

Volumne deformacije koje se odrede mogu biti smanjenje ili povećanje volumena. Kod ispitivanja prema metodama danim u točkama 3.4.2 ili 3.4.3 norme HRN EN 445 volumne deformacije morta za injektiranje trebaju biti unutar -1% i $+5\%$. Za mortove s dodacima za bubrenje ne smije biti smanjivanja volumena. Ispitivanjem se mjeri uglavnom promjena obujma uzrokovana segregacijom ili bujanjem.

Tlačna čvrstoća nakon 7,14 i 28 dana

Tlačna čvrstoća morta za injektiranje može se odrediti na uzorcima oblika i dimenzija danih u tablici 2 norme HRN EN 447 koristeći odgovarajući postupak dan u tablici. U oba slučaja tlačna čvrstoća treba biti ne manja od 30 MPa za starost 28 dana, ili 27 MPa za starost 7 dana ako je osnova za proračun vjerojatne 28-dnevne iz 7-dnevne čvrstoće.

2.4.8. Mlazni beton

Općenito

Pod mlaznim betonom treba razumijevati beton koji se ugrađuje u struji zraka pod tlakom kroz posebne mlaznice i velikom brzinom i energijom nanosi na podlogu, pri čemu se i kompaktira i prijanja uz podlogu.

U suhom postupku nanošenja dodaju se smjesi cementa i agregata na mlaznici voda (također pod tlakom), a u mokrom se na mlaznicu dovodi gotova smjesa konzistencije 3,0 do 5,0 cm po mjeri slijeganja. Izvođač radova odabire tehnologiju nanošenja mlaznog betona.

Za izradu smjese mlaznog betona treba rabiti iste sastavne materijale kao i za ostale betone iste uvjetovane kakvoće. Mlazni beton treba projektom konstrukcije uvjetovati prema HRN EN 206 kao projektirani (uvjetovan svojstvima prema poglavlju 4. i točkama 5.3 do 5.5) ili kao zadani beton (uvjetovan sastavom). Prvi način se uobičajeno primjenjuje za mokri postupak nanošenja, a drugi za suhi.

Omjer masa cementa i agregata u suhom postotku treba ovisno o uvjetovanoj čvrstoći biti u granicama od 1:6 (za C 25/30). Omjer se nakon ugradnje zbog odskoka pretežno krupnijih zrna reducira na 1:4 do 1:1,2. Zbog toga maksimalno zrno agregata iznad 16 mm treba izbjegavati.

Proizvodnja smjese mora u svemu zadovoljavati uvjete iz poglavlja 7-00.1 i 7-00.2 Općih tehničkih uvjeta za radove na cestama, 2001, s time da se kontrola i potvrđivanje sukladnosti proizvodnje smjese za mokri postupak provodi kao i za obični betona, a za suhi postupak na izvedenom mlaznom betonu prema danim uvjetima u OTU.

Uobičajeni se v/c faktor kod suhog postupka kreće od 0,35 do 0,50, a kod mokrog oko 0,45.

Izvedba mlaznog betona

Prije nanošenja sloja mlaznog betona potrebno je površinu temeljito pripremiti na sljedeći način:

- prije nanošenja mlaznog betona površinu obavezno "ispuhati" komprimiranim zrakom,
- sve nečistoće odstraniti suhim postupkom uz eventualnu upotrebu minimalne količine vode i
- lagano poprskati površinu prvog sloja mlaznog betona vodom neposredno prije nanošenja drugog sloja.

Opremu za prijevoz i nanošenje smjese mlaznog betona treba ispravno dimenzionirati (kompresor kapaciteta najmanje 10,0 m³ komprimiranog zraka tlaka najmanje 2,5 do 3,0 bara, tako da daje jednoliki mlaz smjese, i dovod vode na mlaznicu s tlakom oko 4,0 bara, uvijek većim od tlaka zraka). Sloj mlaznog betona na okomitoj plohi nanosi se odozdo prema gore poradi izbjegavanja mogućeg zatvaranja odskoka. Mlaznica mora biti okomita na plohu na koju se vrši nabacivanje, a podebljavanje sloja mlaznog betona vrši se zakretanjem mlaznice u koncentričnim krugovima. Udaljenost mlaznice od površine nanošenja mora iznositi 1,0 – 1,5 m.

Prije nanošenja mlaznog betona treba dobro navlažiti podlogu i zapuniti veće pukotine i rupe. Nanošenje započeti s dna i napredovati prema gore. Izvedene površine mlaznog betona treba štiti od evaporacije vlage kao i obični beton (u svemu prema uvjetima iz poglavlja 7-00.2 OTU i HRN EN 206).

Uvjeti kakvoće kontrola i potvrđivanje sukladnosti

Svojstva mlaznog betona slična su svojstvima obično ugrađenog betona pa ih treba ispitivati i kontrolirati istim ili sličnim postupcima.

Bitno je svojstvo mlaznog betona čvrstoća veze s podlogom, koju treba ispitivati kidanjem zarezanih uzoraka dimenzija 40x40 mm ili još bolje (radi izbjegavanja koncentracije naprezanja) kružnih uzoraka promjera 50 mm. Na jednom mjernom mjestu treba izvršiti tri ili još bolje pet kidanja i utvrditi njihov prosjek.

Klasu tlačne čvrstoće mlaznog betona treba uvjetovati prema klasama C24/30 do C48/60 iz HRN EN 206 i poglavlja 7-01 OTU (tablica 7-01.4.5-2).

Tlačnu čvrstoću mlaznog betona s maksimalnim zrnom agregata do 16,0 mm treba ispitivati na uzorcima promjera 50,0 mm. Tlačne čvrstoće mlaznog betona utvrđene na takvim uzorcima visine 100,0 mm. Tlačnu čvrstoću debljih obloga mlaznog betona s maksimalnim zrnom agregata većim od 16,0 mm treba ispitivati na odgovarajućim uzorcima većih dimenzija i preračunavati ih na tlačnu čvrstoću valjka promjera 50,0 mm i visine 100,0 mm. Rezultate ispitivanja valjaka omjera visine i promjera različitih od 2,0 treba preračunavati na čvrstoću ekvivalentnog valjka. Klase tlačne čvrstoće mlaznog betona i faktori preračunavanja tlačne čvrstoće valjka u ekvivalentnu čvrstoću kocke ili valjaka dani su u Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama, 2001.

Uzorci se buše iz izvedenih dijelova obloge ili iz posebno pripremljenih ploča, koje se za ispitivanje svojstava mlaznog betona izvode pod uvjetima i na način izvedbe mlaznog betona na građevini te ispituju. Na jednom mjernom mjestu buše se i ispituju po tri valjka i utvrđuje njihova srednja vrijednost, koja se dalje uzima kao jedan rezultat ispitivanja, a potrebni broj takvih uzoraka i kriteriji potvrđivanja sukladnosti utvrđuju prema točki 8.2.1 HRN EN 206. Najmanji pojedinačni rezultat ne smije biti manji od 75 % vrijednosti uvjetovane prema klasama iz tablice 7-01.4.5-3, OTU.

Kod debljih obloga prednost treba dati bušenju uzoraka iz izvedene obloge, a iz kontrolnih panela samo iznimno kod tanjih obloga. U programiranje i planiranje kontrole kakvoće i potvrđivanje sukladnosti mlaznog betona treba uključiti neutralnu ovlaštenu instituciju (angažira je izvođač).

2.4.9. Nadzor

Temeljem Zakona o gradnji, investitor je dužan osigurati nadzor nad građenjem. Zadatak je nadzora kontinuirano praćenje radova uz kontrolu da se radovi izvode u skladu s projektom. Izvještavanje nadzornog inženjera treba se provoditi dnevno, tjedno i mjesečno.

Stalni stručni nadzor

Nadzorni inženjer je dužan pregledati sve materijale koji će se ugraditi te provjeriti kvalitetu koja mora odgovarati važećim normativima. Kod elemenata konstrukcije potrebno je kontrolirati mjere označene u projektu.

Stalni stručni nadzor ima zadatak da:

- svakodnevno kontrolira izvedbu predmetnih radova,
- kontrolira ugradnju, kvalitetu i broj armature prilikom ugradnje,
- da uz konzultacije sa geotehničkim nadzorom ustanovi ukoliko se temeljno tlo razlikuje od projektom predviđenog.

Ukoliko se ustanove nepravilnosti u kontekstu gore navedenog potrebno je zaustaviti radove i kontaktirati projektanta.

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

Projektantski nadzor

U toku izvođenja radova nužno je predvidjeti projektantski nadzor nad izvođenjem radova koji obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Projektant izlazi na teren prema potrebi na poziv

Investitora ili Nadzornog inženjera. Projektantski nadzor rješava probleme vezane uz neplanirane situacije u izvođenju ili uz situacije koje se ne poklapaju s projektantskim pretpostavkama u projektu. Projektant uz konzultacije s nadzorom ima pravo donositi odluke bitne za stabilnost ili deformabilnost konstrukcije u cilju povećanja sigurnosti (ukoliko argumentirano utvrdi da je to potrebno).

Koordinator zaštite na radu

Potrebno je predvidjeti Koordinatora II koji je dužan voditi računa o svim aktivnostima tijekom izvođenja radova na gradilištu i postupati u skladu s dužnostima i načelima propisanim Zakonom o zaštiti na radu i Pravilnikom o zaštiti na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima. Za uspješno usklađivanje (koordinaciju) sigurnosti i zaštite zdravlja na gradilištu, posebno je važno uspostaviti usku suradnju koordinatora s nadzornim inženjerima i voditeljima radova na gradilištu.

2.4.10. Završne odredbe

Ukoliko se tijekom izvedbe radova ukaže potreba ili mogućnost odstupanja od propisanih mjera, projektant na temelju prihvaćene europske norme HRN EN 1997-1 ima pravo promjena na projektiranom zahvatu.

Ako kontrola kvalitete pojedinih materijala pokaže nezadovoljavajuće rezultate tj. da ugrađeni materijali ne ispunjavaju uvjete prema pretpostavkama ovog projekta, odgovarajućim pravilnicima, standardima, odredbama i normama neophodno je dodatno dokazivanje kvalitete ispitivanjem uzoraka gotovih proizvoda u dogovoru s projektantom i nadzornim inženjerom. Ova ispitivanja se obavljaju na teret izvođača radova kod ovlaštene institucije. Ako se dodatnom kontrolom ne dokaže tražena kvaliteta, neophodno je provesti kontrolne proračune dotičnog elementa konstrukcije i po potrebi predvidjeti mjere sanacije. Ukoliko se pokaže da je stabilnost i trajnost dotičnog elementa i pored nepostizanja tražene kvalitete zadovoljavajuća, investitor ima pravo umanjiti cijenu radova.