

Naručitelj: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o., Širolina 4, 10 000 Zagreb

Naziv zahvata: Sanacija usjeka od km 213+962 do km 214+202- desno

INVESTITOR: **HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.**
za upravljanje, građenje i održavanje cesta
Širolina 4, 10 000 Zagreb

NARUČITELJ: **HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.**
za upravljanje, građenje i održavanje cesta
Širolina 4, 10 000 Zagreb

NAZIV ZAHVATA: **Sanacija usjeka u km 213+962**

BROJ: **IZP 46/2024**

3. MJERE SANACIJE POKOSA

3.1.OPIS RJEŠENJA SANCije POKOSA

Sanacija pokosa osigurat će se:

- čišćenjem pokosa
- izvedbom zaštite pokosa

Čišćenje pokosa obuhvaća uklanjanje erodiranog materijala i po potrebi ručni iskop za uklanjanje nevezanih kamenih blokova veličine do 0,25 m³ i većih blokova (do 1 m³) s površine pokosa. Uz navedeno uklanja se postojeća zaštitna mreža s pokosa. Slijedi utovar i odvoz materijala prikupljenog s površine pokosa i bankine te s nožice pokosa.

Zaštita pokosa izvest će se:

- Zaštitom pokosa mrežom, sidrima i sajlama TIP A
- Zaštitom pokosa mlaznim betonom, armaturnim mrežama Q188 i sidrima TIP B

Na cijeloj površini desnog pokosa, predmetnog usjeka, koristit će se zaštita mrežom, sidrima i sajlama – TIP A. Mreže su otvora veličine 90x135 mm, romboidnog oblika te se postavlja na površinu pokosa, s učvršćenjem iznad usjeka i na donjem kraju mreže. Mreža se učvršćava sidrima i sajlama, a sve prema OTU 4-09.2.3. Sidra se izvode od šipki B500B, promjera Φ25 mm, duljine 3, 6 i 9 metara te se međusobno povezuju sajlama promjera Φ12 mm što također osigurava i prijanjanje mreže na pokos. Na vrhu pokosa potrebno je sidrenje čeličnih sajli sidrima od šipki B500B (l = 1.5 m, Φ25 mm), sve prema OTU 4-09.2.1., 8-03.1.2.7., a na dnu se mreža sidri sidrima od šipki B500B, Φ25 mm, duljine 100 cm.

Na dijelu usjeka (prikazano u nacrtu 6.3) s jako razlomljenom i rastrošenom stijenskom masom, primijenit će se zaštita mlaznim betonom i lokalnim sidrenjem nestabilnih blokova – TIP B. Mlazni beton izvodi se u sloju od 2x5 cm s armaturnom mrežom Q188, a tome prethodi poravnanje neravnina na površini pokosa mlaznim betonom, dok su sidra od šipki B500B, promjera 25 mm, duljine 6 m. Uz mlazni beton, potrebno je izvesti i procjednice – barbakane kako bi se omogućilo dreniranje stijene koja se štiti mlaznim betonom. Izvedbom kratkih drenova, relaksiraju se tlakovi koji se stvaraju iza relativno nepropusne stijenske mlaznog betona, a zahvaćena voda se nakon dreniranja skuplja u podnožju i dalje se kontrolirano sprovode van zone radova, što nije predmet ovog projekta. Izvode se u duljini 1 m, minimalnog promjera 50 mm. U toj zoni izvodi se i lokalno sidrenje nestabilnih blokova sidrima duljine 6 m te se pozicija sidara može prilagoditi stvarnom stanju na terenu, sve u dogovoru s nadzornim inženjerom uz odobrenje projektanta.

Za vrijeme trajanja radova potrebno je organizirati promet po posebnom režimu. Za cijelo vrijeme trajanja radova potrebno je potpuno zatvaranje zaustavne i jedne vozne trake desnog kolnika (smjer Split).

Kako bi sanacija usjeka bila uspješna i trajna potrebno je izvesti sve radove predviđene tehničkim rješenjem kako je prikazano u nacrtima i iskazano troškovnikom, a potrebno je isto sve radove izvesti pridržavajući se redoslijeda radova (poglavlje 3.3) uz provođenje programa kontrole i osiguranja kakvoće (poglavlje 4) za pojedine radove.

Detalji izvedbe projektiranih radova određeni su ovim dokumentom. Određeni detalji nisu dani, zbog specifičnih uvjeta na terenu te će isti biti određeni tijekom izvedbe. Tijekom izvođenja radova može se pojaviti potreba za prilagodbom projektnog rješenja zbog novonastalih okolnosti u temeljnom tlu/stijeni. U tom slučaju, konačno rješenje treba donijeti uz suglasnost Investitora, Projektanta, Nadzornog inženjera i Izvođača radova. Izrada detaljnog dinamičkog plana provedbe radova sanacije je obveza Izvođača i potrebno ga je izraditi prije početka radova sanacije. Tijekom izvođenja potrebno je osigurati projektantski i geotehnički nadzor. Pri tome geotehnički Nadzor mora biti kontinuirano prisutan tijekom cijelog vremena izvedbe.

Zagreb, lipanj 2024.

Projektant:



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Meho-Saša Kovačević
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3189

prof. dr.sc. Meho – Saša Kovačević, dipl.ing.građ.

3.2. OPIS PREDVIĐENIH RADOVA

PRIPREMNI RADOVIMA započinju radovi na sanaciji pokosa. Isti obuhvaćaju tehničku opremu i pripremu gradilišta, čišćenje terena, privremenu regulaciju prometa, privremeno uklanjanje pojedinih elemenata uz autocestu (znakovi, ograde i sl.), zaštitu prometnih površina, uređenje privremenih gradilišnih puteva i deponija, postavljanje instalacije i opreme.

Tehnička oprema i priprema gradilišta obuhvaćaju uređenje prostora za deponiranje potrebnog materijala, izgradnju privremenih objekata i postavljanje gradilišne instalacije te uređenje potrebnih puteva za lokalne Transporte. Tehnička oprema obuhvaća i uspostavljanje odgovarajuće privremene regulacije prometa i njeno označavanje odgovarajućom signalizacijom.

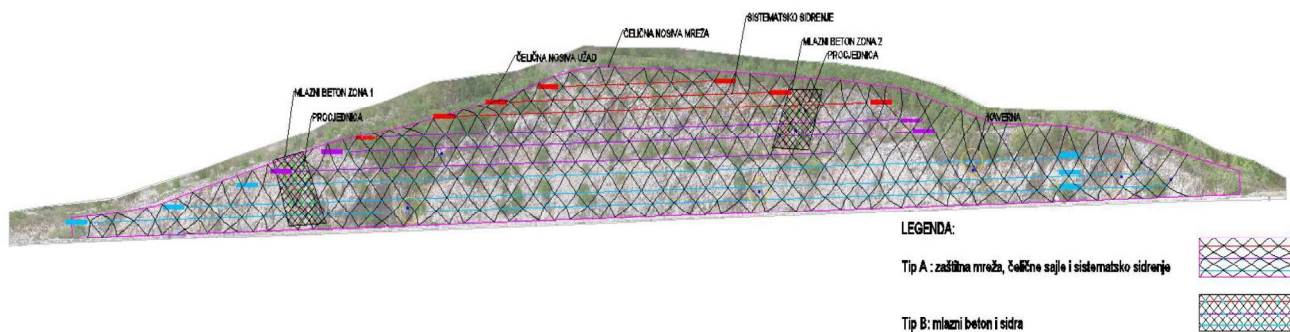
Privremena regulacija prometa treba se riješiti prije početka radova i obveza je investitora. Zbog radova na usjeku potrebno je, zbog sigurnosti i normalnog rada gradilišta, promet voznom i zaustavnom trakom u smjeru Splita u potpunosti zatvoriti. Treba predvidjeti i mogućnost da se po eventualnoj potrebi u pojedinim fazama radova, u ograničenim vremenskim intervalima zatvori i preticajna traka čime bi promet kolnikom u smjeru Splita bio u potpunosti zatvoren. Prije početka radova potrebno je provesti i privremeno uklanjanje pojedinih montažnih elemenata uz autocestu (znakovi, ograde i sl.) i deponirati ih, kako bi se nakon radova mogli vratiti na originalne pozicije.

Zaštita prometnih površina vozne i zaustavne trake desnog kolnika izvodi se kako bi se izbjegla oštećenja kolnika. Lokalno se po potrebi postavlja geotekstil i na njega nasipava sitnija kamena drobina.

Zaštitna ograda postavlja se između vozne i preticajne trake desnog kolnika. Zaštitna ograda je visine minimalno 3 m i služi za fizičko odvajanje gradilišta i prometa.

RADOVI ČIŠĆENJA I PORAVNANJA POKOSA obuhvaćaju uklanjanje grmlja i šiblja promjera do 10 cm i promjera 10-30 cm, erodiranog materijala i po potrebi ručni iskop za uklanjanje nevezanih kamenih blokova veličine do 0,25 m³ i većih blokova (do 1 m³) s površine pokosa. Osim toga, potrebno je i poravnanje pokosa na dijelu gdje će se izvesti zaštita TIP B. Slijedi utovar i odvoz materijala prikupljenog s površine pokosa. Sav materijal prikupljen čišćenjem odvozi se na primjerene deponije

STABILIZACIJA POKOSA slijedi nakon završetka pripremnih radova. Mjere zaštite pokosa definirane su prema OTU, uz potrebne modifikacije i prilagodbe predmetnoj lokaciji. Potrebni radovi sanacije prikazani su u poglavlju 3.2. Uz fotografije pogleda na pokos u poglavlju 2.5., dan je i opis potrebnih radova po fazama u poglavlju 3.3., a u nastavku ovog poglavlja dan je opis svih mjera zaštite pokosa uz prikaz planirane sanacije na slici 20.



Slika 20. Prikaz sanacije tip A i tip B

Usvojen tip zaštite:

TIP A - Zaštita pokosa mrežom, sidrima i sajlama. Usvojen je jer omogućuje svođenje upotrebe mlaznog betona na najmanju moguću mjeru. Koristi se na pokosima kod kojih postoji mogućnost ispadanja blokova koje nije moguće sve pojedinačno obuhvatiti samo sidrima. Tu se dio blokova osigurava direktno sidrima, a dio se indirektno preko mreže i čeličnih sajli veže za ta ista sidra. Koristi se mreža otvora veličine 90x135 mm, koja se dodatno priteže uz površinu pokosa korištenjem čelične užadi promjera $\Phi 12$ mm, koje prolaze kroz ušice na glavi sidra. Raster sidara je prikazan na nacrtu 6.4, a potrebna duljina sidara je 3, 6 i 9 m. Predviđena su sidra od šipki B500B, promjera $\Phi 25$ mm. Smjer svih sidara je okomito na pokos, a nagib je 15° . Dodatno će se ugrađivati sidra van rastera i to na mjestima potencijalnih nestabilnih blokova (lokalno sidrenje) kako je prikazano u nacrtu 6.4, a koji se nisu mogli ukloniti tijekom čišćenja pokosa.

TIP B - Zaštita pokosa primjenom mlaznog betona, armaturne mreže Q188 i sidara. Ovaj tip zaštite primijenit će se na površinama jako razlomljene (rastrošene) stijene te na izraženim diskontinuitetima ispunjenim tlom na kojima su se pojavili lokalni, površinski odroni. Površina na kojoj se primjenjuje zaštita TIP B prikazana je u nacrtu 6.3. Mlazni beton se izvodi u sloju od 10 cm, na način da se izvede poravnanje neravnina na površini, zatim dva sloja po 5 cm (2×5 cm) uz kategoriju betona C 30/37. Zbog potencijalnog stvaranja hidrostatskog tlaka iza stijenke mlaznog betona, potrebno je izvesti procjednice duljine 1 m, promjera 50 mm. Uz mlazni beton predviđena su sidra od šipki B500B, promjera $\Phi 25$ mm. Potrebne duljine svih dodatnih sidara su 6 m. Smjer svih sidara je okomito na pokos, a nagib je 15° . U zoni zaštite pokosa gdje se koristi mlazni beton, prikazana je pozicija sidara potencijalnih nestabilnih blokova (lokalno sidrenje) koji se nisu mogli ukloniti tijekom čišćenja pokosa.

ZAVRŠNI RADOVI obuhvaćaju odvoz svih viškova materijala, uklanjanje zaštite kolnika, ponovno postavljanje privremeno uklonjenih montažnih elemenata uz autocestu (znakovi, ograde i sl.) na originalne pozicije te lokalne sanacije kolnika po potrebi (ako je unatoč primijenjenim mjerama zaštite došlo do oštećenja): freziranje habajućeg sloja asfalta i izvedba novog habajućeg sloja, izvedbu

Naručitelj: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o., Širolina 4, 10 000 Zagreb

Naziv zahvata: Sanacija usjeka od km 213+962 do km 214+202- desno

horizontalne signalizacije, uređenje gradilišta, uklanjanje privremene i uspostavu redovite regulacije prometa.

Zagreb, lipanj 2024.

Projektant:

prof. dr.sc. Meho – Saša Kovačević, dipl.ing.građ.



3.3. REDOSLIJED ODVIJANJA RADOVA

Za uspješnost izvedbe neophodno je radove izvoditi određenim redom. Redoslijed radova diktiran je usvojenim načinom zaštite pokosa. Radovi na stabilizaciji pokosa počinju nakon završetka pripremnih radova, posebno geodetskih iskolčenja, uspostave privremene regulacije prometa i zaštite kolnika. Nakon toga može se započeti s radovima zaštite pokosa. Prije pristupa radovima potrebno je izraditi dinamički plan radova. U nastavku je općenit shematski prikaz radova po fazama.

Faza 1: PRIPREMNI RADOVI

Faza 1a: Radovi na regulaciji prometa

- Potrebno je provesti privremenu regulaciju prometa tijekom izvođenja radova, što je u obvezi investitora.
- Za vrijeme radova promet treba organizirati po posebnom režimu; potrebno je zatvaranje zaustavne i vozne trake desnog kolnika, sa strane na kojoj se provodi sanacija (u smjeru Splita), za cijelo vrijeme radova.

Faza 1b: Zaštita autoceste za vrijeme izvođenja radova

- U cilju zaštite autoceste nužno je postaviti zaštitnu ogradu između površina na kojima se izvode radovi i prometnih površina kako bi se fizički odvojili gradilište i promet te kako bi se spriječilo kotrljanje kamenja po površini gdje se odvija promet.
- Na površini vozne i zaustavne trake kolnika potrebno je tijekom radova postavljati zaštitu kolnika: geotekstil i na njega nasipati sitniju kamenu drobinu u debljini od min. 30 cm. Zaštita kolnika postavlja se u slučaju pada kamenih blokova s pokosa kako bi se umanjila oštećenja kolnika i spriječili odskoci kamenja koji padnu s pokosa.
- Potrebno je provoditi kontrolu osiguranja gradilišta prije početka radova te povremeno tijekom radova.

Faza 1c: Radovi na uklanjanju postojeće zaštitne mreže

- Postojeću zaštitnu mrežu je potrebno ukloniti s cijelog stijenskog pokosa zahvaćenog predmetnom sanacijom te istu adekvatno odložiti na, za to predviđeno, mjesto.

Faza 1d: Uklanjanje vegetacije, grmlja i drveća po pokosu

- Uklanjanje sve vegetacije, grmlja i drveća u zoni od donjeg ruba pokosa do zaštitne ograde na vrhu pokosa, duž cijele, sanacijom zahvaćene, površine pokosa. S naglaskom na uklanjanje sve vegetacije pri samom kraju pokosa, u smjeru Splita, gdje je uočena znatna količina vegetacije, grmlja i drveća, a gdje je planirana ugradnja sidara.

Faza 1e: Uklanjanje nestabilnih blokova

- Sve blokove veće od 1.0 m³ potrebno je ukloniti s pokosa, a prethodno ih označiti, fotografirati i izmjeriti.
- Posebnu pozornost pri uklanjanju nestabilnih blokova treba obratiti na kritične zone.

Faza 1f: Prijevoz i odlaganje materijala

- Kako bi se radovi kontinuirano i neometano odvijali potrebno je omogućiti kvalitetan dovoz potrebnih materijala i odvoz materijala. Zato treba definirati trase za dovoz i odvoz materijala te dolazak i odlazak s gradilišta za svakog sudionika u gradnji u skladu s prometnim rješenjem.
- Materijal s površine pokosa (glina, kameni blokovi, odlomci i kršje stijene) zbrinjava se na primjerenom privremenom odlagalištu do odvoza na trajnu deponiju.

Faza 2: IZVEDBA SANACIJE POKOSA

Faza 2a: Radovi izvedbe sidara

- Za zaštitu pokosa koristit će se sidra duljine 3, 6 i 9 m u 9 redova, gdje se izvode 3 reda s duljinom od 3 m, 3 reda s duljinom od 6 m i 3 reda s duljinom od 9 m, kako je prikazano u nacrtu 6.4.
- Sidra se izrađuju od šipki B500B, promjera $\Phi 25$ mm.
- Sva sidra moraju odgovarati zahtjevima HRN za čelik. Gotova sidra moraju se transportirati i skladištiti tako da se mehanički ne oštećuju, ne prljaju i da ne korodiraju. Izvođač sidara treba priložiti ateste za čelik od kojeg su izrađene sidrene šipke. Tijekom izvođenja radova treba obavljati kontrolna ispitivanja sidara prema ovdje danim tehničkim uvjetima izvođenja.

Faza 2b: Postavljanje mlaznog betona

- Primjena mlaznog betona planirana je na dvije kritične zone (prikazano u nacrtu 6.3) u kojima je uočena znatna trošnost stijenske mase i pojava diskontinuiteta značajnog zijeva s ispunom. Kako bi se osigurala stabilizacija tog dijela usjeka primijenit će se mlazni beton debljine 10 cm, nanošenjem u dva sloja po 5 cm uz izvođenje barbakana zbog sprječavanja stvaranja hidrostatskog tlaka te uz prethodno poravnanje neravnina površine pokosa prije izvođenja barbakana i dva sloja mlaznog betona.
- Klasa betona C 30/37.

Faza 2c: Radovi na postavljanju mreže

- Zaštita pokosa mrežama za zaštitu od odrona prikazana je na nacrtu 6.5. Predviđa se primjena ojačanih mreža protiv odrona, čelična romboidna pocinčana mreža otvora 90x135 mm. Ovakav način zaštite od odrona kamenja izvodi se tako što se mreža pričvršćuje na pokos sidrima i sajlama kako bi se cijela površina pokosa stabilizirala.
- Učvršćivanje mreža na vrhu pokosa izvoditi čeličnim sidrima, od šipki B500B, $\Phi 25$ mm, na međusobnom razmaku 3,0 m, sidrima duljine $L = 150$ cm.
- Mreže se na udaljenosti 0,5 m od kraja nataknu na sidra, na vrhu mreže postavlja se čelična sajla $\Phi 12$ mm (ista se na završetcima hvata spojnicama) preko koje se preklapa 0,5 m mreže te se i preklop mreže natakne na sidra.
- Mreža do mreže duž usjeka spaja se upletanjem pocinčane žice $\Phi 6$ mm.

- Donji kraj mreže dodatno se pričvršćuje rubnim sidrima, kako je navedeno, duljine $L = 100$ cm.

Faza 3: ZAVRŠNI RADOVI

Faza 3a: Vraćanje oznaka i znakova u prvobitni položaj

- Po završetku izvedbe projektiranih radova sva oprema i preostali materijal uklanjaju se s radne površine, teren se dovodi u projektirano stanje i uklanja se sav preostali građevni materijal.
- Uklanja se zaštita kolnika, zaštitna ograda između kolnika.
- Ponovno se postavljaju, privremeno uklonjeni montažni elementi uz autocestu (znakovi, ograde i sl.) na originalne pozicije.

Faza 3b: Uređenje okoliša gradilišta

Nakon izvedbe građevinskih radova i uklanjanja eventualnih nedostataka, potrebno je urediti okoliš gradilišta, na način da u okolišu gradilišta ne ostanu nikakvi tragovi radova.

Zagreb, lipanj 2024.

Projektant:

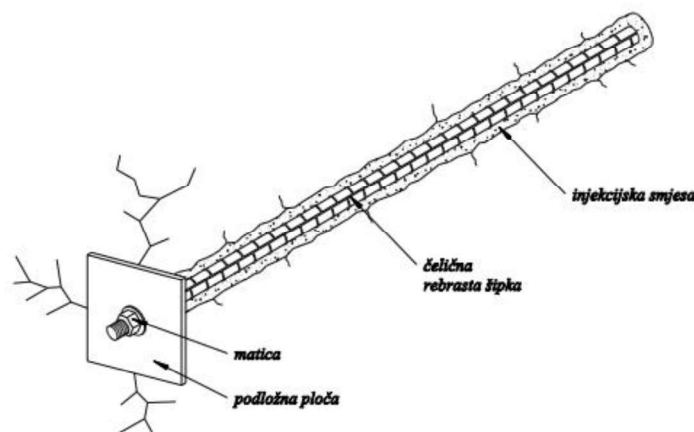
prof. dr.sc. Meho – Saša Kovačević, dipl.ing.građ.



3.4. PROVJERA NOSIVOSTI SIDARA

Zbog iznimno široke primjenjivosti sidara kao elemenata osiguranja stabilnosti i ojačanja, razvijen je velik broj stijenskih sidara, koji se razlikuju po vrsti materijala od kojeg su izrađeni te mehanizmu sidrenja. Bez obzira na navedene razlike, karakterizira ih u osnovi isti koncept prijenosa opterećenja.

Injektirana štapna sidra (slika 21.) spadaju među najčešće korištene načine ojačanja stijenske mase. Materijal za štapna sidra najčešće je rebrasti čelik, koji se u građevinarstvu inače koristi kao armatura. Za injektiranje se koriste smjese na bazi cementa ili umjetnih smola, gdje se umjetne smole vrlo malo koriste, uglavnom zbog njihove visoke cijene. Sidrenje, odnosno veza sa stijenskom masom, uspostavlja se na cijeloj dužini injektiranog dijela i to na osnovi trenja, mehaničkog uklještenja i kemijskih veza. Veći značaj pri tome imaju trenje i mehaničko uklještenje, dok kemijske veze s vremenom popuštaju.



Slika 21. Injektirano štapno sidro

Injektirana štapna sidra u pravilu su pasivna. Do aktivacije istih dolazi uslijed deformacije stijenske mase, s kojom su u čvrstoj vezi, zbog čega u njima dolazi do povećanja sile. Bušotine se injektiraju smjesom na bazi cementa ili na bazi epoksi smola. Injekcijske smjese na bazi cementa su izrazito efikasne u vrlo tvrdoj stijenskoj masi. Nedostaci se ogledaju u činjenici da punu nosivost postižu tek nakon nekoliko dana, jako teško je kontrolirati i zadržati kvalitetu injekcijske smjese, ne mogu se koristiti u bušotinama u kojima je prisutna voda, a izvođenje prednaprezanja je moguće samo u slučaju primjene specijalne procedure i alata

Učinak bilo kojeg sustava ojačanja ovisi o efikasnosti prijenosa opterećenja. U osnovi prijenos opterećenja se aktivira u trenutku pomaka ojačanih blokova ili homogene stijenske mase.

Prijenos opterećenja se u osnovi sastoji od dva mehanizma:

- prijenos opterećenja s nestabilnog bloka na element ojačanja
- prijenos opterećenja s elementa ojačanja na stabilnu zonu stijenske mase

S obzirom da sustav ojačanja ima više komponenata, tako se i prijenos opterećenja odvija kroz više faza. Svaki sustav ojačanja sastoji se od četiri glavne komponente: stijene, strukturalnog elementa, unutarnjeg prijenosa opterećenja, sa strukturalnog elementa na stijensku masu, te vanjskog prijenosa opterećenja, sa strukturalnog elementa na stijensku masu.

Tijekom deformacije stijenske mase, opterećenje se prenosi sa tijela sidra na injektirano tijelo te dalje na stijensku masu, putem mehaničkih uklještenja te površinskih nepravilnosti na kontaktu. Kada dođe do deformacije stijenske mase, opterećenje se prenosi na sidro, zbog čega dolazi do pojave posmičnih naprezanja na kontaktu sa injektiranim tijelom. Mogućnost prijenosa opterećenja sa sidra na stijensku masu ovisi o debljini i čvrstoći injektiranog tijela, fizikalno-mehaničkim svojstvima materijala sidra te hrapavosti i čvrstoći stijenske mase.

Pri tome su mogući sljedeći modeli sloma unutar sustava ojačanja stijenske mase:

- 1) slom tetive sidra ili njenih sastavnih komponenti
- 2) slom veze tetive i injekcijskog tijela
- 3) slom u injekcijskom tijelu
- 4) slom veze injekcijskog tijela i stijenske mase
- 5) slom unutar stijenske mase u okolini sidra
- 6) slom stijenske mase oko zone ojačane sidrima

Način sloma unutar sustava ojačanja stijenske mase ovisi o svojstvima njegovih sastavnih elemenata. Tetiva sidra (čelična šipka) određuje ponašanje sidra te ima puno veću čvrstoću od injekcijske smjese i stijenske mase. Ako sidro ima dostatnu duljinu da osigura prijenos opterećenja na okolnu stijensku masu, tada će slom čelične šipke uslijediti samo u slučaju kad je vlačno opterećenje veće od njene granične čvrstoće koja ovisi o promjeru sidra i kvaliteti čelika. Osim u vlaku, slom unutar sustava se može ostvariti i prekoračenjem posmične čvrstoće. Posmično naprezanje na kontaktu tetive i injekcijskog tijela je veće nego na kontaktu injekcijskog tijela i stijenske mase, zbog manje efektivne površine na kojoj djeluje opterećenje. U slučaju da injekcijsko tijelo ima identičnu ili manju čvrstoću od stijenske mase, tada se slom ostvaruje na kontaktu tetive sidra i injekcijskog tijela. Ako injekcijsko tijelo ima veću čvrstoću od stijenske mase, tada se slom ostvaruje na kontaktu injekcijskog tijela i stijenske mase.

Za dimenzioniranje sidra tada će biti mjerodavna najmanja vrijednost između sljedećih nosivosti:

- granična nosivost tetive sidra ili njenih komponenti, R_t
- granična nosivost na kontaktu tetive i injekcijskog (sidrišnog) tijela, $R_{t,i}$
- granična nosivost na kontaktu injekcijskog (sidrišnog) tijela i tla/stijene, $R_{i,rm}$
- granična nosivost unutar volumena tla/stijene, R_{rm}

Granična nosivost (karakteristična otpornost) sidra R_k , se usvaja kao najmanja vrijednosti od svih izračunatih.

Granična nosivost tetive sidra (tijela) R_t , ovisi o vrsti materijala (npr. čelika) od kojeg se izrađuje, odnosno o njegovim mehaničkim svojstvima (vlačna čvrstoća). Kod proračuna otpornosti potrebno je koristiti nosivost na granici popuštanja (eng. yield load), koja se prema normi HRN EN1537:2013 naziva "karakteristična otpornost tetive". Podatak o toj vrijednosti se u pravilu može naći u katalogima proizvođača sidara ili se izračunava na osnovu mehaničkih svojstava (karakteristična vlačna nosivost čelika sidra, f_{yk}). U tom slučaju proračun granične nosivosti tetive sidra je potrebno izvršiti prema smjernicama iz norme HRN EN 1993:2008, Eurokod 3 - Projektiranje čeličnih konstrukcija.

Proračunska otpornost sidara (eng. design resistance), $R_{a,d}$, se određuje koristeći sljedeći izraz:

$$R_{a,d} = \frac{R_{a,k}}{\gamma_a}$$

gdje su: $R_{a,d}$ - proračunska otpornost sidra (eng. characteristic resistance) [kN]

$R_{a,k}$ - karakteristična otpornost sidra (eng. design resistance) [kN]

γ_a - parcijalni koeficijent za otpornost sidra [-]

gdje parcijalni koeficijent za otpornost vlačno opterećenih sidara, prema smjernicama iz norme HRN EN 1537:2008, za sva sidra, trajna i privremena, iznosi $\gamma_a \geq 1.35$. Za karakterističnu otpornost sidara, $R_{a,k}$, usvaja se manja vrijednost od unutarnje ili vanjske otpornosti na čupanje. Ova vrijednost parcijalnog koeficijenta γ_a ne odgovara onoj iz norme HRN EN 1997-1:2012, gdje se navodi da on iznosi $\gamma_a = 1.1$, dok za projektni pristup 3 on iznosi $\gamma_a = 1.0$. Prema nacionalnom dodatku normi HRN EN 1997-1:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila (HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila - Nacionalni dodatak), predloženi su novi parcijalni koeficijenti za otpornost, za trajna $\gamma_{a,t} = 1.5$, a za privremena sidra $\gamma_{a,p} = 1.35$, kod projektnog pristupa 2 te za trajna i privremena $\gamma_{a,t} = \gamma_{a,p} = 1.0$, kod projektnog pristupa 3 (tablica 4).

Tablica 4. Granično stanje STR I GEO: parcijalni koeficijenti za otpornost sidra prema nacionalnom dodatku

Otpornost	Simbol	Skupina			
		R1	R2	R3	R4
Privremena	$\gamma_{a,t}$	— ^a	1.35	1.0	— ^a
Stalna	$\gamma_{a,p}$	— ^a	1.5	1.0	— ^a

^a R1 i R4 nisu primjenjivi u Republici Hrvatskoj jer se primjenjuju proračunski pristupi 2 i 3

Karakteristična otpornost tetive sidra $R_{a,k}$ se može odrediti na dva načina, iz rezultata ispitivanja probnih sidara ili proračunom. Kod ispitivanja probnih sidara, ista se opterećuju do sloma, odnosno do čupanja sidra. Dobivena granična sila pri kojoj dolazi do sloma je karakteristična otpornost tetive

sidra $R_{a,k}$. Ako se pak karakteristična otpornost sidra $R_{a,k}$ određuje proračunom, tada je potrebno odrediti vanjsku i unutarnju otpornost.

Karakteristična unutarnja otpornost sidra ili otpornost na čupanje tetive (eng. "internal anchor pull-out resistance"), $R_{i,k}$, odnosi se na otpornost materijala sidra te je u funkciji njegove karakteristične vrijednosti vlačne čvrstoće, f_{yk} .

$$R_{i,k} = P_{t,k} = f_{yk} \times A$$

gdje su:

- $R_{i,k}$ - karakteristična unutarnja otpornost tetive sidra [kN]
- $P_{t,k}$ - nosivost tetive sidra pri granici popuštanja (eng. yield load) [kN]
- f_{yk} - karakteristična vlačna nosivost materijala sidra [kN/m²]
- A - površina poprečnog presjeka sidra [m²]

Vanjska karakteristična otpornost sidra ili otpornost na čupanje sidrišnog tijela (eng. "external anchor pullout resistance"), $R_{o,k}$, može se odrediti na više načina, uglavnom poznavajući specifičnu posmičnu nosivost na kontaktu sidrišnog tijela i okolnog tla, τ_f (specifično trenje).

$$R_{t,k} = d \times \pi \times L_s \times \tau_f$$

gdje su:

- $R_{t,k}$ - karakteristična unutarnja otpornost tetive sidra [kN]
- d - promjer bušotine [m]
- L_s - duljina sidrišne dionice [m]
- τ_f - specifična posmična otpornosti na kontaktu injekcijskog tijela i stijene [kN/m²]

Specifična posmična nosivost sidra, τ_f , se u pravilu određuje koristeći empirijske veze sa mehaničkim svojstvima temeljnog tla, npr. plastičnost, krutost, nedrenirana čvrstoća ili iskustveno prema vrsti stijene te trošnosti iste. Karakteristična otpornost sidra $R_{a,k}$ jednaka je manjoj vrijednosti od unutarnje $R_{i,k}$ ili vanjske $R_{o,k}$ otpornosti te je preporuka da važi sljedeći odnos:

$$R_{i,k} \geq R_{o,k}$$

Ako se karakteristična otpornost određuje proračunom, potrebno je dobivene vrijednosti potvrditi ispitivanjem ugrađenih sidara (ispitivanje prikladnosti, eng. "suitability test"), gdje se provjerava ima li sidro proračunom predviđenu karakterističnu otpornost $R_{a,k}$. Prema smjernicama iz norme HRN EN 1997-1:2012 potrebno je ispitati najmanje 2% svih ugrađenih sidra (za trajna sidra), ili najmanje 1 sidro za svaki skup različitih uvjeta u tlu/stijeni, da bi se utvrdila karakteristična otpornost sidra na čupanje (granična nosivost).

I pored prethodno navedenih ispitivanja, svako ugrađeno sidro potrebno je ispitati opterećivanjem do proračunske (radne) otpornosti sidra (ispitivanje prihvatljivosti, eng. "acceptance test").

Proračun otpornosti sidara

Proračun vanjske otpornosti sidara, $R_{o,k}$

Granična nosivost na kontaktu tetive i injekcijskog tijela $R_{t,i}$:

a) prema vrijednosti specifične posmične čvrstoće na kontaktu tetive i injekcijskog tijela, $\tau_{t,i}$

Za usvojenu vrijednost specifične posmične čvrstoće na kontaktu tetive i injekcijskog tijela $\tau_{t,i} = 950$ kPa (raspon 0.30-1.20MPa, hrapava površina), granična nosivost iznosi:

$$R_{t,i} = d \cdot \pi \cdot L_s \cdot \tau_{t,i} \cdot Q_s = 0.025 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 950 \cdot 1 = 78.54 \text{ kN/m'}$$

b) prema vrijednosti posmične čvrstoće injekcijskog tijela, τ_t , odnosno prema jednoosnoj tlačnoj čvrstoći materijala injekcijskog tijela, $\sigma_{c,t}$.

Za usvojenu karakterističnu vrijednost jednoosne tlačne čvrstoće materijala injekcijskog tijela, $\sigma_{c,t} = 5.0$ MPa, granična nosivost iznosi:

$$R_{t,i} = d \cdot \pi \cdot L_s \cdot \frac{\sigma_{c,t}}{2} \cdot Q_s = 0.1 \cdot \pi \cdot 1 \cdot \frac{5000}{2} \cdot 1 = 785.39 \text{ kN/m'}$$

Granična nosivost na kontaktu injekcijskog tijela i tla/stijene, $R_{i,rm}$:

a) prema vrijednosti specifične posmične čvrstoće na kontaktu injekcijskog tijela i tla/stijene, $\tau_{t,rm}$

Za usvojenu vrijednost specifične posmične čvrstoće na kontaktu injekcijskog tijela i tla/stijene $\tau_{t,i} = 1.0$ MPa (prema tablici vapnenac, raspon vrijednosti 1.0 - 1.4 MPa), granična nosivost iznosi:

$$R_{i,rm} = d \cdot \pi \cdot L_s \cdot \tau_{i,rm} \cdot Q_s = 0.1 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 1 = 314.0 \text{ kN/m'}$$

b) prema vrijednosti posmične čvrstoće injekcijskog tijela ili tla/stijene, τ_t , odnosno prema jednoosnoj tlačnoj čvrstoći $\sigma_{c,i,rm}$, 'slabijeg' materijala

Materijal s manjom tlačnom čvrstoćom je stijenska masa, dobiveno iz programa RSData za stijensku masu površinske zone trošenja, te iznosi $\sigma_{c,i,rm} = 1979$ kPa, a karakteristična vrijednost tlačne čvrstoće materijala injekcijskog tijela $\sigma_{c,t} = 5.0$ MPa. Prema tome granična nosivost iznosi:

$$R_{i,rm} = d \cdot \pi \cdot L_s \cdot \frac{\sigma_{c,i,rm}}{2} \cdot Q_s = 0.1 \cdot \pi \cdot 1 \cdot \frac{1979}{2} \cdot 1 = 310.9 \text{ kN/m'}$$

Prema tome, za proračun karakteristične vrijednosti vanjske otpornosti sidara, $R_{o,k}$, mjerodavna je najmanja vrijednost od gore izračunatih graničnih nosivosti, što znači granična nosivost na kontaktu injekcijskog tijela i stijene u iznosu od $R_{i,rm} = 78.54 \text{ kN/m'}$. Kako su u proračunima korištena sidra duljina 3, 6 i 9 m, tada je potrebno za svako sidro izračunati njegovu vanjsku otpornost, $R_{a,k}$ kako je prikazano u tablici 5.

Proračun unutarnje otpornosti sidara, $R_{i,k}$

Unutarnja otpornost sidra $R_{i,k}$ manja je ili jednaka vanjskoj otpornosti te je potrebno koristiti sidra karakteristične granice popuštanja $f_{y,k} = 500 \text{ MPa}$.

Proračunska unutarnja otpornost sidra dobivena je na sljedeći način:

$$R_{i,d} = \frac{f_{y,d} \cdot A}{\gamma_{a,t}}$$

$$f_{y,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ kPa}$$

- Šipke $\emptyset 25 \text{ mm}$

$$A = \frac{\theta^2 \cdot \Pi}{4} = \frac{25^2 \cdot \Pi}{4} = 490.63 \text{ mm}^2$$

$$R_{i,d} = \frac{f_{y,d} \cdot A}{\gamma_{a,p}} = \frac{434.78 \cdot 490.63}{1.5} = 142.3 \text{ kN}$$

gdje su: $\gamma_{a,p}$ – parcijalni koeficijent za otpornost trajnih sidara

γ_s – parcijalni koeficijent za čelik

U tablici 5. prikazan je proračun otpornosti sidara za različite duljine sidara.

Tablica 5. Proračun otpornosti sidara različitih duljina

Duljina sidra L [m]	Mjerodavna otpornost $R_{i,rm}$ [kN/m']	Kar. vanjska otpornost $R_{a,k}$ [kN]	Kar. unutarnja otpornost $R_{i,k}$ [kN]	Parc. faktor za čelik γ_m [-]	Parc. faktor za trajna sidra $\gamma_{a,p}$ [-]	Pror. vanjska otpornost $R_{a,d}$ [kN]	Pror. unutarnja otpornost $R_{i,d}$ [kN]
3	78.54	235.62	245.3	1.15	1.5	157.08	142.2
6	78.54	471.24	245.3	1.15	1.5	314.16	142.2
9	78.54	706.86	245.3	1.15	1.5	471.24	142.2

Proračunska otpornost sidra $R_{a,d}$ jednaka je manjoj vrijednosti od unutarnje $R_{i,d}$ ili vanjske $R_{a,d}$ otpornosti, stoga za sidra duljine 3, 6 i 9 m ona iznosi $R_{a,d} = 142.2 \text{ kN}$.

Zagreb, lipanj 2024.

Projektant:

prof. dr.sc. Meho – Saša Kovačević, dipl.ing.građ.



Naručitelj: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o., Širolina 4, 10 000 Zagreb

Naziv zahvata: Sanacija usjeka od km 213+962 do km 214+202- desno

INVESTITOR: **HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.**
za upravljanje, građenje i održavanje cesta
Širolina 4, 10 000 Zagreb

NARUČITELJ: **HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o.**
za upravljanje, građenje i održavanje cesta
Širolina 4, 10 000 Zagreb

NAZIV ZAHVATA: **Sanacija usjeka u km 213+962**

BROJ: **IZP 46/2024**

4. TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE

4.1. OPĆENITO

Dani tehnički uvjeti izvođenja u skladu su s:

- uobičajenim smjernicama projektiranja i izvođenja predmetnih radova;
- odredbama Zakona o prostornom uređenju;
- odredbama Zakona o gradnji;
- Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20);
- normom HRN EN 1997-1:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004+AC:2009);
- Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama

Tehnički uvjeti mogu se nadopuniti ili izmijeniti u toku samih radova, ali u okvirima predviđenim ovim projektom i u suglasnosti s Projektantom, Nadzornim inženjerom i Investitorom. Takve dopune tehničkih uvjeta obavezuju izvođača radova te ako znače promjenu uvjeta određenih ugovorom, neophodne su dopune ugovora aneksom.

Prije početka svih radova (u fazi pripremnih radova na gradilištu) obavezno je od strane Izvoditelja radova napraviti detaljan Plan izvedbe radova u potpunosti u skladu s ovim Projektom i dostaviti ga na ovjeru Nadzornom inženjeru i Projektantu ovog projekta. Bilo kakve izmjene i prijedloge u skladu s tehnologijom izvedbe radova Izvoditelj radova je dužan dati na suglasnost Projektantu ovog projekta. Predmetno izvođenje radova na izvedbi sanacije pokosa od mogućih odrona kamenih blokova i materijala na dionici autoceste A1 na približno km 214+000 u smjeru prema Splitu, može se okvirno podijeliti na:

- Pripremne radove
- Radove na regulaciji prometa za vrijeme izvođenja radova
- Zaštitu autoceste za vrijeme izvođenja radova
- Geodetske radove
- Radove na čišćenju pokosa i reprofiliiranju stijenske mase
- Radove na izvedbi sidara
- Radove na ugradnji mlaznog betona
- Radove na postavljanju nosive mreže
- Radove na uređenju glave sidara s pločicama
- Radove na postavljanju sajli
- Završne radove

4.2. UVJETI NA TERENU

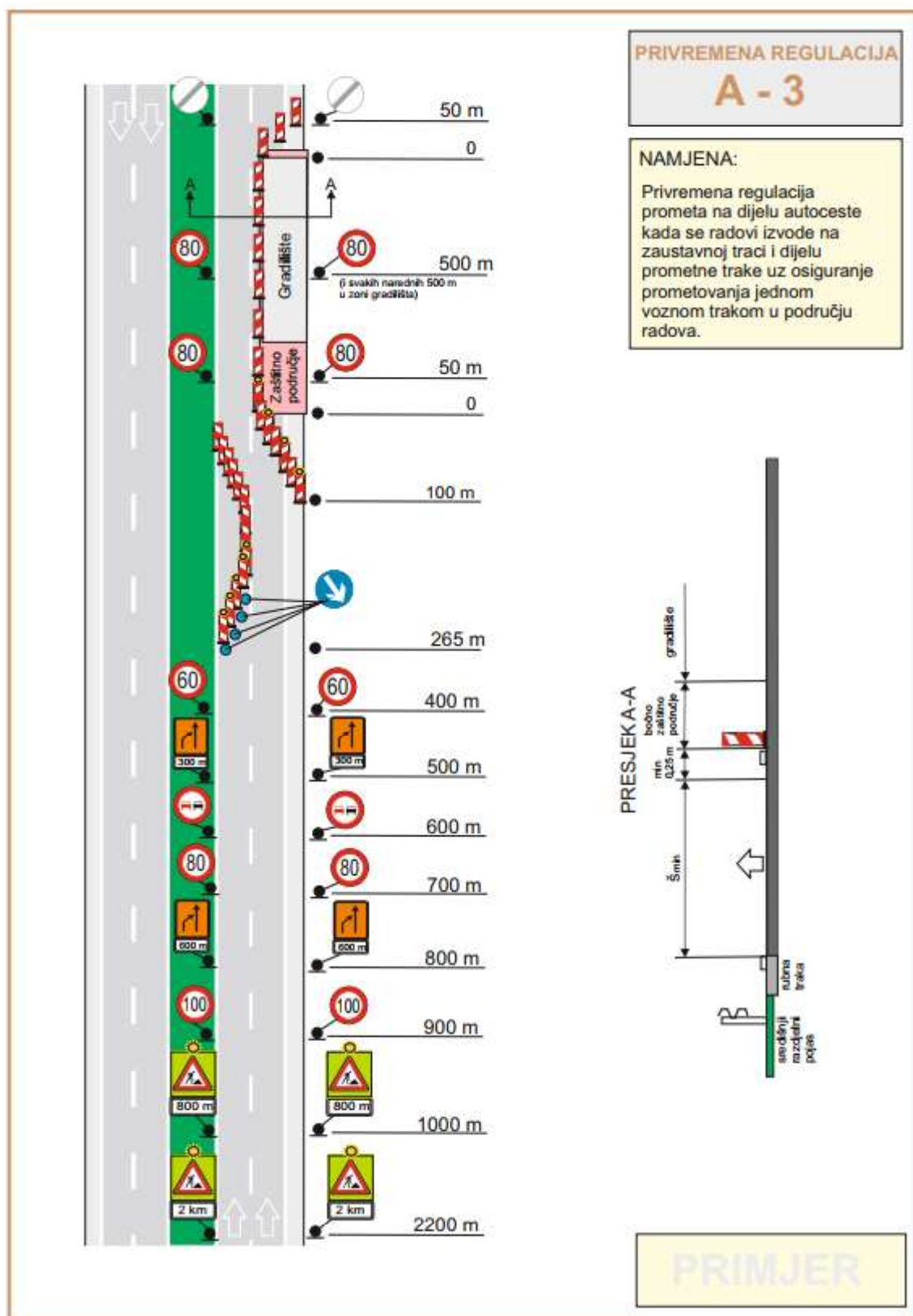
Prije početka radova, potrebno je osigurati:

- Organizaciju gradilišta
- Transport opreme za izvedbu radova i
- Transport i deponiranje materijala potrebnog za rad

Kako bi se upoznali uvjeti na terenu, izvođač radova treba posjetiti i obići lokaciju objekta. Pitanje pristupa lokaciji riješit će investitor, a uređenju gradilišta, kao i kretanju po samom gradilištu treba posvetiti naročitu pažnju.

4.3. RADOVI NA REGULACIJI PROMETA ZA VRIJEME IZVOĐENJA RADOVA

Za vrijeme radova promet treba organizirati po posebnom režimu. Potrebno je zatvaranje zaustavne i vozne trake kolnika sa strane na kojoj se provodi sanacija (u smjeru Splita), za cijelo vrijeme radova. Na slici 22. prikazana je projektom predložena privremena regulacija prometa, A – 3 koju je potrebno usuglasiti s Investitorom prije samog početka izvođenja radova. Stanje privremene regulacije prometa treba kontrolirati povremeno tijekom radova.



Slika 32. Privremena tipska regulacija prometa, A - 3

4.4. ZAŠTITA AUTOCESTE I OSIGURANJE GRADILIŠTA ZA VRIJEME IZVOĐENJA RADOVA

U cilju zaštite autoceste nužno je postaviti zaštitnu ogradu između površina na kojima se izvode radovi i prometnih površina kako bi se fizički odvojili gradilište i promet te kako bi se spriječilo kotrljanje kamenja po površini gdje se odvija promet. Može se koristiti ograda tip "New Jersey" ili sličan tip montažne ograde, nadvišena sa zatvorenom metalnom ogradom ukupne visine minimalno 3 m. Zaštita se postavlja na cijeloj duljini zahvata.

Zaštita prometnih površina izvodi se kako bi se izbjegla oštećenja kolnika od pada materijala s pokosa. Na površini vozne i zaustavne trake kolnika potrebno je tijekom radova postavljati zaštitu kolnika: geotekstil i na njega nasipati sitniju kamenu drobinu u debljini 20 cm. Zaštita kolnika postavlja se u slučaju pada kamenih blokova s pokosa kako bi se umanjila oštećenja kolnika i spriječili odskoci kamenja koji padnu s pokosa.

Potrebno je prije početka radova provesti kontrolu je li postavljena ograda, a tijekom radova kontrolirati izvodi li se lokalna zaštita kolnika. Sanacije oštećenja na kolniku, nastalih zbog toga što predviđena zaštita nije izvedena, past će na teret izvoditelja.

Svi privremeni objekti trebaju se izvesti i postaviti tako da im bude osigurana stabilnost i da u svemu odgovaraju zakonskim zahtjevima za svrhe za koje su namijenjeni.

Potrebno je provoditi kontrolu osiguranja gradilišta prije početka radova te povremeno tijekom radova

4.5. ČIŠĆENJE POKOSA

Čišćenje pokosa sadrži skidanje postojeće zaštitne mreže, prikupljanje materijala nakupljenog na dnu pokosa, ručno uređivanje površine pokosa, uklanjanje nevezanih kamenih blokova, odlomaka i kršja stijene, s prebacivanjem do nivoa kolnika, privremenim deponiranjem, utovarom i odvozom na primjereno odlagalište. Radove treba izvoditi uz dosljednu primjenu pravila zaštite na radu. Pri čišćenju terena potrebno je kontrolirati:

- privremeno deponiranje i odvoz kamenih blokova, odlomaka i kršja na trajnu deponiju,
- primjenu higijensko-tehničkih zaštitnih mjera.

4.6. UKLANJANJE POSTOJEĆE ZAŠTITNE MREŽE

Postojeću zaštitnu mrežu je potrebno ukloniti s cijelog stijenskog pokosa zahvaćenog predmetnom sanacijom te istu adekvatno trajno odložiti.

4.7. UKLANJANJE VEGETACIJE, GRMLJA I DRVEĆA NA POKOSU

Uklanjanje sve vegetacije, grmlja i drveća u zoni od donjeg ruba pokosa do zaštitne ograde na vrhu pokosa, duž cijele, sanacijom zahvaćene, površine pokosa. S naglaskom na uklanjanje sve vegetacije pri samom kraju pokosa, u smjeru Splita, gdje je uočena znatna količina vegetacije, grmlja i drveća, a gdje je planirana ugradnja sidara, mlaznog betona i mreže.

4.8. PROFILIRANJE I ČIŠĆENJE POKOSA I UKLANJANJE NESTABILNIH BLOKOVA

Profiliranje pokosa te čišćenje pokosa od olabavljenih blokova, crvenice, kamenja te odstranjivanje odronjenog materijal duž cijelog pokosa. Profiliranje se vrši strojno s mehanizacijom koja omogućuje izvođenje radova sa što udaljenije točke (npr. bager s dugom rukom ili slično) i/ili ručno. Prikupljanje materijala nakupljenog na dnu pokosa, ručno uređivanje površine pokosa, uklanjanje nevezanih kamenih blokova, odlomaka i kršja stijene, s prebacivanjem do nivoa terena, privremenim deponiranjem, utovarom i odvozom na primjereno odlagalište.

Radove treba izvoditi uz dosljednu primjenu pravila zaštite na radu.

Pri čišćenju terena potrebno je kontrolirati:

- privremeno deponiranje i odvoz kamenih blokova, odlomaka i kršja na trajnu deponiju,
- primjenu higijensko-tehničkih zaštitnih mjera.

Sve blokove veće od 1.0 m³ potrebno je ukloniti s pokosa, a prethodno ih označiti, fotografirati i izmjeriti.

4.9. PRIJEVOZ MATERIJALA

Kako bi se radovi kontinuirano i neometano odvijali potrebno je omogućiti kvalitetan dovoz potrebnih materijala i odvoz materijala. Zato treba definirati trase za dovoz i odvoz materijala te dolazak i odlazak s gradilišta za svakog sudionika u gradnji u skladu s prometnim rješenjem. Tijekom radova potrebno je promet na definirani način usmjeravati. U planu radova treba definirati trase lokalnih transporta po gradilištu. Na gradilište se dovozi materijal za zaštitu pokosa (sidra, mreža, mlazni beton,...). Odvozi se materijal sa pokosa (mreža, glina, kameni blokovi, rastrošena stijenska masa).

Tijekom trajanja radova, kod prijevoza materijala treba kontrolirati da se na gradilištu i javnim cestama:

- provodi organizacija prometa uz poštivanje prometnog rješenja,
 - pravilno postavlja i održava gradilišna cesta,
 - postavlja i održava prometna signalizacija,
- u potpunosti osigura prijevoz na samom gradilištu i javnim prometnim površinama.

4.10. ODLAGANJE MATERIJALA

Materijal s površine pokosa (glina, kameni blokovi, odlomci i kršje stijene) zbrinjava se na primjerenom privremenom odlagalištu do odvoza na trajnu deponiju. Poziciju odlagališta predlaže Izvođač, a odobrava Nadzorni Inženjer. Potrebno je predvidjeti mjesto za odlaganje postojeće zaštitne mreže.

Tijekom trajanja radova, treba kontrolirati:

- da se materijal određen za privremeno i trajno odlaganje redovito odvozi s gradilišta na prikladna odlagališta i odlaže na siguran način,
- da se odlaganje materijala na gradilištu izvodi na siguran način koji neće izazivati neželjene posljedice (zarušavanja, odroni) i na mjestima gdje ne ometa odvijanje i sigurnost radova i prometa.

4.11. IZVEDBA SANACIJE POKOSA

Kako je fenomen odrona, valjanje i pad stijene i kamenja, jedan od najopasnijih i iznenadnih pojava geotehničke nestabilnosti, i to često u područjima ljudske djelatnosti (infrastruktura, ceste, naselja i sl.), isti zahtijevaju prikladnu geotehničku intervenciju kako bi se zaštitilo stanovništvo, posebno u brdskim i planinskim područjima. Uobičajena tehnička rješenja podrazumijevaju vrlo često uporabu zaštitnih mreža, uz koje se mogu kombinirati i drugi elementi poput rubnih sidara, sajli, ploče za distribuciju sila i sl. Takvi radovi obuhvaćaju osiguranje i zaštitu pokosa u kamenim terenima primjenom mreže u slučaju postojanja labilnih djelova, a sve površine koje je potrebno zaštititi predviđene su projektom ili ih određuje nadzorni inženjer.

Pokos u zoni zahvata je cijelom površinom prekriven nenosivom mrežom te će se cijeli pokos stabilizirati kombiniranjem mreže, sidara i sajli, uz dvije zone koje se stabiliziraju dodatno nanošenjem i mlaznog betona zbog znatne trošnosti stijene na tom području. Na taj način ostvaruje se nosiva mreža i stabilizacija stijenskog pokosa.

A) ZAŠTITA POKOSA SIDRIMA

Na sidra se primjenjuje OTU stavka 8.03.1.2.7. Sidra se izvode 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. Ako izvođač smatra da se radovi mogu izvesti efikasnije nekom drugom tehnologijom, primjerice samobušiva sidra, za isto mora dobiti odobrenje od projektanta ovog projekta. Sva ugrađena sidra tretiraju se kao trajna sidra. Za sva sidra izvođač radova dužan je pribaviti atestnu dokumentaciju od ovlaštene institucije prije ugradnje sidara. Svakom građevinskom proizvodu, pa tako i sidrima, mora se dokazati njegova uporabljivost. Ovisno o načinu isporuke proizvođač ili trgovac ili uvoznik kvalitetu proizvoda jamči Izjavom o sukladnosti. Ova se izjava izdaje temeljem Izvještaja o ispitivanju proizvoda provedenog u ovlaštenoj instituciji.

Izjava o sukladnosti proizvoda sadrži:

- tvrtku i sjedište, ime i adresu proizvođača ili uvoznika,
- naziv, kratki opis i namjenu građevnog proizvoda,
- izjavu da je građevni proizvod sukladan tehničkoj specifikaciji određenoj za taj proizvod (Hrvatskoj normi HRN EN)
- oznaku tehničkih specifikacija koje su mjerodavne za ocjenjivanje sukladnosti građevnog proizvoda (identifikacijska oznaka, toplinska provodljivost, zapaljivost i dr.)
- oznaku sustava ocjenjivanja sukladnosti koji je proveden ili se provodi,
- tvrtku i sjedište ovlaštenih osoba za obavljanje poslova ocjenjivanja sukladnosti koje su sudjelovale u ocjeni sukladnosti, evidencijski broj ovlaštene osobe te klasu, ur. broj i datum ovlaštenja za obavljanje tih poslova,
- klasu, ur. broj i datum izdavanja izjave,

- ime, svojstvo i potpis osobe koja je ovlaštena za potpisivanje u ime proizvođača ili uvoznika građevnog proizvoda.

Raspored sidara i vrsta sidra

Za zaštitu pokosa koristit će se sidra duljine 3,6 i 9 m u 9 redova, gdje se izvode 3 reda s duljinom od 3 m, 3 reda s duljinom od 6 m i 3 reda s duljinom od 9 m, kako je prikazano u nacrtu 6.4. Zahtijevana karakteristična nosivost ovih sidara je 245 kN. Sidra u svemu moraju odgovarati OTU, knjiga V, točka 8.03.1.2.7. Sidra se izrađuju od šipki B500B, promjera $\Phi 25$ mm. Sva sidra moraju odgovarati zahtjevima HRN za čelik. Gotova sidra moraju se transportirati i skladištiti tako da se mehanički ne oštećuju, ne prljaju i da ne korodiraju. Izvođač sidara treba priložiti ateste za čelik od kojeg su izrađene sidrene šipke. Tijekom izvođenja radova treba obavljati kontrolna ispitivanja sidara prema ovdje danim tehničkim uvjetima izvođenja.

Sidrene šipke, pločice i navrtke

Predviđena je upotreba sidrenih šipki duljine 3, 6 i 9 m, izrađenih od šipki B500B, promjera $\Phi 25$ mm, kod kojih glavu sidra čini navoj na početku sidrene šipke te podložna pločica s ušicama.

Minimalne dimenzije čelične podložne pločice su 200x200x10 mm. Čelične pločice na sidra i pokos pritežu se odgovarajućim maticama. Početak sidrenih šipki (duljine minimalno 1 m), podložne pločice i navrtke moraju biti pocinčane (toplo pocinčanje minimalne debljine 70 μm). Na čelik od kojeg će biti izrađene sidrene šipke primjenjuju se poglavlja 7.00.2.3 i 7.01.5 OTU.

Distanceri

Kod ugradnje sidra potrebno je koristiti distancere koji osiguravaju da sidra ne "leže" na stjenci bušotine kako bi se omogućilo potpuno obavijanje sidra injekcijskom smjesom.

Injekcijske smjese treba raditi na bazi cementa 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, a sve prema HRN U.E3.015.

Sastav i konzistenciju smjese treba odrediti tijekom prethodnih ispitivanja. Na injekcijsku smjesu primjenjuju se odredbe OTU, knjiga V, točka 8.03.1.2.7 (mort za zalijevanje).

Konstrukcija sidra

Sidro se sastoji od sidrene šipke, navrtke, podložne pločice (s ušicama) i distancera. Sidro se ulaže u bušotinu, a prostor između sidrene šipke i stjenke bušotine se ispunjava injekcijskom smjesom na bazi cementa.

Tehnologija ugradnje

Radovi na izradi sidara sastoje se od slijedećih faza:

- izrada bušotine, injektiranje i ugradnja sidra
- uređenje glave sidra
- završni radovi

U injekcijsku smjesu je potrebno dodati sredstvo za povećavanje volumena betona tijekom vezivanja. Povećanje volumena treba biti do 1-2%. Ako proizvođač daje recepturu za korištenje aditiva, treba je se pridržavati. Izvođač radova je dužan pribaviti odgovarajuće dokumente o sukladnosti aditiva s traženim svojstvima prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17). Nadzorni inženjer će kontrolirati kvalitetu i način ugradnje štapnih sidara.

Priprema injekcijske smjese

Injekcijska smjesa se priprema od cementa, vode i dodataka, pri čemu treba biti minimalno 600 kg cementa na 1 m³ gotove injekcijske smjese. Za pripremu injekcijske smjese treba koristiti cement CEM II 42,5 N. Obradivost, sposobnost tečenja, zadržavanje vode i bubrenje postiže se izradom sastava i upotrebom dodataka. Injektiranje se izvodi smjesom čiji je orijentacijski sastav slijedeći:

- cement CEM II 42,5 N
- dodatak za bubrenje
- dodatak za obradivost
- dodatak za ubrzano vezivanje
- odnos cement : voda = 1 : 0,44

Spravljanje smjese treba vršiti pomoću posebne miješalice - 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. Prvo se izmiješaju suhe komponente s manjom količinom vode, kako ne bi došlo do grudanja smjese, a zatim se dodaje potrebna količina vode za postizanje tražene konzistencije. Točan sastav smjese je potrebno odrediti u laboratoriju za materijale koji će se upotrijebiti. Potrebno je tijekom rada kontrolirati svojstva injekcijske smjese uzimanjem uzoraka na miješalici i na izlazu iz injektora. Ovi uzorci se čuvaju na gradilištu te se ispituje tlačna čvrstoća, a dodatno i protočnost Marsheovim lijevkom i dekantacija. Ukoliko je razlika u čvrstoći uzoraka uzetih iz miješalice 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. Materijal treba biti atestiran i pravilno uskladišten. Konzistencija gotove smjese treba odgovarati tehnologiji injektiranja. Kod određivanja potrebne količine vode i konzistencije svježje smjese treba voditi računa o načinu ugrađivanja.

Smjesa za injektiranje treba imati slijedeća svojstva:

- dobru sposobnost tečenja
- dobru obradivost

- malo otpuštanje vode
- sposobnost bubrenja od 1% do 2%
- razred čvrstoće uzorka C25/30
- minimalnu ili nikakvu razliku čvrstoće uzorka na miješalici i izlazu injektora

Bušenje i injektiranje

Sidra će se izvoditi tehnologijom bušenja. S platoa koji je prethodno pripremljen za izvedbu sidara, izvodi se bušenje kosih bušotina duljine prema grafičkim priložima pod nagibom od 15°, a promjer bušotine je min. 100 mm. Ugradnja sidra izvodit će se na visinama, što će zahtijevati upotrebu odgovarajuće opreme za ugradnju. Ugradnja sidara izvodi se tako da se sidrena šipka postavlja u bušotinu, a injektiranje izvodi od dna bušotine prema glavi sidra. Mora se osigurati da sidro bude injektirano po cijeloj dužini, što se može postići isključivo punjenjem bušotina od dna prema ušću te praćenjem pojave curenja injekcijske smjese iz bušotine i korištenjem distancera.

Injektiranje treba provoditi svakodnevno. Nije dopušteno ostavljanje sidra u nezainjektiranim bušotinama, jer može doći do zarušavanja bušotina i nemogućnosti kasnijeg injektiranja. Izvoditelj je dužan voditi računa da promjer bušotine bude dovoljan da se cijev za injektiranje može postaviti uz sidro do dna bušotine, te da se osigura i upotreba distancera.

Nakon djelomičnog stvrdnjavanja injekcijske smjese treba postaviti podložnu pločicu te istu navrtkom priljubiti na površinu pokosa (navrtku stegnuti snagom ruke uz upotrebu normalnog "okastog" ključa ako se ne koristi strojno stezanje).

Vlačni element sidra

Kako je već spomenuto, odabrana su štapna sidra koja imaju karakterističnu silu popuštanja minimalno 245 kN. Nakon što je sidro ugrađeno i zapunjeno injekcijskom smjesom, treba proći minimalno sedam dana u iznimnim situacijama, odnosno 10 dana u regularnoj situaciji kada se pristupa uređenju glave sidra.

Ispitivanje sidra

Ispitivanja treba provesti u skladu s preporukama iz projekta i prema normi HRN EN 1537 te normi HRN EN ISO 22477-5..

Predviđena su ispitivanja prikladnosti i prihvatljivosti sidara. Ispitivanje trajnih i privremenih štapnih sidara provodi se prema smjericama iz norme HRN EN 1997-1:2012, prema kojima su predviđena ispitivanja prikladnosti i prihvatljivosti. Obzirom da je karakteristična otpornost $R_{a,k}$ sidara određena proračunom, tada je potrebno dobivene vrijednosti potvrditi ispitivanjem prikladnosti ugrađenih sidara (**ispitivanje prikladnosti, eng. "suitability test"**), gdje se provjerava ima li sidro proračunom predviđenu karakterističnu otpornost $R_{a,k}$. Prema smjericama iz norme HRN EN 1997-1:2012, potrebno je ispitati najmanje 2% svih ugrađenih sidara (za trajna sidra), ili najmanje 1 sidro za svaki

skup različitih uvjeta u tlu/stijeni, da bi se utvrdila karakteristična otpornost sidra na čupanje (granična nosivost). I pored prethodno navedenih ispitivanja, potrebno je ispitati ostala odabrana sidra opterećivanjem do proračunske (radne) otpornosti sidra $R_{a,d}$ (**ispitivanje prihvatljivosti, eng. "acceptance test"**).

Detaljniji program ispitivanja prikladnosti i prihvatljivosti trajnih štapnih sidara je dan u nastavku.

ISPITIVANJA PRIKLADNOSTI:

- Ispitivanja prikladnosti je potrebno obaviti na po jednom trajnom štapnom sidru od svake duljine (3, 6 i 9 m), dakle ispitivanjem prikladnosti je potrebno ispitati ukupno 3 sidra.
- Minimalni period između ugradnje i ispitivanja prikladnosti sidara je 10 dana.
- Svako sidro se ispituje do 0,9 x karakteristične otpornosti, odnosno do sile od $R_{a,k} = 220$ kN
- Nakon dosega karakteristične otpornosti, potrebno je sidro otpustiti (smanjiti silu na 0 kN).
- Lokacije za ispitivanje prikladnosti sidara odredit će Nadzorni inženjer uz suglasnost Projektanta.
- Rezultate ispitivanja, odnosno privremena izvješća o obavljenim ispitivanjima sidara, potrebno je Projektantu ovog geotehničkog projekta dostavljati redovno na uvid.
- Ako rezultati pokažu da je otpornost sidara zadovoljavajuća, projektant daje pismenu suglasnost za nastavak radova izvedbi sidara, koju dostavlja Nadzornom inženjeru.
- Bez pismene suglasnosti Projektanta, Nadzorni inženjer ne smije odobriti daljnji nastavak radova.
- Ukoliko rezultati pojedinih ispitivanja ukažu na manju otpornost sidara od projektom zahtijevane, Projektant će dati upute za daljnje korake.
- Nakon završetka ispitivanja prikladnosti sidara, potrebno je izraditi i dostaviti završno izvješće Projektantu na ovjeru.

ISPITIVANJA PRIHVATLJIVOSTI:

- Sidra je potrebno ispitati do proračunske otpornosti, odnosno do sile od 142 kN
- Nakon dosega proračunske otpornosti, potrebno je sidro otpustiti (smanjiti silu na 0 kN).
- Rezultate ispitivanja, odnosno privremena izvješća o obavljenim ispitivanjima sidara, potrebno je Projektantu ovog geotehničkog projekta dostavljati redovno na uvid.
- Ako rezultati pokažu da je otpornost sidara zadovoljavajuća, projektant daje pismenu suglasnost za nastavak radova na iskopu sljedeće etaže, koju dostavlja Nadzornom inženjeru.
- Bez pismene suglasnosti projektanta Nadzorni inženjer ne smije odobriti daljnji nastavak radova.
- Ukoliko rezultati pojedinih ispitivanja ukažu na manju otpornost sidara od projektom zahtijevane, Projektant će dati upute za daljnje korake.
- Nakon završetka ispitivanja prihvatljivosti sidara, potrebno je izraditi i dostaviti završno izvješće Projektantu na ovjeru.

Tekuća i kontrolna ispitivanja sidara

Tijekom izvođenja radova treba provoditi kontrolna i tekuća ispitivanja sidara. Tekuća ispitivanja provodi Izvoditelj, a kontrolna neovisno tijelo.

Kod tekućih ispitivanja prihvatljivosti silu treba povećavati do proračunske/zahtjevane nosivosti od 142 kN. Tekuća ispitivanja se provode na 25% ukupnog broja ugrađenih sidara (67 sidara), a lokacije ispitnih sidara definirat će geotehnički nadzor u suradnji s projektantom.

Kod kontrolnih ispitivanja prihvatljivosti silu treba povećati do proračunske/zahtjevane nosivosti od 142 kN. Kontrolna ispitivanja prihvatljivosti provode se na 5% ukupnog broja ugrađenih sidara (13 sidara), a lokacije ispitnih sidara definirat će geotehnički nadzor u suradnji s projektantom.

Kod kontrolnih ispitivanja prikladnosti silu treba povećati do $0.9 \times$ karakteristične vrijednosti od 220 kN. Kontrolna ispitivanja prikladnosti provode se na 3 sidra (po 1 sidro duljine 3 m, 6 m i 9 m), a lokacije ispitnih sidara definirat će geotehnički nadzor u suradnji s projektantom.

Kontrola i osiguranje kakvoće kod sidra obuhvaćaju:

- provjeru kvalitete sidara koji se ugrađuju, odnosno eventualnih oštećenja nastalih pri transportu i deponiranju na gradilištu,
- provjera postojanja antikorozivne zaštite,
- provjera dimenzija sidra i podložnih pločica,
- pri ugradnji: pozicija, smjer, nagib i duljina sidra prema projektu,
- injektiranje sidra,
- provođenje ispitivanja.

Program ispitivanja prikladnosti dan je u tablici 6. za sidra duljine 3, 6 i 9 m, a program ispitivanja prihvatljivosti prikazan je u tablici 7.

Tablica 6. Program ispitivanja prikladnosti za sidra od 3, 6 i 9 m

PRIKLADNOST – Sidra duljine L = 3, 6 i 9 m			
FAZA	Sila naprezanja	Vrijeme postizanja sile u sidru	Održanje sile (uz očitavanje pomaka)
	(kN)	(min.)	(min.)
1	60	2	8
2	20	2	8
3	40	3	10
4	70	3	10
5	100	3	10
6	130	3	10
7	160	3	10
8	190	3	10
9	220	5	40
	0	2	
UKUPNO TRAJANJE		145 min	
Broj sidara		3	

Tablica 7. Program ispitivanja prihvatljivosti za sidra od 3, 6 i 9 m

PRIHVATLJIVOST – Sidra duljine L = 3, 6 i 9 m			
FAZA	Sila naprezanja	Vrijeme postizanja sile u sidru	Održanje sile (uz očitavanje pomaka)
	(kN)	(min.)	(min.)
1	60	2	2
2	20	2	2
3	40	2	2
4	60	2	3
5	80	2	3
6	100	2	3
7	120	2	6
8	142	2	6
	0	2	
UKUPNO TRAJANJE		43 min	
Broj sidara		67 (tekuće) + 13 (kontrolno)	

B) ZAŠTITA POKOSA PRIMJENOM MLAZNOG BETONA

Primjena mlaznog betona planirana je na dvije kritične zone (prikazano u nacrtu 6.3) u kojima je uočena znatna trošnost stijenske mase i pojava diskontinuiteta značajnog zijeve s ispunom. Kako bi se osigurala stabilizacija tog dijela usjeka primijenit će se mlazni beton debljine 10 cm, nanošenjem u dva sloja po 5 cm, čemu prethodi poravnanje neravnina površine pokosa.

Zahtjevi postavljeni na mlazni beton su:

- Klasa betona C 30/37
- Izvedba poravnanja neravnina površine pokosa
- Izvedba obloge: sloj mlaznog betona debljine 10 cm

Projektom se ne postavljaju zahtjevi za rane čvrstoće betona. Ubrzivače treba primijeniti u slučaju potrebe, što će se ustanoviti za vrijeme izvođenja radova. Materijal i izvedba moraju u potpunosti odgovarati uvjetima iz knjige IV (Betonski radovi) OTU, točka 8-03.1.1. Projekt mlaznog betona dužan je napraviti izvođač radova prije početka radova. Projekt mora biti prihvaćen od strane Nadzornog Inženjera. Ispitivanje mlaznog betona provodi se prema sljedećem rasporedu; prije početka gradnje potrebno je obaviti prethodna, a u tijeku radova treba vršiti tekuća i kontrolna ispitivanja. Prethodna i tekuća ispitivanja obavljat će Izvođač radova prema programu kojeg će izraditi u skladu s važećim propisima i projektom mlaznog betona. Kontrolna ispitivanja obavljat će laboratorij Investitora, a prema programu kojeg će sačiniti tehnolog iz nadzorne službe Investitora. Kontrola kvalitete mlaznog betona podrazumijeva kontrolna ispitivanja čvrstoće i debljine ugrađenog betona. Debljina obloge se kontrolira na valjcima promjera 30 do 50 mm ili udarnim bušenjem bez jezgrovanja ukoliko je kontakt betona i stijene jasan. Debljina se može kontrolirati i probadanjem svježe mase tijekom rada. Treba obaviti jedno mjerenje na svakih 100 m². Sve otvore na površini mlaznog betona koji su posljedica uzorkovanja i kontrole debljine potrebno je ispuniti cementnim mortom. Kriteriji za prihvaćanje kvalitete su klasa betona i zahtijevana debljina.

Barbakane- procjednice

Da bi se spriječilo stvaranje hidrostatskog tlaka, predviđeno je postavljanje barbakana na rasteru 2.0 x 2.0 m, duljine cijevi od 1 m, između sidara. Za barbakane – procjednice koriste se preforirane cijevi, minimalno DN50, koje se oblažu geotekstilom kako bi se spriječilo začepljenje perforacija. Nagib cijevi treba biti prema izljevu.

Laboratorijsko ispitivanje tlačne čvrstoće injekcijske smjese i mlaznog betona

Tijekom izvođenja injektiranja sidara kontinuirano treba vršiti tekuća ispitivanja tlačne čvrstoće očvrslе cementne suspenzije (cementnog kamena), kao i tlačne čvrstoće mlaznog betona. Laboratorijsko ispitivanje tlačne čvrstoće treba provesti u skladu sa HRN EN 445, HRN EN 447 i HRN EN 12390. Kontrola se provodi laboratorijski na uzorcima uzetim iz miješalice. Uzorci se uzimaju u posude minimalnog promjera 100 mm s omjerom visina/promjer = 2. Navedenim ispitivanjima treba utvrditi

promjenu volumena injekcijske smjese i mlaznog betona tijekom očvršćavanja te da nakon 28 dana postiže srednju čvrstoću C30/37.

Dnevno se uzimaju 2 uzorka injekcijske smjese, a Nadzorni inženjer će odrediti 2 reprezentativna uzorka koji će se dati na laboratorijsko ispitivanje.

Dnevno se uzimaju 4 uzorka mlaznog betona, a Nadzorni inženjer će odrediti 4 reprezentativna uzorka koji će se dati na laboratorijsko ispitivanje.

O kontrolnim ispitivanjima treba izraditi izvještaj i dostaviti ga Nadzornom inženjeru.

Izvještaji trebaju sadržavati sljedeće podatke:

- Opći dio: naziv materijala, mjesto uzorkovanja, podatke o naručitelju ili proizvođaču, način i datum uzrokovanja i završetka ispitivanja, namjenu materijala i laboratorijsku oznaku uzorka,
- Rezultate laboratorijskih ispitivanja
- Ocjenu kvalitete materijala s obzirom na vrstu i namjenu.

C) ZAŠTITA POKOSA PRIMJENOM MREŽE

Zaštita pokosa mrežama za zaštitu od odrona prikazana je na nacrtu 6.5. Predviđa se primjena ojačanih mreža protiv odrona, čelična romboidna pocinčana mreža veličine otvora 90x135 mm. Ovakav način zaštite od odrona kamenja izvodi se tako što se mreža pričvršćuje na pokos sidrima i sajlama kako bi se cijela površina pokosa stabilizirala.

Mreže se koriste kao osnovna zaštita pokosa u stijenskim materijalima za sprječavanje padanja sitnog kamenja na prometnicu. Uslijed atmosferskih utjecaja, a pogotovo zbog ciklusa smrzavanja i odmrzavanja, neizbježno dolazi do erozije na pokosu. Mreže se postavljaju na površinu usjeka, s učvršćenjem sidrima i sajlama po cijeloj površini usjeka, sve prema OTU 2.15.9.

Karakteristike zaštitnih mreža:

romboidna pocinčana mreža	TIP 9x13,5
jednostruko pocinčanje	200 g/m ²
otvor	90x135 mm
vlačna čvrstoća mreže	900 N/mm ²
min. vlačna čvrstoća mreže u glavnom smjeru	60 kN/m
promjer žice	2,7 mm

Sustav aktivne zaštite sastoji se od:

1. Čelične mreže promjera 2,7 mm, razine vlačne čvrstoće 900 N/mm^2 , romboidnog oblika, otvora veličine $90 \times 135 \text{ mm}$, s antikorozivnom zaštitom koja se sastoji od 95% cinka i 5% aluminija, 200 g/m^2 , čime se trajnost produljuje i do tri puta.
2. Rubnih sidara za zemlju ili kamen kojima se mreža dodatno učvršćuje i pritišće na površinu, a također mogu poslužiti za dodatnu stabilizaciju dubljih slojeva tla, ovisno o terenu i dubini bušenja.
3. Pričvrsne ploče (dijamantnog oblika, pocinčane i s ušicama), pomoću koje se mreža dodatno prednapreže te se tako postiže potrebna stabilnost pokosa.

Instalacija mreže vrlo je jednostavna i gotovo je ne treba održavati. Ovisno o stanju terena, kosina se čisti od raslinja, ankeri se bušenjem postavljaju na potrebnome razmaku. Nakon toga mreža se jednostavno polaže na pokos te se dodatno prednapregne pričvrsnim pločama, odnosno sajlama. Tim načinom stabilizacije terena uspješno se rješavaju problemi deformacija na nestabilnome tlu, odrona kamenja te ispiranja procjedne i oborinske vode, što izaziva odrone.

Mreža se prihvaća za podlogu pomoću rubnih štapnih sidara promjera $\Phi=25,0 \text{ mm}$, na vrhu i rubovima pokosa, duljine $L=1,5 \text{ m}$, a na donjem kraju mreže duljine $L=1,0 \text{ m}$, na međusobnom razmaku od $3,0 \text{ m}$ te čelične užadi minimalnog promjera $\Phi=12,0 \text{ mm}$, minimalne vlačne čvrstoće $F_{tk}=1770,0 \text{ N/mm}^2$. Za pojačanje mreže kako bi se ona smatrala nosivom potrebno je provlačenje čeličnog užeta kroz pocinčane pločice s ušicom (dimenzija $200 \times 200 \times 10 \text{ mm}$) na sidrima, u dijagonalnom smjeru te po obodu mreže.

Čelično uže se na završecima hvata spojnicama (nacrt 6.6.4). Razmotavanje se može vršiti od nožice pokosa prema gore, pomoću mehanizacije (krana) ili razmotavanjem s krune pokosa prema dolje. U tom slučaju, role materijala se poslažu uzdužno po nasipu, te se nakon fiksiranja na kruni odmotavaju prema dolje. Nakon spuštenih 3-4 role, pristupa se fiksiranju po pokosu.

Način postavljanja mreža:

- podloga na koju se mreža postavlja mora biti poravnata, očišćena od rastresenih i labilnih dijelova (OTU 2.15.9).
- učvršćivanje mreža na vrhu pokosa izvoditi čeličnim sidrima, sa šipkom B500B, $\varnothing 25 \text{ mm}$, na međusobnom razmaku $3,0 \text{ m}$ tako da je svaka mreža širine 3 m učvršćena s dva sidra,
- sidra za sidrenje mreža su na vrhu pokosa duljine 150 cm , od čega se 120 cm zabija u podlogu, a 30 cm se savija od pokosa
- sidra se u podlogu mehanički zabijaju. Ako zabijanje zbog tvrdoće nije moguće, sidra se ugrađuju u prethodno izbušene rupe, koje se zatim ispunjavaju injekcijskom smjesom (prema tehničkim uvjetima za injekcijsku smjesu za sidra) i u nju se uranja sidro. Ako se na mjestu predviđenom za sidro nalazi glineni džep za ugradnju sidra potrebno je prethodno izbušiti rupu promjera cca 10 cm te u istu ubetonirati sidro.

- mreže se na udaljenosti 0,5 m od kraja nataknu na sidra, na vrhu mreže postavlja se čelična sajla $\varnothing 12$ mm (ista se na završetcima hvata spojnicama) preko koje se preklapa 0,5 m mreže te se i preklop mreže natakne na sidra. Preklop se zatim na kraju mreže sidri „U“ profilima (B500B, $\varnothing 12$ mm, $l = 50$ cm) u donju mrežu i u podlogu (nacrt 6.6.4). Ako će se za uzdužno spajanje mreža koristiti čelični prsteni tada se istima može izvoditi i pričvršćenje preklopa za donju mrežu (umjesto "U" profilima).
- mreža do mreže duž usjeka spaja se upletanjem pocinčane žice $\varnothing 6$ mm. Dozvoljeno je spajanje pocinčanim prstenima (debljine $\varnothing 3$ mm, vlačne čvrstoće 170 N/mm^2 , na maksimalnom razmaku 20 cm),
- donji kraj mreže dodatno se pričvršćuje rubnim sidrima, kako je navedeno, duljine $L = 100$ cm, od čega se 70 cm zabija u podlogu, a 30 cm savija od pokosa.

Svi elementi zaštite koji ostaju na površini moraju imati odgovarajuću antikorozivnu zaštitu. 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.

Čelične sajle

Preko mreža razapinju se sajle kojima se povezuju ugrađena sidra za zaštitu pokosa. Prijanjanje na teren ostvaruje se pocinčanim pločicama s ušicom, dimenzija $200 \times 200 \times 10$ cm, kroz koje se sajle provlače, i pritezanjem maticama.

Sajle trebaju ispunjavati slijedeće uvjete:

- promjer $\phi 12 \text{ mm}$
- minimalna vlačna čvrstoća $F_{tk} = 1770 \text{ N/mm}^2$

Zbog potrebe da svi elementi zaštite, koji ostaju na površini, imaju odgovarajuću antikorozivnu zaštitu, čelične sajle i elementi za spajanje sajli na sidra moraju biti pocinčani.

4.12. ZAVRŠNI RADOVI

Po završetku izvedbe projektiranih radova sva oprema i preostali materijal uklanjaju se s radne površine, teren se dovodi u projektirano stanje i uklanja se sav preostali građevni materijal.

Uklanja se zaštita kolnika, zaštitna ograda između kolnika, ponovno se postavljaju privremeno uklonjeni montažni elementi uz autocestu (znakovi, ograde i sl.) na originalne pozicije.

Izvodi se freziranje habajućeg sloja asfalta i ugradnja novog habajućeg sloja na mjestima na kojima tokom radova dođe do oštećenja. Navedeno ulazi u trošak Izvođača radova.

Uklanja se privremena i uspostavlja redovita regulacija prometa.

Kontrola se provodi tijekom radova i nakon završetka svih radova.

4.13. PRIKAZ TEHNIČKIH MJERA ZAŠTITE NA RADU

Temeljem Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 154/14, NN 94/18, NN 96/18), daje se prikaz tehničkih mjera i rješenja za primjenu pravila zaštite na radu. Tijekom izrade predmetnog rješenja odabrana su tehnička rješenja koja u cijelosti osiguravaju potpunu primjenu pravila zaštite na radu, kako bi se svim sudionicima (za vrijeme građenja i u tijeku upotrebe građevine) osigurali uvjeti rada bez opasnosti za život i zdravlje. Za vrijeme izvođenja radova potrebno je provesti sve propisane i važećom zakonskom regulativom predviđene mjere zaštite na radu, a koje se posebice odnose na:

- organizaciju i uređenje samog gradilišta,
- organizaciju skladišnog prostora,
- organizaciju i lokaciju objekata namijenjenih boravku ljudi,
- organizaciju transporta materijala, alata, strojeva, opreme i ljudi,
- organizaciju pružanja prve pomoći u slučaju povrede radnika na radu,
- ispravnost i pravilan način uporabe osobnih zaštitnih sredstava radnika (primjerice: zaštitni šljem, radno odijelo, zaštitne rukavice, radne cipele, zaštitne naočale i slično),
- sanaciju okoliša građevine i gradilišta te dovođenje u stanje prije same izgradnje.

Za provedbu ovih zaštitnih mjera nadležna je i odgovorna uprava gradilišta.

Provjeru provedbe ovih zaštitnih mjera provodi voditelj građenja, nadzorni inženjer te tijela uprave nadležna za poslove inspekcije rada.

Za vrijeme izvedbe, promet uz gradilište odvijat će se uz ograničenje, uz postavljanje odgovarajuće prometne signalizacije.

Za vrijeme odvijanja radova na gradilištu se moraju postavljati ograde koje će sprječavati pristup nezaposlenim osobama.

4.14. PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

Za vrijeme izvođenja predmetnih radova potrebno je provesti sve propisane i važećom zakonskom regulativom predviđene mjere zaštite pri radu i rukovanju lako zapaljivim materijalima koji mogu izazvati požar. Takve materijale potrebno je držati udaljene od toplinskih izvora i otvorenog plamena, kako ne bi došlo do izbijanja požara.

Lako zapaljive materijale (primjerice: benzin, nafta, razna ulja i sl.) treba čuvati u posebnim skladišnim prostorima, sigurnim od požara, u svemu prema važećim odredbama, propisima i standardima (Zakon o zaštiti od požara NN92/10, 114/22 te Zakon o eksplozivnim tvarima NN 70/17, 141/20, 114/22.

Električne instalacije, uređaji i oprema, moraju svojom kvalitetom i načinom izvedbe, odgovarati važećim propisima i standardima.

Kontrolu provedbe predmetnih mjera zaštite od požara provode: izvođač, nadzorni inženjer i ovlašteni predstavnici državnih tijela. Nakon završetka sanacije pokosa potrebno je urediti gradilište i ukloniti sve ostatke građe i zapaljivih materijala te dovesti okoliš u prvobitno stanje.

4.15. UREĐENJE OKOLIŠA GRADILIŠTA

Nakon izvedbe građevinskih radova i uklanjanja eventualnih nedostataka, potrebno je urediti okoliš gradilišta, na način da u okolišu gradilišta ne ostanu nikakvi tragovi radova. Sve ostatke građevinskih materijala i materijala s pokosa treba odvesti na primjerena odlagališta te dovesti okoliš minimalno u prvobitno stanje.

Zagreb, lipanj 2024.

Projektant:

prof. dr.sc. Meh – Saša Kovacević, dipl.ing.građ.



4.16. POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA, PRAVILNIKA, PROPISA I NORMI

Zakoni

1. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, NN 65/17, NN 114/18, NN 39/19, NN 98/19)
2. Zakon o gradnji (NN 153/13, NN 20/17, NN 39/19, NN 125/19)
3. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 154/14, NN 94/18, NN 96/18)
4. Zakon o cestama (NN 84/11, NN 22/13, NN 54/13, NN 148/13, NN 92/14, NN 110/19, NN 144/21, NN 114/22, NN 04/23)
5. Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, NN 153/13, NN 78/15, NN 12/18, NN 118/18)
6. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, NN 114/22)
12. Zakon o obveznim odnosima (NN 35/05, NN 41/08, NN 125/11, NN 78/15, NN 29/18, NN 126/21, NN 156/22)
13. Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, NN 139/10, NN 14/14, NN 32/19)
14. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 126/21)
15. Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21)
16. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, NN 30/14, NN 130/17, NN 39/19, NN 118/20)
17. Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, NN 114/18, NN 110/19)
18. Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, NN 15/18, NN 14/19, NN 127/19)
19. Zakon o ublažavanju i uklanjanju posljedica prirodnih nepogoda (NN 16/19)

Pravilnici

1. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, NN 65/20)
2. Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14)
3. Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15)
4. Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, NN 55/94, NN 142/03)
5. Pravilnik o zaštiti na radu za na privremenim gradilištima (NN 48/18)
6. Pravilnik o sigurnosti strojeva (NN 28/11)
7. Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN 39/06)
8. Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN 91/15, NN 102/15, NN 61/16)
9. Pravilnik o evidenciji, ispravama, izvještajima i knjizi nadzora iz područja zaštite na radu (NN 52/84)
10. Pravilnik o sadržaju plana uređenja privremenih i zajedničkih privremenih radilišta (NN 45/84, NN 51/08)
11. Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, NN 147/09, NN 87/10, NN 129/11, NN 118/19)
12. Pravilnik o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN 118/19)

13. Pravilnik o tehničkom pregledu građevine (NN 46/18)
14. Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, NN 31/20)
15. Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, obrascu, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera (NN 111/14, NN 107/15, NN 20/17, NN 98/19, NN 121/19)
16. Pravilnik o načinu zatvaranja i označavanja zatvorenog gradilišta (NN 116/19)
17. Pravilnik o pregledu i ispitivanju radne opreme (NN 16/16)
18. Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša (NN 16/16)

Propisi

1. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)
2. Tehnički propisi o građevnim proizvodima (NN 33/10, NN 87/10, NN 146/10, NN 81/11, NN 100/11, NN 130/12, NN 81/13, NN 35/18)

Norme

HRN EN 1990:2011	Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija
HRN EN 1991:2011 (svi dijelovi),	Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije
HRN EN 1997-1:2012	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila
HRN EN 1997-1:2012/NA:2012	Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila -- Nacionalni dodatak
HRN EN 12390-1:2012	Ispitivanje očvrsloga betona -- 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2012)
HRN EN 12390-2:2009	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 2. dio: Izrada i njega ispitnih uzoraka za ispitivanje čvrstoća (EN 12390-2:2009)
HRN EN 12390-3:2009/Ispr.1:2012	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009/AC:2011)
HRN EN 13251:2002	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija
HRN EN 13251/A1:2005	Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom - Zahtijevana svojstva za uporabu pri izvođenju zemljanih radova, temelja i potpornih konstrukcija
HRN EN 445:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Metode ispitivanja (EN 445:2007)

HRN EN 447:2008	Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Osnovni zahtjevi (EN 447:2007)
HRN EN 12390-1:2012	Ispitivanje očvrsloga betona -- 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2012)
HRN EN 12390-2:2009	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 2. dio: Izrada i njega ispitnih uzoraka za ispitivanje čvrstoća (EN 12390-2:2009)
HRN EN 12390-3:2009/Ishr.1:2012	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009/AC:2011)
HRN EN 12390-3:2009	Ispitivanje očvrsnuloga betona -- 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2009)
HRN EN 12390-4:2000	Ispitivanje očvrsloga betona -- 4. dio: Tlačna čvrstoća -- Specifikacija uređaja za ispitivanje (EN 12390 4:2000)
HRN EN 934-1:2008	Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 934-1:2008)
HRN EN 934-2:2012	Dodaci betonu, mortu i smjesi za injektiranje -- 2. dio: Dodaci betonu - Definicije, zahtjevi, sukladnost, označivanje i bilježavanje (EN 934-2:2009+A1:2012)
HRN EN 197-1:2012	Cement -- 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (EN 197-1:2011)
HRN EN 197-2:2014	Cement -- 2. dio: Vrednovanje sukladnosti (EN 197-2:2014)
HRN EN 12190	Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija - Metode ispitivanja - Ispitne metode - Određivanje tlačnog modula elastičnosti
HRN EN ISO/IEC 17025	Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih Laboratorija
HRN EN 10223-3:2014	Čelična žica i proizvodi od žice za ograđivanje i omrežavanje -- 3. dio: Mreže od čelične žice sa šesterokutnim otvorima za inženjersku namjenu (EN 10223-3:2013)
HRN EN 10244-2:2010	Čelična žica i žičani proizvodi -- Neželjezne metalne prevlake na čeličnim žicama -- 2. dio: Prevlake od cinka i cinkovih legura (EN 10244-2:2009)
HRN EN 10218-2:2012	Čelična žica i žičani proizvodi -- Općenito -- 2. dio: Mjere i dopuštena odstupanja za žicu (EN 10218-2:2012)
HRN EN 10218-1:2012	Čelična žica i žičani proizvodi -- Općenito -- 1. dio: Metode ispitivanja (EN 10218-1:2012)

Naručitelj: HRVATSKE AUTOCESTE d.o.o., Širolina 4, 10 000 Zagreb

Naziv zahvata: Sanacija usjeka od km 213+962 do km 214+202- desno

HRN EN 1537:2013

Prateća Eurokod norma za izvođenje posebnih
geotehničkih radova: Sidra u tlu

Zagreb, lipanj 2024.

Projektant:

prof. dr.sc. Meh – Saša Kovacević, dipl.ing.građ.



4.17. ZAVRŠNE NAPOMENE

Ako kontrola kvalitete pojedinog materijala pokaže nezadovoljavajuće rezultate, tj. da ugrađeni materijal ne ispunjava uvjete prema odgovarajućim pravilnicima i standardima, 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.

Potrebno je cijelo vrijeme izvedbe kontinuirano provoditi kontroliranje kvalitete pojedinih elemenata osiguranja (sidra, sajle, mreže za zaštitu pokosa).

Ako se tijekom izvođenja ustanove odstupanja od prognoziranog stanja potrebno je ovdje dana rješenja prilagođavati stvarnom stanju. Sve promjene projekta mogu se provoditi samo po odobrenju projektanta.

Zbog potrebe prilagođavanja tehnologiji izvođenja izvođači radova mogu predlagati promjene i prilagodbe projektiranih radova, ali sve takve promjene trebaju prije primjene odobriti Projektant i Nadzorni Inženjer.

Tijekom radova potrebno je osigurati kontinuirani nadzor nad izvođenjem.

Zagreb, lipanj 2024.

Projektant:

prof. dr.sc. Meho – Saša Kovačević, dipl.ing.građ.

