

Tehnične specifikacije za geološko geotehnično in hidrogeološko opazovanje predora Konovo

Vsebina

1	Splošno	3
1.1	Namen tehničnih specifikacij	3
1.2	Opis opazovalne metode	3
1.3	Zakonodaja, standardi in smernice	4
2	Opis del.....	6
2.1	Zahteve za celovito izvajanje del, ki so določene v pričujočih specifikacijah, se delijo na dela, ki jih opravljajo:	6
2.2	Komunikacija, koordinacija in sodelovanje.....	7
2.2.1	Dnevni geotehnični sestanki	8
2.2.2	Geotehnične koordinacije.....	8
2.3	Tok informacij med gradnjo.....	8
2.4	Opis opreme za geotehnične meritve	9
2.5	Programski paket za vrednotenje trigonometričnih meritev	10
2.6	Dokumentacija.....	10
2.7	Materiali.....	11
2.8	Izvedba.....	14
2.8.1	Splošne zahteve.....	14
2.8.2	Odčitavanje, risanje in vrednotenje podatkov.....	16
2.8.3	Ukrepanje med gradnjo	18
2.8.4	Geološka spremljava in kartiranje.....	19
2.8.5	Končno poročilo	20
2.9	Izmere	20
2.10	Plačilo.....	20

1 Splošno

Obravnavani dokument je pripravljen na osnovi tehničnih specifikacij za geološko geotehnično spremljavo gradnje predora Karavanke in je smiselno prilagojen glede na projektno dokumentacijo PZI za predor- Načrt predora 8-06 Konovo, št. načrta: ic 148/19, april 2022, št. projekta 1493H, torej glede na načrt, ki zajema tehnično opazovanje gradnje predora in predvidene geotehnične meritve ter geološko, geomehansko in hidrogeološko spremljavo gradnje predora Konovo.

1.1 Namen tehničnih specifikacij

Tehnične specifikacije podajajo zahteve za izvajanje:

- geotehničnih meritev v predoru in na površini nad predorom, načrtovanih po principih NATM,
- geološke in hidrogeološke spremljave portalnih območij in čel izkopov med izgradnjo predora,
- geotehničnega nadzora skladno z 92. členom »Uredbe o tehničnih normativih in pogojih za projektiranje cestnih predorov v Republiki Sloveniji« (Ur. l. RS, št. 48/2006 in 54/2009 - v nadaljevanju UREDBA) in navezujočimi členi pripadajočih smernic, ki pokrivajo to področje.

Pomemben del tehničnega opazovanja med gradnjo predora, ki vključuje poleg ostalih opazovanj, so geotehnične meritve. Te se izvajajo z namenom opazovanja, merjenja in beleženja pomikov, deformacij, posedkov in spremenljivih obremenitev v podpornih elementih in v hribini ter so v podporo odločanju o nadaljnjih podpornih ukrepih, preverjanju obstoječih podpornih ukrepov in napovedovanju kratkoročnih geoloških razmer pri napredovanju gradnje predorov.

Geološka spremljava se izvaja z namenom beleženja in napovedovanja geoloških, hidrogeoloških in geomehanskih razmer, katerih rezultati služijo kot podpora pri odločanju o nadaljnjih izvajanjih dejanskemu stanju prilagojenih načinov izkopa in primarnega podpiranja in preverjanju obstoječih podpornih ukrepov.

Obravnavani del tehničnega opazovanja praviloma obsega poleg geološke spremljave tudi geotehnične meritve na površini terena in drugih podzemnih objektih v vplivnem območju gradnje predora, spremljavo raziskovalnega vrtanja med gradnjo in spremljavo jedra hribine, izvrtane pri vgradnji merilne opreme v vrtine oz. vseh jeder vrtin, ki so izvrtane za potrebe vgradnje določenih podpornih elementov, kot je določeno v posameznih poglavjih zadevnih specifikacij.

Poleg zgoraj omenjenih zahtev so v tem dokumentu definirane še:

- vloge in organizacijska struktura za tehnično opazovanje in ukrepanje med gradnjo predora
- vloga izvajalca gradbenih del v sklopu tehničnega opazovanja gradnje
- pravila za izmere del
- pravila za plačilo del

1.2 Opis opazovalne metode

Skladno s SIST EN 1997-1:2005 predori spadajo v 3. geotehnično kategorijo, ki vključuje neobičajno velika tveganja ali izjemno zahtevne pogoje tal ali obtežbe. Ker je navkljub številnim izvedenim preiskavam in kompleksnim analizam napoved geotehničnega obnašanja takšnega objekta težavna, standard dopušča uporabo t. i. opazovalne metode, pri kateri se projekt preverja med gradnjo.

Pred začetkom gradnje po opazovalni metodi morajo biti izpolnjene naslednje zahteve:

- določiti je treba še sprejemljive meje obnašanja;

- oceniti je treba območje možnega obnašanja in pokazati, da obstaja sprejemljiva verjetnost, da bo dejansko obnašanje znotraj sprejemljivih meja;
- pripravljen mora biti načrt tehničnega opazovanja, ki bo pokazal, ali je dejansko obnašanje znotraj sprejemljivih meja. Tehnično opazovanje mora to razjasniti dovolj zgodaj in v dovolj kratkih intervalih, da se omogoči uspešna uporaba dodatnih ukrepov;
- odzivni čas merilnih instrumentov in postopkov za analizo rezultatov mora biti dovolj kratek v primerjavi z možnim razvojem dogodkov pri gradnji;
- načrt dodatnih ukrepov, ki se lahko uporabijo, kadar tehnično opazovanje odkrije obnašanje izven sprejemljivih meja, mora biti pripravljen vnaprej.

Za potrebe načrta tehničnega opazovanja predora Konovo je v PZI za predor-Načrt predora 8-06 Konovo, št. načrta: ic 148/19, april 2022, št. projekta 1493H, zajeto tudi tehnično opazovanje gradnje predora. V načrtu so podrobno opisane vrste, namen, pogostost in način geotehničnih meritev ter geološko, geomehanske in hidrogeološke spremljave gradnje predora. Poleg tega so podane tudi zahteve za meritve plinov in vibracij med gradnjo predora.

Navkljub vsem pripravljenim dokumentom, kjer so podane rešitve za številne verjetne scenarije, pa opazovalna metoda vseeno zahteva med gradnjo prilagodljiv sistem s stalnim preverjanjem stanja in podajanjem nove napovedi.

Opazovalna metoda zahteva ustrezen odzivni čas, v katerem je potrebno poskrbeti za:

1. izvedbo meritev in drugih opazovanj
2. izdelavo interpretacije
3. analizo možnih ukrepov in odločitev o izvedbi ukrepov
4. izvedbo ukrepov

Posebno vlogo pri tem imajo meritve pomikov, napetosti, povratne geotehnične analize in statistične analize pomikov.

1.3 Zakonodaja, standardi in smernice

- [1] GZ-1 (Ur. List, RS št. 199/21)
- [2] Tehnični standardi za gradbene konstrukcije SIST EN (Eurocode).
- [3] DIREKTIVA EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA 2004/54/ES z dne 29. aprila 2004 o minimalnih varnostnih zahtevah za predore v vseevropskem cestnem omrežju Zakon o cestnem prometu s spremembami
- [4] Uredba o tehničnih normativih in pogojih za projektiranje cestnih predorov v Republiki Sloveniji UL RS 48/06
- [5] Zakon o cestah / ZCes - 1 /, Uradni list RS, št. 109/10, 48/12, 36/14-odl. US, 46/15, 10/18, 123/21 – ZPrCP-F)
- [6] Zakon o varstvu pred požarom (Uradni list RS, št. 3/07 – uradno prečiščeno besedilo, 9/11, 83/12, 61/17 – GZ, 189/20 – ZFRO in 43/22)
- [7] Zakon o varnosti cestnega prometa (Uradni list RS, št. 56/08 – uradno prečiščeno besedilo, 57/08 – ZLDUVCP, 58/09, 36/10, 106/10 – ZMV, 109/10 – ZCes-1, 109/10 – ZPrCP, 109/10 – ZVoz, 39/11 – ZIZ-E, 75/17 – ZMV-1 in 10/18 – ZCes-1C)

- [8] RVS 09.01.21 Tunnel, Tunnelbau, Bauliche Gestaltung, Linienführung im Tunnel (september 2007, sprema februar 2010)
- [9] RVS 09.01.22 Tunnel, Tunnelbau, Bauliche Gestaltung, Tunnelquerschnitte (march 2010)
- [10] RVS 09.01.23 Tunnel, Tunnelbau, Bauliche Gestaltung, Innenausbau (april 2009, december 2010)
- [11] RVS 09.01.24 Tunnel, Tunnelbau, Bauliche Gestaltung, Bauliche Anlagen für Betrieb und Sicherheit (juni 2014)
- [12] RVS 09.01.45 Tunnel, Tunnelbau, Konstruktive Ausführung, Baulicher Brandschutz in Straßenverkehrsbauten (oktober 2015)
- [13] RVS 09.02.22 Tunnel, Tunnelausrüstung, Betrieb und Sicherheit (juni 2014, november 2016, november 2019)
- [14] RVS 09.02.31 Tunnel, Tunnelausrüstung, Belüftung, Grundlagen (juni 2014)
- [15] ÖBV-Merkblatt Tunnelbeschichtungen (01.08.2014)
- [16] ÖBV-Richtlinie Erhöhter baulicher Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke aus Beton (01.04.2015)
- [17] ÖBV-Richtlinie Innenschalenbeton (01.12.2012)
- [18] ÖBV-Richtlinie Tunnelabdichtung (01.12.2012)
- [19] ÖBV-Richtlinie Tunnelentwässerung (27.04.2010)
- [20] ASFINAG Richtlinien (PlaNT, PlaPB)

2 Opis del

2.1 Zahteve za celovito izvajanje del, ki so določene v pričujočih specifikacijah, se delijo na dela, ki jih opravljajo:

- izvajalec geološke, hidrogeološke in geotehnične spremljave, analize in interpretacije zbranih podatkov (v nadaljevanju izvajalec tehnične spremljave)
- projektant predora (v nadaljevanju projektant)
- izvajalec gradnje predora (v nadaljevanju izvajalec gradnje)
- investitor (v nadaljevanju naročnik)
- predstavnik naročnika in vodja projekta (v nadaljevanju inženir)
- in nadzor* (v nadaljevanju nadzornik).

** Dela, ki jih opravlja nadzornik, spadajo pod pogodbo predstavnika Naročnika - Svetovalne in inženirske storitve za gradnjo predora. V tem dokumentu je vloga, zaradi pomembnosti definirana posebej z namenom, da se natančneje opišejo odgovornosti in pristojnosti na ravni posameznikov (oseb).*

Izvajalec gradbenih del predora je dolžan v času gradnje omogočiti izvajanje predpisanih geotehničnih meritev in sodelovati pri vgradnji merskih profilov (vrtanje, injektiranje ...). Merski profili so projektno določeni in dopolnjeni na podlagi zahtev projektanta, izvajalca tehnične spremljave in nadzora.

Zaradi zagotavljanja pogoja neodvisnosti pri izvajanju geotehnične spremljave sta izvajalec geološko geotehnične spremljave in projektant pogodbeno vezana na naročnika.

Zahteve v tem poglavju se delijo na dela, ki jih opravljajo navedeni deležniki, kot je to naštet v nadaljevanju.

- predstavnik naročnika (inženir)
 - vodenje vseh aktivnosti
 - vodenje in koordinacija izvedbe zahtevanih / potrebnih ukrepov
 - ukrepanje v kritičnih situacijah
 - organizacija, vodenje in beleženje geotehničnih sestankov
 - koordinacija med nadzorom, projektantom in izvajalcem spremljave
- gradbeni nadzor po GZ (nadzornik)
 - spremljava gradnje predora skladno s terminskim planom in obnašanje predorskih konstrukcij
 - dogovarjanje z izvajalcem o načinu prilagoditve izvedbe na geotehnične zahteve
 - zbiranje in shranjevanje vseh podatkov o spremljavi gradnje in drugih opazovanjih in posredovanje relevantnih informacij odgovornih
- izvajalec gradnje
 - izvajanje del skladno s projektnimi zahtevami in geotehničnimi meritvami
 - sodelovanje z nadzorom pri prilagajanju izvedbe geotehničnim razmeram
 - sodelovanje pri vgradnji merskih profilov (vrtanje, injektiranje ...)
 - skrb za varnost v predoru za vse deležnike pri gradnji in obiskovalce
 - takojšnja naznanitev nepredvidenih in posebnih aktivnosti nadzoru
 - izvedba vseh nujnih ukrepov po navodilih nadzora in izvajalca tehnične spremljave

- poročanje na geotehničnih sestankih
- izvedba vseh potrebnih meritev za varno gradnjo (plinometrija, vibracije, iztoki vode ...)
- podajanje predlogov za izvedbo protiukrepov v kritičnih razmerah
- projektant
 - spremljava gradnje predora in prilagajanje pogostosti meritev v sodelovanju z izvajalcem spremljave
 - sodelovanje pri interpretaciji geotehničnih meritev
 - priprava eventualno potrebnih dodatnih oziroma spremenjenih podpornih ukrepov za zagotovitev stabilnosti predora
 - opozarjanje nadzora ob ugotovitvi odmika od predvidenega obnašanja
 - sodelovanje in poročanje na geotehničnih koordinacijah
- izvajalec tehnične spremljave
 - geološko kartiranje, spremljavo predvrtanja, vzorčenje in preiskovanje hribine, vzorčenje in spremljanje podzemne vode ter ostala dela, potrebna za geološko in hidrogeološko spremljavo ter napoved hribinskih razmer pri nadaljevanju izkopa in podpiranja,
 - dobava, vgradnja, odčitavanje oz. zajem merskih podatkov ter vsa druga dela, vezana na izvedbo meritev (ekstenzometri, inklinometri, merska sidra, tlačne celice ...), v sklopu tehničnega opazovanja predora spremljava 3-dimenzionalnih (3-d) pomikov (deformacije) podporja v predoru
 - izdelava rednih tedenskih poročil
 - celovita in skladna interpretacija vseh izvedenih meritev v periodičnih (dnevni in tedenski) poročilih s komentarji in predlogi za nadaljevanje del
 - sprotno obveščanje izvajalca, projektanta in naročnika (oz. inženirja in nadzornika) o rezultatih, v vnaprej predpisani obliki.
 - sprotno obveščanje izvajalcev posameznih geotehničnih meritev in opazovanj ali geologa o morebitnih neskladjih in potrebnih spremembah in dopolnitvah meritev.
 - izdelava tedenskih poročil in vmesnih poročil vključno s strokovnimi predstavitvami, če to zahtevata inženir in projektant
 - ukrepanje med gradnjo skladno z določili v poglavju 2.7.3
 - izdelava končnega poročila skladno z določili v poglavju 2.7.5
 - ekipo izvajalca tehnične spremljave sestavljajo:
 - geotehnik, ki je hkrati tudi odgovorni vodja oz. geotehnični nadzornik
 - geolog
 - geodet
 - hidrogeolog.

2.2 Komunikacija, koordinacija in sodelovanje

Tehnično opazovanje poteka vsakodnevno. Koordinacija med posameznimi deležniki poteka na neformalnem nivoju preko pogovorov, elektronske pošte, portala in formalno preko skupnih koordinacijskih sestankov.

2.2.1 Dnevni geotehnični sestanki

Namen dnevnih operativnih sestankov, na katerih so prisotni nadzornik, izvajalec gradnje in izvajalec tehnične spremljave, je usklajevanje vsakodnevnih aktivnosti in zgodnje opozarjanje na potrebno ukrepanje. Sestanke organizira in vodi nadzornik, po potrebi lahko tudi izvajalec tehnične spremljave. Termin dnevnih sestankov se določi v tehnološkem elaboratu, takoj po prejetju vseh rezultatov meritev. Teme dnevnih sestankov so pregled dnevnih meritev in geološkega kartiranja z uporabo 3D prikaza, ugotavljanje obnašanja konstrukcije in morebitnih odstopanj od predvidenega, določitev podpornih ukrepov in način izkopa ter morebitnih odstopanj zaradi nepričakovanega obnašanja hribine.

2.2.2 Geotehnične koordinacije

Na geotehničnih koordinacijah, kjer so prisotni naročnik, inženir, izvajalec gradnje, nadzornik, izvajalec tehnične spremljave (geotehnik, geolog, hidrogeolog in geodet), projektant in varnostni inženir, se periodično informirajo vsi deležniki o obnašanju predora, geološkem modelu v 3D okolju in se sprejemajo odločitve na temo nadaljnje izvedbe izkopnih del, uporabe podpornih tipov in časovnih zahtev. Geotehnične koordinacije organizira in vodi izključno inženir, potekajo mesečno oziroma pogostejše, če je glede na razmere to potrebno. V primeru varnostnega nivoja 1, 2a ali 2b je potrebno sestanke sklicevati na krajše obdobje, da je zagotovljena strokovna pomoč. Teme sestanka so spremljava izvedbe predkopov, vključno s piloti ter aktivnosti v predoru (po potrebi tudi ogled predkopov in predora), potrditev zapisnika predhodne koordinacije (nadzor), predstavitev geološko geomehanskih razmer v 3D okolju (geolog), predstavitev geotehničnih meritev in interpretacija (geotehnik), predstavitev rezultatov hidrogeološke spremljave (hidrogeolog), predstavitev prognoze nadaljevanja izkopnih del (projektant), predstavitev drugih aktivnosti za izvedbo (izvajalec gradnje), odločitev o predlogih izvajalca gradnje (inženir, nadzor in projektant) in druge teme. Inženir s pomočjo geotehnika, geologa in nadzora izdelava uradni zapisnik.

2.3 Tok informacij med gradnjo

Vsak deležnik gradnje predora je dolžan deliti svoja opažanja nemudoma z nadzorom in izvajalcem tehnične spremljave v ustni in pisni obliki. Vsa opažanja morajo biti ustrezno shranjena pri nadzoru in po potrebi posredovana drugim v vednost ali ukrepanje.

Geološko geotehnično spremljavo bo izvajala skupina, ki bo sestavljena najmanj iz inženirskega geologa, hidrogeologa, geodeta, geotehnika ter izvajalcev ostalih meritev skladno s predmetnimi specifikacijami. Geotehnik bo odgovoren za usklajeno delovanje navedene skupine in redno, usklajeno poročanje o rezultatih meritev in opazovanj ter za geotehnično vodenje gradnje predora. Poleg izvajalca tehnične spremljave bo na gradbišču še skupina, ki bo izvajala druge meritve kot npr. plinometrijo, vibracije, hrup in ostali okoljski monitoring. Prav tako bo imel tudi izvajalec gradnje svojo skupino ljudi za izvajanje spremljave gradnje. Na voljo bodo tudi eventualna opažanja javnosti. Vsa opažanja je treba beležiti in shranjevati na enoten način pri nadzoru ter jih posredovati na dnevnih geotehničnih sestankih ter geotehničnih koordinacijah.

Geotehnična spremljava pomikov in drugih meritev se izvaja dnevno. Izvajalec tehnične spremljave je dolžan vse podatke pridobiti, pregledati in obdelati ter najkasneje do ure, določene v tehničnem elaboratu, izdelati poročilo in ga posredovati naprej nadzoru in izvajalcu gradnje, ki ju s poročilom seznani na dnevnem geotehničnem sestanku.

V kritičnih situacijah se časovnico prilagodi zahtevam na gradbišču z namenom pravočasnega ukrepanja.

2.4 Opis opreme za geotehnične meritve

3D merske točke so izdelane iz jeklenih igel ali sider, ki morajo biti vgrajena v strop, tla in ali v bok predora tako, da je omogočena uporaba optičnih merilnih metod za določanje prostorskih pomikov.

Reperji na površini morajo biti fiksne točke, igle ali sidra, ki so vgrajena v majhne jaške na površini terena nad predorom v območju nizkega nadkritja ali na gredah, hišah in drugih konstrukcijah (npr. mostovih) v vplivnem območju gradnje predora oziroma predkopov in pri drugih gradbenih objektih, ki lahko vplivajo na razvoj deformacijskih procesov na okoliških objektih. Za izvajanje meritev morajo biti uporabljene optične merske metode, tako da se s predpisano natančnostjo določijo pomiki točk na površini terena, hiš ali drugih objektov (vodna zajetja, el. daljnovodi, plinovodi ipd.) v vplivnem območju, ki ga določi projektant. Meritve morajo biti izvedene tako, da so premiki ugotovljeni v prostoru oziroma določljivi morajo biti prostorski vektorji pomikov.

Konvergenčna sidra so igle ali sidra, ki morajo biti vgrajena v oblogo predora skladno s projektom določenimi zahtevami. Geotehnik je dolžan preveriti ustreznost vgradnje in podati morebitne pripombe takoj po vgradnji ali na rednih tedenskih sestankih. Meritve morajo potekati s pomočjo optičnih elektronskih metod tako, da so določeni absolutni pomiki obloge ali ostenja predora. Način, metodo in postopke meritve mora izvajalec spremljave predhodno natančno opisati in utemeljiti v tehnološkem elaboratu, ki ga odobri nadzor.

Prizme ali odbojne tarče, primerne za izvajanje optično elektronskih meritev z visoko natančnostjo, morajo biti pritrjene in zaščitene na sidrih tako, kot je projektno določeno v Načrtu tehnične spremljave gradnje predora.

Za zagotavljanje kakovosti gradnje v času izkopa in podpiranja v proces monitoringa priporočamo uvedbo 3D stereofotogrametrično snemanje izkopnih površin. Podatki se uporabijo za analizo, vrednotenje in vizualizacijo geometrijskih in geoloških karakteristik. Oprema za snemanje s pripadajočim programskim orodjem mora zagotavljati izdelavo 3D modela izkopnih in drugih površin v barvah in visoki resoluciji, kontrolo profila v različnih fazah izvedbe predora, izdelavo geološke dokumentacije izkopnega čela, iz vrednotiti 3D površino z ustrezno teksturo za potrebe dopolnjevanja 3D geološkega modela, iz vrednotenje količin ob zruških, primerjavo deformacij med različnimi fazami gradnje (tako po izkopu, ob nanosu prvega in drugega sloja brizganega betona ter pred namestitvijo hidroizolacijskega sloja). Za potrebe kontrole vgradnje notranje obloge se predvidijo še meritve po namestitvi hidroizolacijskega sloja in po izvedbi notranje obloge). Vse meritve se preverjajo glede na v projektu dane zahteve, zato mora sistem imeti možnost vnosa 3D projektnega modela. Način, metodo in postopke meritev mora izvajalec tehnične spremljave predhodno natančno opisati in utemeljiti v Tehnološkem elaboratu, ki ga odobri inženir.

Ekstenzometri, ki so vgrajeni v vrtinah, se uporabljajo za meritve pomikov okoliške hribine v različnih globinah. Rezultati meritev pomikov v ekstenzometrih morajo podati informacijo o absolutni velikosti pomikov okrog predora, relativnih pomikov med posameznimi merskimi točkami ekstenzometra in globino ter porazdelitev deformacij v okoliški hribini.

Inklinometri, ki so izvedeni tako, da so lahko obenem tudi piezometri, služijo za meritve pomikov hribin po globini. Orientacija inklinometrskih cevi mora biti določena s projektom pred vgradnjo ter z upoštevanjem zahtev inženirja, nadzora in geotehnika v odvisnosti od morfoloških in geotehničnih razmer na danem območju. Glave inklinometrov morajo biti po vgradnji geodetsko posnete, tako da je možno z ustrezno optično metodo meriti absolutne premike v prostoru.

Merska sidra opremljena z merilci sil na njihovih glavah se uporabljajo za meritve velikosti osnih obtežb sidrskih sistemov v merskih profilih predpisanih v projektu. Merski podatki o velikosti in časovnem razvoju osnih sil v merskih sidrih skupaj z ugotovljenimi prostorskimi pomiki glav sider morajo podati informacijo o napetostih in obremenitvah v sidrih, ki so izbrana za različne vrste podporja. Rezultati morajo omogočiti preverjanje potrebne mejne obtežbe vgrajenih sider. Izjemoma je mogoče uporabiti tudi merska sidra drugačnih konstrukcij, ki pa jih potrdi geotehnik in nadzor ter odobri inženir.

Merilne celice na radialnih sidrih so namenjene ugotavljanju stopnje mobilizacije sider in sprememb napetosti v sidrih okrog predorske cevi, vključno z lezenjem in relaksacijo materiala primarne obloge.

2.5 Programski paket za vrednotenje trigonometričnih meritev

- Programski paket mora omogočati odprto obliko obdelovanja podatkov.
- Minimalne zahteve:
 - časovni prikaz pomikov v treh komponentah vektorja pomika glede na os predora (vertikalno, horizontalno in vzdolžno),
 - prikaz pomikov v prečnem in vzdolžnem prerezu ter tlorisu;
 - določitev predpomikov,
 - izris krivulj pomikov v različnih oseh,
 - izpis radialnih pomikov
 - vnos podatkov napredovanja izkopa predora za vsako izkopno fazo (kalota, stopnica, talni obok)
 - dokazana zanesljivost in učinkovitost programskega paketa z najmanj dvema uspešno izvedenima projektoma.

2.6 Dokumentacija

Nadrobni načrt geotehnične spremljave izdela projektant, ki ga potrdi inženir. Izvajalec del in izvajalec tehnične spremljave pa se z načrtom seznani.

Izvajalec tehnične spremljave mora inženirju predložiti:

- vzorce konvergenčnih sider s pritrditvijo in predvidenim sistemom zaščite, prizm, odbojnih tarč repnih točk, ekstenzometrov, inklinometrov (piezometrov) in merskih sider
- opis načina vgradnje, pritrditve in zaščite igel, na podlagi projektnih zahtev
- podrobne opise in kataloge instrumentov in aparatov za zajem podatkov, ki bodo uporabljeni
- seznam merske opreme za merske profile
- rezultate predhodnih trigonometričnih meritev prvotnega stanja, ki morajo biti izvedene pred gradbenimi posegi in služijo kot referenčne pri nadaljevanju meritev po potrjenem programu
- predlog s strokovno utemeljitvijo inženirsko geološke klasifikacije po sistemu GSI in RMR.
- splošen opis metodologije geološkega kartiranja, ki naj vključuje:
 - obseg dela, vzdolžne profile in grafično predstavitev čela kalote in stopnice za opis rezultatov geološkega kartiranja
 - obseg dela in grafično predstavitev spremljave predvrtavanja, meritve ekstenzometrov in merskih sider
 - obseg dela in grafično predstavitev napovedi geoloških razmer do 20 m pred čelom izkopa kalote

- obseg dela in vzdolžne profile, kjer naj bodo rezultati podani periodično
- obseg dela in vzdolžne profile, ki bodo priloženi končnemu poročilu o ugotovljenih geoloških razmerah
- legendo oz. pomen oznak, ki poleg ostalega vsebuje litološke, strukturne geološke, inženirsko geološke in hidrogeološke parametre
- popisni list za popisovanje izkopnega čela
- stereofotogrametrično zajemanje mora zagotavljati naslednje surove podatke za nadaljnjo analizo:
 - stereometrične slike za potrebe meritev
 - 3D oblak točk
 - slike tekstur v realnih barvah
 - merske podatke iz zunanjih virov (npr. sistema pozicioniranja)
 - podatki o kalibraciji
- okvirni program vzorčenja minerološko-petrografskih in morebitnih drugih analiz
- organizacijsko shemo geološke službe izvajalca tehnične spremljave, ki poleg osnovnih podatkov vključuje tudi:
 - mesto hranjenja geoloških kartiranj
 - mesto shranjenih vzorcev
 - način oddajanja oz. posredovanja rezultatov geološkega kartiranja
- podatke o strokovnjakih, ki sestavljajo ekipe geološke, geodetske in drugih služb oz. nominiranih podizvajalcev, vključno z njihovimi referencami, ki jih imajo za ustrezno področje delovanja
- ostale splošno znane vsebine TEE (tehnično ekonomskega elaborata), ki ga potrdi inženir in geotehnik.

Geotehnik mora inženirju predložiti:

- opis izbranega programskega paketa za vrednotenje trigonometričnih meritev s pripadajočimi potrjenimi referencami s strani drugih naročnikov
- potreben format podatkov za vrednotenje trigonometričnih meritev,
- način posredovanja predstavitve rezultatov v dnevni in tedenski poročili,
- potrjene osebne reference strokovnjakov, ki pokrivajo ustrezno področje del, ki ga opravljajo.
- načrt dežurstva in kontaktne podatke odgovornih oseb

Rezultati geotehnične spremljave so last naročnika in se smejo uporabljati za strokovno objavo ali pedagoške namene samo v primeru odobritve s strani naročnika.

Vso navedeno dokumentacijo mora odobriti inženir.

2.7 Materiali

Reperne točke za objekte nad predorom

- Za kontrolo objektov nad predorom ali drugih bližnjih pomembnih točk se morajo uporabljati le preizkušena reperska sidra ali igle.
- Niveliranje objektov in drugih specifičnih točk mora biti izvedeno med izkopom predora, tako da je omogočeno opazovanje vertikalnih pomikov (posedkov in dvižkov) tal. Skupna uporaba rezultatov meritev z ekstenzometri, meritev konvergenč ter meritev vertikalnih pomikov

mora omogočiti interpretacijo in prikaz absolutnih vrednosti pomikov merskih točk na obravnavanem območju.

- Uporabljena metoda niveliranja mora ustrezati natančnosti ± 1 mm z upoštevanjem dovoljene absolutne napake 2 mm.
- Za vsako vgrajeno mersko točko na površju in infrastrukturnih elementih mora izvajalec tehnične spremljave pripraviti vgradni list z naslednjo vsebino:
 - identifikacijsko oznako merske točke – poda izvajalec tehnične spremljave,
 - identifikacijsko oznako objekta ali infrastrukture
 - tip merske točke (površje, objekt, infrastruktura),
 - oznako uporabljenega modela merske točke,
 - opisom lokacije merske točke,
 - datumom vgradnje,
 - imenom in priimkom ter podpisom osebe, ki je mersko točko vgradila,
 - fotografijo vgrajene merske točke v skladu z zahtevami prejšnje točke,
 - fotografijo lokacije merske točke pred vgradnjo le-te z morebitnimi razpokami in poškodbami na območju vgradnje za merske točke na objektih in infrastrukturi,
 - dodatno fotografijo, če so bile na mestu vgradnje prisotne razpoke ali poškodbe, kjer je treba na fotografiji digitalno označiti vse nepravilnosti ter podati opis le-teh (dimenzije, opažanja),
 - prvo meritvijo merske točke v absolutnih koordinatah (easting (E), northing (N), višina) – poda izvajalec tehnične spremljave,
 - seznamom točk primarne geodetske mreže Projekta ali ostalih danih točk, ki se uporabljajo za določitev stojišča tahimetra – poda izvajalec tehnične spremljave,
 - priložiti je treba pisno soglasje lastnika ali upravljavca parcele, objekta ali infrastrukture oz. njihovega zastopnika, da dovoljuje vgradnjo merske točke na svoji lastnini,
 - imenom in priimkom ter podpisom predstavnika izvajalca tehnične spremljave, ki je vgradnjo merske točke nadzoroval.

Če točke za izvajalca tehnične spremljave samostojno vgradi izvajalec gradnje, mora vgradne liste predati izvajalcu tehnične spremljave najkasneje 3 dni po končani vgradnji.

Konvergenčna sidra

- Konvergenčna sidra ali igle morajo biti izdelane iz pocinkanih rebrastih jeklenih palic, zaščitene proti koroziji, dolžine najmanj 250 mm za notranjo oblogo in 500 mm za primarno oblogo. Sidra morajo biti pritrjena na armaturno mrežo ali/in uvrtna v hribinsko podlago, in po vgradnji zaščitena proti mehanskim poškodbam ter morajo biti dostopna tudi po končani vgradnji končne plasti brizganega betona. Način vgradnje, pritrditve in zaščite potrdi geotehnik in odobri nadzornik.

Prizme ali odbojne tarče

- Za izvajanje optičnih elektronskih meritev morajo biti navoji sider zaščiteni s plastičnimi pokrovi. Pokrov mora preprečevati poškodbe sidra v predhodno določeni kritični točki in imeti funkcijo vmesnika za namestitev odbojne tarče z označeno centrično točko. Naprava mora biti narejena za zelo natančno merjenje v dveh vrtljivih oseh in opazovanje z obeh strani, kot je projektno določeno v Načrtu tehničnega opazovanja gradnje predora.

- Plastična tarča ali odbojna ploščica morata biti narejeni tako, da se ju lahko zamenja s pozitivno centrirano prizmo, v skladu z navodili proizvajalca, ki veljajo za zgoraj omenjeno odbojno tarčo.

Totalna postaja

- Za izvedbo optičnih elektronskih meritev mora biti uporabljen optični elektronski teodolit (TAHIMETER), z vgrajeno koaksialno EDM napravo (elektronski merilec razdalje). Oprema mora zagotavljati natančnost 3,6 CC za smeri, prav tako z natančnostjo $1 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ pp}$ za razdalje.
- Merski sistem mora vključevati naslednjo opremo:
 - razsvetljen 4-vrstični matrični zaslon
 - numerične in alfanumerične možnosti vnosa
 - vgrajen pomnilniški modul z močnostjo do 2000 blokovnih podatkov.
- Za čas gradnje mora pooblaščen geodet, ki mu je neposredno nadrejen naročnik, razpolagati s tahimetrom ali drugim enakovrednim merilnim instrumentom.

Snemanje izkopnih površin

- Stereofotogrametrično snemanje izkopnih površin je treba izvajati na čelu predora na način, da ne ovira drugih dejavnosti izvajalca. V času ne daljšem od 3 min, je treba zajeti celotni izkop čela kalote in pripadajočega ostenja kalote do drugega sloja brizganega betona.
- V izogib prevelikim šumom je potrebno omejiti kot snemanja na <45 stopinj glede na izkopno površino. Nezajeta površina ne sme presegati več kot 5 % celotne površine. Interpolirani deli morajo biti jasno označeni.
- Oprema mora zagotavljati realističen, zvezen, nepopačen, georeferenciran 3D model z vidno strukturo in geometrično resolucijo, enako ali manjšo kot 1 mm (gostota pik oz. velikost mreže). Zagotovljena mora biti meritev radialne razdalje manj enako ali kot 1 mm. Absolutna natančnost meritve glede na projektni koordinatni sistem ne sme presegati 5 mm standardne deviacije na razdalji 25 m glede na fiksne točke v predoru. Relativna natančnost dveh meritev radialne deformacije ne sme presegati 10 mm standardne deviacije glede na nedeformiran model.
- Z ustrezno postavitvijo v fazah nanosa 2 sloja brizganega betona pa do izvedbe notranje obloge mora zagotavljati, da se izogne sencam oz. nezajetim površinam. V teh fazah gradnje mora oprema zagotavljati zajemanje najmanj 100 m /h v glavni cevi in 60 m / h v prečnikih.
- Navodila za izvajanje meritev, opise opreme in druga navodila morajo biti pred vgradnjo posredovana na v potrditev nadzorniku. Če nadzor ne potrdi prelagane merske opreme ali zahteva dopolnitev opisov in delovanja naprave, je izvajalec tehnične spremljave dolžan vlogo dopolniti, skladno z zahtevami.

Ekstenzometer v vrtinah

- Ekstenzometri v vrtini morajo biti izvedeni kot večtočkovni ali kot različno dolge vrtine z vgrajenimi reperji na določenih globinah. Vsaka merska točka v vrtini mora biti povezana z glavo ekstenzometra, tako da je omogočeno neovirano gibanje palic ali vrvi v vrtini. Večtočkovni ekstenzometer mora omogočati neovirano registracijo vsaj treh merskih točk v vrtini. Instrumenti morajo biti odporni proti koroziji. Premer vrtine, v katero je vgrajen ekstenzometer, je odvisen od tipa ekstenzometra (enojni/večtočkovni palični) in mora

ustrezati zahtevam izbranega proizvajalca in tehničnim rešitvam, ki so podane v PZI Načrt predora Konovo, poglavju 6 Tehnično opazovanje gradnje predora.

- Pomiki morajo biti izmerjeni s pomočjo mikrometra ali električnega merilca pomikov, ki je nameščen na izbrani napravi. Natančnost čitanja mora biti $\pm 0,05$ mm.
- Navodila za izvajanje meritev, opise opreme in druga navodila morajo biti pred vgradnjo posredovana na v potrditev nadzorniku. Če nadzor ne potrdi prelagane merske opreme ali zahteva dopolnitev opisov in delovanja naprave, je izvajalec tehnične spremljave dolžan vlogo dopolniti, skladno z zahtevami.

Inklinometer

- Inklinometrski cev s štirimi vzdolžnimi vodili mora biti zainjecirana v vrtini, tako da je omogočeno pomikanje inklinometrski sode v dveh med seboj pravokotnih smereh. Če je inklinometer, ki je lahko obenem tudi piezometer, v tem primeru je inklinometrski cev perforirana, mora biti vgradnja izvedena tako, da hribinska voda nemoteno komunicira z okolico in obenem omogoča drsenje sode v navedenih smereh.
- Inklinometrski sonda je izdelana za merjenje sprememb naklona inklinometriških cevi na določenih intervalih v razdalji 0,5 m oz. 1 m vzdolž cevi. Povezana je s prenosnim digitalnim zapisovalnikom podatkov, ki med posamezno meritvijo beleži merske podatke in jih pretvarja v kote odklonov od osnovne smeri.
- Merska cev je lahko odklonjena od vertikalne osi $\pm 30^\circ$, dolžina pa lahko znaša največ 200 m. Sonda mora imeti občutljivost večjo ali enako $0,01^\circ$ ali 0,175 mm / m. Inklinometer mora biti kalibriran vsake 3 mesece. Potrdila o opravljenih kalibracijah mora izvajalec tehnične spremljave dostavljati nadzorniku.

2.8 Izvedba

2.8.1 Splošne zahteve

- Vsi instrumenti morajo biti vgrajeni na mestih in v skladu s programom ob upoštevanju tehničnih specifikacij in s projektom določenih pogojev. Program izdela izvajalec tehnične spremljave, pregleda ga geotehnik in odobri nadzornik.
- Vsi materiali morajo biti vgrajeni v skladu z zahtevami izbranega proizvajalca opreme in z dodatnimi zahtevami navedenimi v tem dokumentu. Izvajalcu tehnične spremljave tehnično pomoč pri vgradnji opreme nudi izvajalec gradnje.
- Obseg tehnične spremljave gradnje predora se lahko spremeni, če to zahtevajo dejanske geološke ali geotehnične razmere med gradnjo.
- Opazovalne točke morajo biti označene s prizmami ali odbojnimi tarčami, pritrjenimi na projektno določena konvergenčna sidra.
- Meritve morajo biti izvedene s totalno postajo. Meritve morajo omogočati določitev pomikov v absolutnem koordinatnem sistemu z minimalno natančnostjo ± 1 mm, pri največji absolutni napaki 2 mm.
- Vgradnja vseh instrumentov in naprav mora biti izvršena čim bližje čela izkopa in čim hitreje po izvedenem izkopnem koraku
- Vgradnjo vseh z Načrtom določenih instrumentov mora voditi izvajalec tehnične spremljave in nadzorovati geotehnik. Izvajalec tehnične spremljave je dolžan po končani vgradnji obvestiti inženirja o poteku vgradnje in morebitnih težavah, ki so bile prisotne pri izvedbi.

- Po vgradnji se izdela zapisnik z vsemi pomembnimi podatki o vgrajevanju; zapisnik potrdi geotehnik, ki je kontroliral vgradnjo. Izvajalec tehnične spremljave dostavi zapisnik inženirju in po potrebi tudi projektantu.
- Vsi instrumenti morajo biti zavarovani pred poškodbami zaradi razstreljevanja, izkopa in prometa v predoru. Izvedena mora biti zaščita s pokrovi ali cevmi, ki ščiti opremo pred poškodbami.
- Merilno opremo, ali dele merilne opreme, ki jih poškoduje izvajalec gradnje zaradi izvajanja gradbenih del v predoru, mora le-ta takoj nadomestiti brez dodatnega plačila stroškov, ki so nastali pri takšnem posegu, in o tem obvestiti izvajalca tehnične spremljave in inženirja.
- Rezervni deli in rezervne enote (oprema in material) morajo biti skladiščeni na gradbišču, tako, da je zagotovljena takojšnja dostopnost.
- Vgrajena merska oprema, merske točke in potreben prostor za izvajanje meritev morajo biti prosti in dostopni do začetka vgrajevanja hidroizolacijske folije.
- Vsi rezultati meritev, geološki popisi, kartiranja itd., ki so uporabljeni in zahtevani v okviru izvajanja geotehničnih meritev in geološke ter hidrogeološke spremljave, morajo biti med gradnjo vedno na voljo nadzorniku in inženirju.
- Izvajalec tehnične spremljave mora priskrbeti in vzdrževati opremo, ki je potrebna za vgradnjo in nadziranje merskih profilov, ves čas gradnje predora.
- Dnevno posodobljeni geološki podatki v elektronski obliki morajo biti dostopni in na razpolago vsem pooblaščenim udeležencem v projektu.
- Popisi čela se izvajajo skladno s priporočili ISRM.
- Geolog mora biti prisoten na gradbišču:
 - dnevno ob vsakem izkopnem koraku pri napredovanju gradnje na vseh predorskih objektih, vključno pri izdelavi predvrtanj in gradbenih jam v sklopu zadevnega predorskega kompleksa, da se kakovostno in pravočasno izvedejo geološki in hidrogeološki popisi odprtih izkopnih ploskev oz. izkopnih čel.
 - na vseh čelih v času predvrtavanja in/ali raziskovalnega vrtanja ter izdelati geološki popis iznosa jedra, in registrirati ter odvzeti vzorce plinov in vode ter napisati strokovno poročilo o rezultatih vrtanja.
- Geotehnična in geološka spremljava se lahko spremeni, če to zahtevajo dejanske geološke ali geotehnične razmere. S spremembami v načinu dela in časovnem prilagajanju dejanskim razmeram v predoru morata soglašati nadzornik in inženir. V primeru njunega nestrinjanja s predlogom izvajalca tehnične spremljave mora o tem odločiti naročnik na osnovi neodvisnega strokovnega mnenja.
- Izvajalec gradbenih del je dolžan v času gradnje omogočiti predpisane geotehnične meritve in vgraditi oz. sodelovati (vrtanje, injektiranje, vstavljanje merilne opreme, ...) pri vgradnji merskih profilov, ki so projektno določeni in dopolnjeni na podlagi zahtev izvajalca tehnične spremljave in inženirja. Izvajalec gradnje mora priskrbeti in vzdrževati primerno razsvetljavo, prezračevanje, dvižno ploščad vključno z upravljavcem, ki ima ustrezne kompetence za izvajanje tovrstnih del. Omogočiti mora nemoten dostop do vseh merskih točk, instrumentov in enot za zajem podatkov osebju, ki izvaja meritve. Enake zahteve veljajo za osebje inženirja, projektanta in izvajalca tehnične spremljave.
- Izvajalec gradnje je dolžan po vnaprej dogovorjenih sredstvih komuniciranja obvestiti inženirja in izvajalca tehnične spremljave o nameravanem izkopu, vrtanju, reprofiliranju itd. vsaj 2 uri pred začetkom aktivnosti.

2.8.2 Odčitavanje, risanje in vrednotenje podatkov

- Odčitavanje in posredovanje merskih rezultatov mora biti izvedeno strokovno s pooblaščenimi osebami izvajalca tehnične spremljave, ki imajo ustrezne reference s tega področja
- Za optično spremljavo pomikov mora biti uporabljena programska oprema, ki omogoča direktno shranjevanje podatkov. Izbrana programska oprema mora omogočati obdelavo naslednjih parametrov:
 - Prosti položaj teodolita in izračun standardne deviacije v vseh treh koordinatnih smereh
 - Avtomatično zaznavanje odbojnih tarč in prepoznavanje novih ničelnih odčitkov
 - Izračun 3-D koordinat in premestitev vsake želene točke in njeno žarkovno razdaljo na teoretični profil
 - Popravke napak, ki so posledica fizikalnih vplivov
 - Transformacijo koordinat po kontrolnih meritvah
 - Predstavitev merskih rezultatov v preglednici in z Načrtom predpisanih grafih.
- Numerični podatki in prezentacija morata biti shranjeni v ASCII kodi na način, da je možen izvoz v programske baze podatkov. Ustreznost formata preveri in potrdi geotehnik, ki vrši vrednotenje in interpretacijo ob soglasju in odobritvi inženirja
- Vrednotenje in interpretacijo trigonometričnih meritev vrši geotehnik, prikaz in osnovno vrednotenje ostalih meritev izvaja izvajalec posameznega sklopa meritev. Skupno vrednotenje in interpretacijo vseh meritev izvaja geotehnik.
- Prikaz in vrednotenje 3D meritev pomikov merskih točk je treba izvajati z izbranim programskim paketom za spremljanje gradnje predorov in mora omogočati obdelavo naslednjih parametrov:
 - Diagram stanja merjenega parametra vzdolž predorske cevi (vplivnice) in trendnih krivulj. Programska oprema za takšen prikaz mora omogočati tudi upoštevanje vrednosti neizmerjenih deformacij
 - Diagrami časovnega razvoja merjenih parametrov za posamezno mersko točko
 - Diagram deformacij v prerezu (vektorski diagram)
 - Prikaze časovnega razvoja merjenih parametrov v merskem profilu v odvisnosti od oddaljenosti od izkopa kalote
 - Prikaze časovnih razvojev merjenih parametrov v odvisnosti od oddaljenosti merskega profila od izkopa čela
 - Prikaze časovnih razvojev merjenih parametrov v odvisnosti od oddaljenosti merskega profila glede na različne faze del v predoru
 - Za uporabo izbrane programske opreme mora izvajalec tehnične spremljave pridobiti soglasje inženirja in v primeru, da je soglasje pridobljeno, eno licenco predati v uporabo geotehniku. Prav tako mora izvajalec tehnične spremljave obvestiti projektanta o izbrani programski opremi.
- V zgoraj navedenih diagramih morajo biti predstavljeni naslednji parametri:
 - Relativne deformacije med katerima koli merskima točkama
 - Komponenta oz. katera koli izpeljana komponenta parametra (vertikalna,

horizontalna komponenta pomikov)

- Uporabljena programska oprema mora omogočati (samo za geodetske meritve) glajenje oz. prilagajanje grafičnih krivulj zaradi izvedbe kontrolnih meritev ali ponovne vgradnje merskih točk.
- Geotehnik mora izvesti vrednotenje:
 - simultano za vse izvedene meritve na posameznem objektu ali v vplivnem območju gradnje upoštevajoč rezultate geološke spremljave in ugotovitve o dejanski zgradbi tal,
 - po najnovejših znanjih in spoznanjih stroke,
 - s pomočjo grafičnih prikazov merjenih količin v tlorisu, prečnih in vzdolžnih prerezih ter z diagrami časovne odvisnosti merjenih veličin ali medsebojne odvisnosti različnih merjenih veličin s ciljem pridobiti realno oceno obnašanja sistema hribina – podporje,
 - po objektivnih metodah in s pomočjo simulacij na numeričnih modelih,,
 - tako, da se jasno vnaprej razmeji pričakovano, dopustno, mejno in nedopustno stanje in dnevno ovrednoti dejansko stanje na vseh čelih.
- Prve meritve (ničelni odčitki) morajo biti izvedene za vsako mersko mesto takoj po vgradnji. Če to ni možno, morajo biti meritve izvedene takrat, ko so za to izpolnjeni pogoji. Kompleksni merski profili (ekstenzometri, merska sidra) se vgradijo največ 24 ur po izkopu.
- Pogostnost nadaljnjih meritev oz. odčitavanja mora za določeno mersko področje potekati v naslednjih časovnih presledkih od čela vsake izkopne faze:
 - na razdalji 50 m od čela izkopa: dnevno
 - 50 do 100 m od čela: vsak drug dan
 - od 100 do 200 m enkrat tedensko
 - nad 200 m mesečno
- Če so v določenih območjih ugotovljeni povečani prirastki deformacij, mora biti odčitavanje pogostejše, dokler se hitrost deformacij s časom ne zmanjša.
- Meritve morajo biti izvajane zvezno do končanja del na oblogi iz brizganega betona.
- Izvajalec tehnične spremljave je dolžan dnevno geotehniku, projektantu in inženirju poslati podatke o izmerjenih vrednostih konvergenčnih meritev za tekoči dan v vnaprej določenem formatu datoteke. V primeru geodetskih meritev morajo te preglednice vsebovati:
 - datum in čas izvedbe meritev,
 - stanje izkopnih del ob izmeri
 - imena in koordinate merskih točk.
- Koordinate merskih točk morajo biti navedena v relativnem koordinatnem sistemu, ki ga tvorijo: vzdolžna koordinata osi predora, prečni odmik od osi predora in višinska razlika od osi predora.
- Format zapisa datoteke predlaga izvajalec tehnične spremljave in odobri geotehnik.
- Geotehnik je dolžan elektronsko razposlati ali kako drugače posredovati, inženirju, izvajalcu gradnje in ostalim pooblaščenim udeležencem v gradnji, dnevno vrednotenje in interpretacijo rezultatov meritev, če ni določeno drugače.
- Izvajalec tehnične spremljave je dolžan elektronsko razposlati ali kako drugače elektronsko dati na voljo inženirju, izvajalcu gradnje in ostalim udeležencem v gradnji, dnevno kartiranje

čel in rezultate drugih geotehničnih spremljav, če ni na koordinacijskih sestankih določeno drugače.

2.8.3 Ukrepanje med gradnjo

- V primeru, ko rezultati posamezne meritve ali meritev na več merskih mestih kažejo na odklon od pričakovanega deformacijskega obnašanja sistema hribine – podporje izven pričakovanega območja, bo na osnovi ugotovljene geološke zgradbe in lastnosti tal, merjenih vrednosti in gradbenih aktivnosti ter drugih vplivnih dejavnikov geotehnik podal pojasnilo k obnašanju, ki je odvisno od velikosti odklona. Zato so predvidene 4 stopnje ukrepanja:
 - Zgodnja stopnja alarmiranja (rumeno) pomeni zaznavni odklon od normalnega/pričakovanega obnašanja. Geotehnik pripravi posebno poročilo, ki vsebuje rezultate kontrolnih meritev in po potrebi predpiše dodatne ukrepe v smislu zgoščevanja meritev.
 - Kriterij za stopnjo alarmiranja 1 (oranžno) pomeni naraščajoč odklon od normalnega/pričakovanega obnašanja z očitno visoko izkoriščenostjo podporja z zaznavnim tveganjem za porušitev. Geotehnik pripravi posebno poročilo, ki vsebuje rezultate kontrolnih meritev in dodatnih raziskav, izdela povratne ali druge vrste analize ter po potrebi predpiše dodatne ukrepe v smislu krajšanja koraka, dodatnih podpornih ukrepov oz. izboljšanja hribine.
 - Kriterij za stopnjo alarmiranja 2a (rdeče) pomeni progresiven odklon od normalnega/pričakovanega obnašanja z očitnim tveganjem za porušitev in pojavi lokalnih porušitev. Ta nivo že sproži prehod na Krizno situacijo vodenja gradnje predora, kjer se odloča o zaprtju obstoječe cevi in dodatnih podpornih ukrepih, ki niso predvideni s projektom.
 - Kriterij za stopnjo alarmiranja 2b (rdeče) pomeni, da ima obnašanje predora posledice na tretje osebe.
- Nivo zgodnjega alarmiranja in stopnje 1 se obvladuje z običajnimi ukrepi v skladu s temi specifikacijami in pogodbo.
- Nivo alarmiranja 2a in 2b zahteva prehod na krizno vodenje, ki zahteva ukrepe, ki niso nujno skladni s temi specifikacijami in pogodbo. Ukrepi se določijo v sklopu Geotehničnega varnostnega načrta, ki ga pred pričetkom del pripravi geotehnik in potrdi nadzor in inženir.
- Glede na zgoraj določene stopnje geotehnik pripravi:
 - ustrezne povratne analize
 - rezultate kontrolnih meritev, ki jih odobri inženir
 - rezultate dodatnih raziskav, ki jih odobri inženir
- Na podlagi strokovne presoje in glede na rezultate teh analiz geotehnik izdela:
 - prilagojen način gradnje predora glede na ugotovljene pogoje
 - na novo določi mejne vrednosti meritev, ki razmejujejo pričakovano, še sprejemljivo, mejno in nedopustno obnašanje tal in/ali konstrukcij.
- Geotehnik mora vse predloge sprememb predhodno uskladiti s projektantom, ki spremembe tudi ustrezno tehnično obdelava oz. da soglasje za njihovo izvedbo.

- Obseg ukrepov je odvisen od velikostnega reda ugotovljenih sprememb stanja. Ukrepi morajo biti podani v najkrajšem možnem času s katerimi se zagotavlja varnost pri delu na delovišču in splošna varnost tretje strani.

2.8.4 Geološka spremljava in kartiranje

- Geološko kartiranje in spremljavo ter interpretiranje rezultatov med izvedbo portalnih in predorskih izkopov mora izvajati strokovno usposobljeno osebje izvajalca tehnične spremljave.
- Izvajalec gradnje mora omogočiti izvajalcu tehnične spremljave dostop in potrebno strojno podporo za geološko kartiranje.
- Izvajalec tehnične spremljave bo organiziral po potrebi sestanke za vmesno predstavitev in poročanje o izvedenem delu in za pripravo in načrtovanje programa raziskav.
- Izvajalec tehnične spremljave bo v sodelovanju z geotehnikom pripravil geološko in geotehnično poročilo takoj, ko bodo na razpolago vsi rezultati laboratorijskih in terenskih raziskav.
- Predvideno delo:
 - Dnevna geološka spremljava čela izkopa po predlogah, ki jih odobri inženir, podprta s fotodokumentacijo mora vsebovati:
 - a. litologijo (tip hribine in barvo), stopnjo preperelosti, stopnjo razpokanosti, prisotnost prelomov in razpok
 - b. orientacije lomov, meritve geometričnih parametrov diskontuitet, morfološke karakteristike razpokanosti, določanje trdnosti hribine z enostavnim testom na mestu, GSI in RMR klasifikacijo
 - c. določitev tipa hribine GT skladno s OGG (Richtlinien für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb.)
 - d. določitev tipa hribinskega obnašanja BT skladno s OGG (Richtlinien für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb.)
 - e. ocene dotokov vode, količine, PH faktor, merjenje prevodnosti in temperature
 - tedensko izdelavo poročila in razpošiljanje pooblaščenim osebam v elektronski obliki
 - spremljavo predvrtavanja, ki je podprta s fotodokumentacijo
 - vzorčenje za mineraloške, petrografske, paleontološke in geomehanske laboratorijske preiskave kamnin
 - minimalno tedensko vrisovanje in ažuriranje geološke zgradbe na profil in tlorisno situacijo M 1:100 (dopolnjevanje dokumentacije na delovišču)
 - tedensko geološko interpretacija podatkov v obliki situacije in vzdolžnega osnega profila; oboje v merilu 1:500; (tudi v elektronski obliki)
 - izdelavo povzetka ničelnega stanja na izviri vode na površini
 - določanje GSI ter RMR indeksa in sodelovanje pri kategorizaciji hribine po ONORM 2203

- ugotavljanje agresivnosti vode na beton in kovino (kemijske analize vode)
- registriranje zruškov, njihovega volumna in opredeljevanja vzroka za njihov nastanek; registracija nadprofilov in opredeljevanja vzroka za njihov nastanek
- geološki profil in tloris M 1:100, ki morata vsebovati dnevno ažurirane podatke
- izdelavo tedenske napovedi geoloških in geomehanskih razmer do 20 m od izkopnega čela kalote predora

2.8.5 Končno poročilo

- Po dokončanih izkopnih delih mora izvajalec tehnične spremljave izdelati končno poročilo, ki bo vsebovalo v pisni, preglednični in grafični obliki:
 - opis in prikaz geoloških razmer v vplivnem območju predora z vsemi posebnostmi in geološko pogojenimi pojavi
 - opis in prikaz hidrogeoloških razmer
 - ovrednotene rezultate vseh meritev.
- Kot priloge h končnemu poročilu bodo dodani dnevni oz. obdobjni rezultati izvedenih meritev in geološke spremljave.
- Končno poročilo bo predstavljalo del projekta izvedenih del.
- Poročila pripravi izvajalec tehnične spremljave. Potrdi ga inženir.

2.9 Izmere

Vgradnja opazovalnih naprav in instrumentov se meri po dejansko vgrajenih količinah, ki so podane v popisu del s količinami.

2.10 Plačilo

- Prekinitve del zaradi izvajanja meritev:
 - do 3 ure v kosu niso merjene in plačane posebej, temveč so vključene v časovno odvisnih stroških gradbišča.
 - nad 3 ure v kosu se merijo in plačajo kot po urah.
- Storitve izvajalca spremljave so plačane po posebni pogodbi.
- Izvajalec gradnje mora v stroških gradbišča zajeti:
 - vso opremo, kot so dvizne ploščadi za zagotavljanje dostopa do vseh merskih točk med gradnjo za predpisano pogostost meritev
 - vso opremo za vgradnjo merskih profilov (vrtanje, injektiranje ...)
 - in oviranje pri geološkem kartiranju izkopnega čela za vsak korak izkopa
- Vgradnja opazovalnih naprav in instrumentov se plača po dejansko vgrajenih količinah, ki so podane v popisu del s količinami.
- Vodenje vgrajevanja, izvedba meritev, odčitavanje, vnos podatkov, grafični prikaz se plača po ceni na enoto za vsak mesec (inž/dan). Cena na enoto merjenja mora vključevati vsa zgoraj naštetih dela, opremo (teodolit), materiale (odbojne tarče za optične meritve) in ustrezno programsko opremo, ki je potrebna za izvedbo storitve za celotni čas gradnje.
- Rezultati opazovanj, ki niso pravočasno predani (do 14.00), ali niso izvedeni v skladu z določili Tehničnih specifikacij ali načrtov ali pravil stroke, se ne plačajo (1/30 za dan).

- g) Cena na enoto za vgrajevanje merskih sider, inklinometrov in repernih točk mora vključevati vso potrebno opremo za ustrezno vgradnjo. Vrtanje in druga tehnična pomoč je zajeta v pogodbi z izvajalcem gradnje.
- h) Geološko kartiranje čela se obračuna skladno z napredovanjem izkopa predora (inž/dan).
- i) Plačilo za geološko spremljavo, kartiranje in dopolnjevanje 3D geološkega modela se izvede po mesečnem pavšalu. Plačilo in delo za geološko spremljavo, kartiranje in dopolnjevanje 3D geološkega modela se prične s pripravo dokumentacije teden pred pričetkom del. Plačilo za prvi in zadnji mesec uslug bo plačano po sistemu 1/30 mesečnega pavšala na dan.