TEHNIČNI POGOJI ZA IZVEDBO

GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNA SPREMLJAVA GRADNJE PREDORA PEKEL NA

ODSEKU ŽELEZNIŠKE PROGE MARIBOR – ŠENTILJ – državna meja

(od km 595+870 do km 599+600 glavne železniške proge št. 30 Zidani most – Šentilj – državna meja)

# UVOD

## Osnovna izhodišča

Tehnični pogoji predstavljajo opis del, ki jih bo potrebno izvesti v okviru geološko-geotehnične in hidrogeološke spremljave gradnje predora Pekel na odseku železniške proge Maribor – Šentilj – državna meja od km 595+870 do km 599+600, glavne železniške proge št. 30 Zidani most – Šentilj – državna meja. Generalno lahko razpisana dela, ki so natančno navedena v priloženem popisu del, delimo v geološko in hidrogeološko spremljavo pri izkopu predora Pekel in geotehnične meritve, ki se bodo izvajale v območju predorske cevi.

V okviru geološke spremljave predorske cevi so predvidena naslednja dela:

* Inženirsko geološko kartiranje (klasično ali fotogrametrično) izkopnega čela kalote, stopnice in izkopa za talni obok predora z geološko napovedjo razmer na podlagi predvrtavanja;
* Strukturno geološka spremljava s primerjalno analizo med napovedjo in dejanskim stanjem;
* Odvzemi vzorcev zemljine in hribine za geomehanske, mineraloške in paleontološke laboratorijske preiskave
* Izvedba vseh omenjenih laboratorijskih preiskav
* Interpretacija rezultatov spremljave z geološko napovedjo razmer ter izdelava geološkega 3D modela

V okviru hidrogeološke spremljave gradnje so predvidena naslednja dela:

* Hidrogeološka spremljava količinskega stanja podzemne vode v predoru Pekel med gradnjo, vzorčenje podzemne vode ter kemijske analize na agresivnost na beton;
* Dobava opreme in izvedba zveznih meritev nivoja podzemne vode v piezometrih na površju predora za celoten čas gradnje. Telemetrični prenos meritev na server. Enkrat mesečno kontrolne ročne meritve;
* Na lokacijah trajnega vnosa materiala se v 8 začasnih piezometrih enkrat mesečno izmeri količinsko in kemijsko stanje podzemne vode;
* Na območju viadukta Pesnica se v pizometrih VP-4 in VP-6 spremlja kemijsko stanje podzemne vode;
* Izdelava piezometra na območju podvoza pri ribniku, spremljava količinskega in kemijskega stanja podzemne vode v piezometru med obnovo podvoza.

V okviru geotehničnih del so predvidene naslednje aktivnosti:

* Nabava, vgradnja in izvajanje meritev geotehničnih merskih profilov v predorski cevi;
* Geodetske meritve izkopnih profilov v predorski cevi (stereofotogrametrija z dopolnjenim laserskim skeniranjem), ki jih bo določil naročnik oz. inženir in sicer tako v času izkopa kakor tudi v obdobju pred vgradnjo notranje betonske obloge;
* Geotehnične in geodetske meritve na površini, delu hitre ceste in na območju portalnih konstrukcij ter na lokacijah viškov materiala;
* Vodenje geotehnične spremljave in interpretacija podatkov meritev z analizo potrebnih ukrepov (geotehnični nadzornik)

Poleg navedenih aktivnostih bo naloga izvajalca geološko geotehnične spremljave tudi nabava sistema za zajem podatkov in centralna programska oprema za izvedbo spremljave. Pri vgradnji merskih elementov bo izvajalec pri gradnji predora nudil vrtanje in tehnična pomoč pri vgrajevanju merske opreme.

Izvajalec mora predhodno izdelati tehnološki elaborat spremljave in pripraviti geotehnični varnostni načrt.

Podlaga za izdelavo tega dokumenta so PZI načrti, ki so tudi del razpisne dokumentacije, in sicer:

* Načrt izkopa in podpiranja predora (3-P/3), št. 170289-3P3, april 2018
* Elaborat tehnologije gradnje vključno z elaboratom prezračevanja in razstreljevanja v času gradnje predora – predlog projektanta, št. ic 203/18, april 2018

Za lažje razumevanje naj v uvodu zapišemo, da je definirano poimenovanje posameznih akterjev, ki pri gradnji predora nastopajo in sicer:

* GEOTEHNIČNI INŽENIR vodi geološko- geotehnično spremljavo, interpretira rezultate meritev ter preverja ustreznost projektnih rešitev glede na geotehnične razmere. V ekipo geotehničnega inženirja, ki jo koordinira Geotehnični nadzornik spadajo Geolog, Hidrogeolog in Geodet.
* PROJEKTANT je avtor načrtov za gradnjo Predora in drugih posameznih načrtov, ki se uporabljajo kot podlaga za izvedbo GG in HG spremljave in skupaj z geotehničnim nadzornikom spremlja gradnjo predora in predlaga morebitne spremembe projektnih rešitev
* IZVAJALEC je podjetje, ki je izbrano za gradnjo
* NAROČNIK je investitor vseh izvedbenih del v okviru gradnje razpisanega odseka projekta
* INŽENIR je predstavnik naročnika, ki vodi in koordinira gradnjo predora (NADZOR je oseba, ki izvaja stalni nadzor pri gradnji razpisanega odseka)

# NAČRT TEHNIČNE SPREMLJAVE GRADNJE

## Splošno

Predmet razpisa je izvedba geološko-geotehnične in hidrogeološke spremljave pri gradnji predora Pekel ter nekaterih geotehničnih konstrukcij na trasi. Glede na dejstvo, da so geološka spremljava in geotehnične meritve temeljne aktivnosti za uspešno gradnjo predorov grajenih po konvencionalni metodi (izkop in primarno podpiranje, ki predstavlja jekleni lok s sulicami, armirani brizgani beton ter pasivna sidra različnih dolžin), se za ta dela pridobi neodvisno, usposobljeno ekipo strokovnjakov s področja geologije, gradbeništva, geodezije in geotehnologije.

Funkcijo GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA bo opravljala skupina strokovnjakov naslednjih področij:

* strukturne geologije (za kartiranje podzemnih prostorov)
* inženirske geologije (za zagotavljanje stabilnosti izkopanega dela predora)
* hidrogeologije (za napoved in obvladovanje tlakov ter količine hribinske vode v predoru)
* geotehnike (za izvajanje geotehničnih meritev in interpretacijo rezultatov le teh)
* geodezije (za izvajanje meritev konvergenc, izmere profilov izkopanega dela predora in izvajanje 3D terestričnega laserskega skeniranja)
* rudarstva in geotehnologije (za vsa dela povezana z predorogradnjo in podzemnim vrtanjem) in
* vodenja geološko geotehnične spremljave - geotehnični nadzornik (vodenje in koordiniranje del, analiza in interpretacija podatkov geotehničnih meritev s predlogi ukrepov za optimalno gradnjo predora).

Poleg del v novo grajeni predorski cevi, bo strokovno usposobljena ekipa izvajala meritve tudi v vplivnem delu obstoječega predora Počehova ter na območju celotnega odseka gradnje, kjer je potrebno izvajati geološko-geotehnični in hidrogeološki nadzor z namenom preverjanja morebitnih vplivov gradnje nove predorske cevi. Prav ta ko bo naloga izbrane ekipe občasno geodetsko preverjanje izkopnih profilov in sicer tako v času izkopnih del kakor tudi v obdobju gradnje notranje betonske obloge. Geotehnične meritve, ki jih bo strokovna ekipa izvajala, bodo usmerjene tudi na pokriti vkop jug, začasne portalne izkope in lokacije viškov materiala. Hidrogeološke meritve bodo ob predorski hidrogeologiji zajemale tudi meritve na površini, na območjih viškov materiala in na drugih lokacijah ob trasi gradbišča.

## Predvidene aktivnosti strokovne ekipe

Vsi omenjeni strokovnjaki morajo imeti primerne reference, ki so navedene v razpisni dokumentaciji,

s katerimi dokazujejo zahtevane sposobnosti in ustrezne izkušnje pri spremljavi gradnje predorov v

zahtevnih geotehničnih pogojih.

Skladno z projektom za izvedbo gradnje predora Pekel in drugih del na odprti trasi bodo v okviru geološke in geotehnične spremljave gradnje predora predvidoma izvedena naslednja dela:

* Periodična inženirsko geološko spremljava izvedbe predvkopov, vključno s popisi vrtanja pilotov
* Vsakodnevno inženirsko geološko, geotehnično in hidrogeološko kartiranje čela kalote in izkopa stopnice ter talnega oboka (kot pomoč pri tovrstnem delu se predvideva uporaba metode zajema podatkov s stereofotogrametrijo);
* Geološka spremljava predvrtavanja za napoved geološko geotehničnih razmer na območju še neizkopanega predora;
* Občasna geodetska kontrola izkopnega profila predorskih cevi tako v času izkopnih del kakor tudi pred vgradnjo notranje betonske obloge (metoda stereofotogrametrija z dopolnjenim terestričnim laserskim skeniranjem);
* Monitoring izvedbe posameznih gradbenih faz objektov na odprti trasi s pomočjo laserskega skeniranja;
* Občasna strukturno geološka spremljava izkopanega dela predora in rekonstrukcija 3D geološkega profila;
* Hidrogeološke meritve in hidrogeološka spremljava v predorski cevi ter nad predorom Pekel, na območjih trajnih vnosov viškov materiala in na trasi železnice severno od predora Pekel;
* Odvzemi vzorcev vode in izvedba kemijskih analiz;
* Spremljava stanja obstoječe predorske cevi (pregled stanja notranje betonske obloge, meritev obstoječih razpok, meritve vibracij pri izvajanju izkopa z miniranjem);
* Odvzem vzorcev zemljine in hribine za potrebe geomehanskih laboratorijskih preiskav (tipične hribine v predoru - podroben opis geomehanskih laboratorijskih preiskav je v popisu del);
* Odvzem vzorcev zemljine in hribine za potrebe paleontoloških in mineraloških laboratorijskih preiskav (tipične hribine v predoru - podroben opis paleontoloških in mineraloških laboratorijskih preiskav je v popisu del);
* Nabava in vgradnja merskih elementov tipa MS-1 - geodetske meritve pomikov točk na obodu izkopa predora, vgrajenih v primarno oblogo - konvergenčna sidra z odsevniki;
* Nabava in vgradnja merskih elementov tipa MS-2 - meritve radialnih pomikov okolne hribine s tritočkovnimi ekstenzometri;
* Nabava in vgradnja merskih elementov tipa MS-3 - merske celice za meritev osne obremenitve vgrajenih sider;
* Dobava in vgradnja merskih celic na glavah geotehničnih sider za merjenje sil v sidrih
* Nabava in vgradnja večtočkovnega horizontalnega ekstenzometra v čelo predora
* Nabava in vgradnja inklinometrskih cevi ter izvajanje meritev inklinacij
* Nabava in vgradnja geodetskih merskih točk na območju portalnih konstrukcij in na površini območja nizkega nadkritja;
* Izvajanje meritev začasnih prednapetih geotehničnih sidrih, vgrajenih na območju južnega portala (pokriti vkop) in interpretacija rezultatov le teh;
* Nabava in vgradnja merskih elementov na območju lokacij odlaganja viškov izkopnega materiala;

Za večino opisane merske opreme je predviden avtomatski zajem podatkov, ki bo omogočil lažje in čim prejšnje pridobivanje informacij o morebitnih spremembah. Podatki bodo analizirani in interpretirani ter podani v vsakodnevnih poročilih izvajalca geološko geotehnične spremljave. Dnevna poročila bodo podlaga za definiranje potrebnih podpornih ukrepov in za izdelavo tedenskih poročil v katerih bodo podane spremembe dejanskega stanja od napovedi. Prav tako bo v tedenskem poročilu podana prognoza geološko geotehničnih razmer za obdobje nekaj dnevnega napredovanja izkopa in sicer na podlagi interpretacije izvedenih meritev in rezultatov predvrtavanja. Tedenska poročila bodo vsebovala tudi predlog in lokacijo vgradnje posameznega merskega profila.

Podroben opis in količina predvidenih del in merskega materiala je pripravljen v priloženem popisu del. Dejanska potreba po prisotnosti posameznih strokovnjakov in vgrajenih merskih elementov bo definirana sprotno. Pričakuje se zaloga merskih elementov za območje 500 m, oziroma eno tretjino

razpisanih elementov glede na s projektom predvideno prognozo merskih profilov.

Pri vgradnji merskih elementov (vrtanje in injektiranje) bo sodeloval izvajalec gradnje predora tako, da bo izvedel vrtanje in nudil pomoč pri vgradnji merske opreme ter nudil drugo tehnično pomoč pri izvedbi meritev.

## Izvajanje geološke spremljave izkopa cevi predora

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. Geološko spremljavo bo izvajalo strokovno usposobljeno osebje »GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA«. Dnevna geološka spremljava (kartiranje) čela izkopa, ki se jo izvede s sterofotogrametrijo, mora vsebovati:

* litologijo (tip hribine in barvo), stopnjo preperelosti, stopnjo razpokanosti, prisotnost prelomov in razpok;
* orientacije prelomov, meritve geometričnih parametrov diskontinuitet, morfološke karakteristike razpokanosti, določanje trdnosti hribine z enostavnim testom na mestu, GSI klasifikacijo;
* določitev inženirsko geološke (IG) enote (GT) skladno s OGG (Richtlinien fur die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb);
* določitev tipa geotehničnega obnašanja (BT) skladno s OGG (Richtlinien fur die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb);
* definiranje hidrogeoloških razmer z oceno dotoka vode, količine;

Poleg kartiranja izkopnih površin so naloge GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA tudi:

* izdelava dnevnih informacij, ki jih v elektronski obliki razpošlje pooblaščenim osebam oz. odloži v za to namenjeno centralno podatkovno okolje.,
* spremljava predvrtavanja, ki je dokumentirana v tedenskem poročilu s fotodokumentacijo,
* vzorčenje zemljine in hribine ter izdelava ustreznih mineraloških, petrografskih in geomehanskih laboratorijskih preiskav,
* tedensko ažuriranje geološke zgradbe na profil in tlorisno situacijo M 1:100 (dopolnjevanje dokumentacije na delovišču),
* tedensko geološko interpretiranje podatkov v obliki situacije in vzdolžnega osnega profila; oboje v merilu 1:500; (tudi v elektronski obliki),
* 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,
* izdelava tedenskih poročil o napredkih izkopa, morebitnih težavah in napovedi geoloških razmer,
* geološko kartiranje in spremljavo ter interpretiranje rezultatov med izvedbo portalnih konstrukcij.

Za nemoteno delo GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA bo IZVAJALEC gradnje predora omogočil dostop do čela predora in zagotovil potrebno tehnično podporo (razsvetljava, varen dostop do čela,...) za geološko kartiranje. GEOTEHNIČNI INŽENIR mora po izdelavi popisa izkopne površine pripraviti ustrezen dokument in ga odložiti v za to predviden centralno podatkovno okolje.

Geotehnični nadzornik mora pripraviti dnevno geološko in geotehnično poročilo takoj, ko so na razpolago vsi rezultati terenskih meritev in laboratorijskih raziskav.

## Izvajanje hidrogeološke spremljave

Hidrogeološka spremljava v sklopu geotehničnega monitoringa je sestavljena iz treh sklopov in sicer iz hidrogeološkega monitoringa v predorski cevi ter nad predorom Pekel, na območjih trajnih vnosov viškov materiala in na trasi železnice severno od predora Pekel.

V obstoječi predorski cevi Počehove ni predvidenih merskih mest v sklopu hidrološkega monitoringa.

### Območje predora Pekel

Gradnja predora Pekel bo vplivala na spremembo hidrogeoloških razmer na širšem območju posega. V predoru Pekel se niveleta nahaja do 80 m pod statičnim nivojem podzemne vode. Maksimalni nivo podzemne vode nad niveleto je ocenjen na 45 m, pričakovana količina vtoka vode pa je ocenjen na 3l/min/10m predora. Vtoki vode se bodo pojavljali iz plasti peska in konglomerata, ki se pojavljajo med plastmi laporja. Izcejanje vode iz okolice predora bo dolgotrajno, vendar bodo hidrostatski tlaki v bližini izkopa relativno hitro padli. Posledično je potrebno v času gradnje predor izvajati tudi hidrogeološki monitoring.

Hidrogeološka spremljava v času gradnje predora je predvidena enkrat na 14 dni, dodatna hidrogeološka spremljava je predvidena tudi v primeru izrednih pojavov, vezanih na podzemno vodo. V sklopu hidrogeološke spremljave stanja podzemne vode v predoru se enkrat na 14 dni izmeri pretoke vode in osnovne fizikalno-kemijske parametre podzemne vode na čelu, iz predvrtavanja, po celotni dolžini predora in reševalnega rova ter na iztoku iz predora. V času gradnje bosta sočasno odprta najmanj dve čeli napredovanja predora. Na mestih, kjer se izmeri pretok, je potrebno s pomočjo digitalnega multiparametričnega merilca izmeriti tudi osnovne fizikalne parametre pH, specifično električno prevodnost (pri 20°C) in temperaturo podzemne vode.



Slika 1: Lokacije piezometrov nad traso predora, ki so vključeni v hidrogeološki monitoring

Glede na poročilo o Mineraloški analizi treh vzorcev iz predora Pekel (ZAG,2015) je bil v vseh vzorcih iz vrtine V-6 dokazan framboidalni pirit (FeS2), ki lahko v primeru zatekanja podzemne vode v betonsko konstrukcijo predora povzroči sulfatno korozijo cementa. V času monitoringa se za potrebe določitve agresivnosti podzemne vode na beton odvzame 10 vzorcev podzemne vode na čelu izkopa in izvede laboratorijske kemijske analize agresivnosti vode na beton. Ob enem naj bodo vzorčevalna mesta čim bolj enakomerno razporejena po celotni dolžini predora in reševalnega rova.

Hidrostatske tlake v okolici predora se spremlja preko zveznih meritev nivojev podzemne vode v piezometrih PEK-5/17, PEK-9/17 in PEK-11/17. Lokacija piezometrov je podana na sliki 1.

V vse tri piezometre se vgradi avtomatske registratorje za beleženje nivojev in temperature podzemne vode (tlačne sonde). Prenos podatkov iz tlačnih sond naj bo urejeno preko telemetrije (npr. GSM omrežje), tako da bo možen oddaljen dostop do podatkov. V piezometrih se enkrat mesečno izvaja ročne meritve za potrebe kalibracije tlačnih sond, prav tako se naj enkrat mesečno preveri prehodnost piezometrov. V primeru, da ne bo možen oddaljen dostop do meritev, se podatke iz tlačnih sond odvzame enkrat mesečno. Meritve nivojev se naj izvaja do konca izvedbe notranje betonske obloge predora, torej okvirno dve leti od pričetka gradnje. Pred začetkom meritev se naj referenčne točke (koto ustij) piezometrov geodetsko posname, tako bo poskrbljeno za zadostno natančnost izvedenih meritev.

Preglednica 1: Osnovni podatki o piezometrih nad predorom, ki bodo vključeni v monitoring

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Oznaka piezometra | GkY | GkX | Okvirna prehodnost piezometrov |
| PEK-5/17\* | 551602 | 160064 | 33 m |
| PEK-9/17 | 551788 | 160567 | 30 m |
| PEK-11/17 | 552109 | 161029 | 40 m |

\*V okoljski del monitoringa je vključena vrtina PEK-5 narejena v sklopu IDP in ne gre za isti vrtini

Na ožjem območju predora Pekel ni registriranih vodnih zajetji in izvirov, na katere bi gradnja utegnila vplivati.

### Hidrogeološki monitoring na območju trajnega vnosa izkopanega materiala

V sklop hidrogeološkega monitoringa gradnje predora je potrebno vključiti tudi mesta trajnih vnosov viškov materiala. Na podlagi meritev se določa erozijska ogroženost nasutij zaradi eventualnega dviga nivoja podzemne vode ob zasutju ter vrednotiti vplive lokacij trajnega vnosa materiala na bližnje vodne vire z izdanim vodnimi dovoljeni. Na lokacijah trajnega vnosa materiala 1, 1a, 2, 3 ,4 je že vgrajenih 8 začasnih piezometrov, kot je prikazano na sliki 2.

V vseh osmih piezometrih se enkrat mesečno ročno izmeri globino do podzemne vode. Pred začetkom meritev se naj referenčne točke (koto PVC cevi) piezometrov geodetsko posname, tako bo poskrbljeno za zadostno natančnost izvedenih meritev.



Slika 2: Lokacije piezometrov za hidrogeološki monitoring na območjih trajnega vnosa viškov materiala

Preglednica 2: Okvirne lokacije začasnih piezometrov, ki se nahajajo na območjih trajnega vnosa odpadkov

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lokacije trajnega vnosa | Oznaka piezometra | GkY | GkX |
| 1,1a | Pz-1 | 551522 | 161077 |
| 1,1a | Pz-2 | 551514 | 160918 |
| 4 | Pz-3 | 551376 | 160697 |
| 4 | Pz-4 | 551436 | 160652 |
| 3 | Pz-5 | 552439 | 159915 |
| 3 | Pz-6 | 552538 | 159820 |
| 2 | Pz-7 | 552799 | 160332 |
| 2 | Pz-8 | 552806 | 160250 |

Ob izvedbi kontrolnih ročnih meritev se enkrat mesečno v piezometrih izvede tudi meritve fizikalno kemičnih parametrov. V sklopu fizikalno-kemijskih meritev se z multiparametričnim merilcem izmeri naslednje parametre vode: pH, specifično električno prevodnost (pri 20°C), nasičenost s kisikom, oksidacijsko redukcijski potencial, motnost ter temperaturo vode.

Monitoring v piezometrih na lokacijah trajnega vnosa materialov se izvaja od uvedbe v delo do faze, ko bo meritve ob napredujočem vnašanju materiala še možno izvajati (maksimalno 15 mesecev od pričetka gradnje).

V primeru, da se na podlagi meritev v piezometrih ugotovi vpliv trajnega vnosa viškov materiala na okolico, je potrebno podati predlog za vključitev v hidrogeološki monitoring tudi vodne vire z izdanim vodnim dovoljenjem, ki se nahajajo v bližini. V spodnji tabeli so podani vodni viri v bližini območij trajnega vnosa viškov materiala, ki sicer niso zavarovani z vodovarstvenimi območji, imajo pa pridobljeno vodno pravico za rabo vode. Pri tem je predviden vpliv vgradnje viškov materialov na vodne vire z urejenim vodnim dovoljenjem, ki so v spodnji tabeli razvrščeni od 1 do 3 (kolona zap. št), minimalen. Na lokacijah s pridobljeno vodno pravico 4 in 5 iz spodnje preglednice je morebiten vpliv odlagališča po napovedih najverjetneje zanemarljiv.

Preglednica 3: Okvirne lokacije začasnih piezometrov, ki se nahajajo na območjih trajnega vnosa odpadkov

| Zap.št | Št. vodnega dovoljenja | Lastnik | Koordinate zajema | Oddaljenost od najbližjega območja vnosa viškov | Namen |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 35537-72/2005 | BREDA KOCBEK-MOHAR | 551182, 160734 | 125 m Z od lokacije 4 | Voda za druge namene (zalivanje) |
| 2 | 35537-13393/2004 | BORIS KVERH | 552726, 159671 | 205m JV od lokacije 3 | Voda za druge namene (zalivanje) |
| 3 | 35537-901/2004 | MARJETA JAKOPIČ | 552786, 159545 | 330 m JV od lokacije 3 | Voda za druge namene (zalivanje) |
| 4 | 35526-5839/2004 | RUDI KARO | 553047, 159955 | 290 m JV od lokacije 2 | Lastna oskrba s pitno vodo |
| 5 | 35537-12747/2004 | MAJDA BRAČKO | 552571, 160511 | 280 m SZ od lokacije 2 | Voda za druge namene (zalivanje) |

### Hidrogeološki monitoring na preostalem delu trase

Segmenti, podani v nadaljevanju, niso vključeni v okoljski monitoring in jih je potrebno izvajati v okviru hidrogeološkega monitoringa. Gre za posege v območju predvidene gradnje stacionaže od km 595+870 do km 599+600.

#### Območje viadukta Pesnica

Na območju viadukta Pesnica se v piezometrih VP-4 in VP-6 izvaja spremljava fizikalno-kemijskih parametrov za potrebe vrednotenja vpliva na podzemno vodo kot posledica gradnje viadukta Pesnica. Predlagamo, da se vzorčenje izvaja enkrat na tri mesece v času gradnje viadukta. V sklopu fizikalno-kemijskih meritev se naj z multiparametričnim merilcem izmeri naslednje parametre vode: pH, specifično električno prevodnost (pri 20°C), nasičenost s kisikom, oksidacijsko redukcijski potencial, motnost ter temperaturo vode.

#### Območje podvoza v bližini ribnika

Na območju prenove obstoječega podvoza na okvirni stacionaži km 599+370 je treba izvesti piezometer in v njem v času gradnje izvajati zvezno spremljavo nivojev podzemne vode in mesečne terenske meritve fizikalno-kemijskih parametrov. Na podlagi zveznih meritev nivoja podzemne vode bo možno oceniti ustreznost izvedbe sanacije podhoda ter morebiten vpliv na tok podzemne vode v okolici podvoza, kar bi lahko vplivalo na delovanje bližnjega komercialnega ribnika, ki ima izdano vodno dovoljenje. Z meritvami fizikalno-kemijskih parametrov pa oceniti morebitne vplive gradnje na kakovost vode, kar lahko vpliva tudi na delovanje ribnika. Vodno dovoljenje (voda za komercialne ribnike, št. odločbe 35524-2/2019) je bilo izdano po izvedenih raziskavah v okviru PGD.

Piezometer na območju podhoda se izvede na okvirnem območju, kot ga prikazuje spodnja slika. Globina piezometra bo predvidoma 10 m, uvodna kolona naj bo globoka najmanj 2 m, ustje piezometra naj bo ustrezno zavarovano, pred vgradnjo merilne opreme v piezometer je potrebno izvesti aktivacijo piezometra. Vrtina naj bo jedrovana, obvezen geološki popis vrtine.



Slika 3: Okvirna lokacija piezometra na območju podvoza, ki bo namenjen spremljavi količinskega in kemijskega stanja bližnjega komercialnega ribnika

V piezometer pri ribniku se vgradi avtomatski registrator za beleženje nivoja in temperature podzemne vode (tlačna sonda). Prenos podatkov iz tlačne sonde naj bo urejen preko telemetrije (npr. GSM omrežje), tako da bo možen oddaljen dostop do podatkov. V piezometru se naj enkrat mesečno izvaja ročne meritve za potrebe kalibracije tlačnih sond, prav tako se naj enkrat mesečno preveri prehodnost piezometra. V primeru, da ne bo možen oddaljen dostop do meritev, se naj podatke iz tlačnih sond odvzame enkrat mesečno. Pred začetkom meritev se naj referenčno točko piezometra (koto ustja) geodetsko posname, tako bo poskrbljeno za zadostno natančnost izvedenih meritev. Predlagamo, da se vzorčenje fizikalno kemičnih parametrov iz piezometra na območju ribnika izvaja enkrat mesečno v času obnove podvoza. V sklopu fizikalno-kemijskih meritev se naj z multiparametričnim merilcem izmeri naslednje parametre vode: pH, specifično električno prevodnost (pri 20°C), nasičensot s kisikom, oksidacijsko redukcijski potencial, motnost ter temperaturo vode.

### Poročanje in poročila o hidrogeološki spremljavi

Meritve in osnovno interpretacijo podatkov se sporoča v obliki mesečnih poročil, skupno 23 mesečnih poročil. V centralno programsko opremo za izvedbo spremljavo predora se v primeru ročnih vnosov meritev uvaža podatke iz tlačnih sond enkrat mesečno. Ob koncu hidrogeološkega monitoringa se izdela končno hidrogeološko poročilo.

## Izvajanje geodetskih meritev izkopnega profila predora

Občasno geodetsko kontrolo nivelete in smeri predora ter izkopnega profila bo na podlagi poziva Naročnika ali Inženirja izvedla strokovna interdisciplinarna skupina GEOTEHNIČNEGA NADZORNIKA, v kateri mora biti tudi strokovnjak s področja geodezije.

Potrebno je poudariti, da je popolna odgovornost za s projektom zahtevan svetli profil predora, ustrezno debelino primarne podgradnje in pravilno zakoličbo vzdolžnih temeljev in tirnic za opažni voz, na strani IZVAJALCA gradnje predora. Za namen zagotovitve s projektom zahtevanih svetlih profilov mora Izvajalec sam izvajati geodetske meritve izvedenih izkopnih površin. Geodet GEOTEHNIČNEGA NADZORNIKA bo samo občasno (na poziv naročnika/inženirja) preverjal geometrijsko pravilnost IZVAJALČEVIH del.

Izvedba geodetskih 3D meritev oboda izbranega izkop nega profila bo potrebna:

* po izkopu kalote, stopnice in talnega oboka, v več fazah pri izkopu stranskih galerij,
* po izvedbi primarne podgradnje v kaloti, stopnici in talnem oboku za merjeni korak,
* pred in po izvedbi nosilca hidroizolacije in
* po izvedbi notranje obloge predora.

Namen izvajanja meritev je, kot že omenjeno kontrola geometrijske skladnosti dejansko izvedenih del s projektom definirano geometrijo in kontrola kvantitete in kvalitete posameznih faz (debeline plasti brizganega betona, ravnost ... ). Predstavljajo meritev dejanskega stanja predora, na podlagi katerih se lahko izvaja obračun posameznih gradbenih faz (več izkopa, debelina brizganega betona, izvršene deformacije, debelina nosilca hidroizolacije, debelina notranje obloge, ... ). Meritve izkopnega profila se lahko izvede s pomočjo stereofotogrametrije in dopolni z laserskim skeniranjem. Podatke kot osnovo za obračun uporabljata INŽENIR oz. NADZOR lahko pa tudi IZVAJALEC gradnje predora.

### Opis sistema geodetskih meritev

Sistem za kontrolo kvalitete izvedenih del v predoru bo (mora biti) sestavljen iz naprave za snemanje profila predora, programskega orodja za absolutno pozicioniranje meritev in programske opreme za vrednotenje in prikaz rezultatov meritev.

Z meritvijo se zajame točke, katere je mogoče georeferencirati. Z nadaljnjo obdelavo je mogoče rezultate prikazovati kot 3D model ali v 2D obliki (razvita ploskev ali profil). Za georeferenciranje referenčnih tarč se uporabljajo točke, katere vzpostavi, uporablja in vzdržuje izvajalec za usmerjanje predorske cevi in definiranje izkopnega profila.

Sistem za določanje absolutnega položaja izkopa predora mora omogočati ločljivost, kjer je natančnost snemanja določena z ločljivostjo najmanj 1x1 cm pri oddaljenosti 10 m od mesta izvajanja meritev. Natančnost enote točke ne sme presegati 11 mm standardnega odklona glede na preskusne točke pri oddaljenosti 10 m. Natančnost sistema mora biti dokazana s certifikatom pooblaščene službe.

Referenčni sistem za geodetske in geotehnične meritve se v predoru vzpostavi kot poligonska mreža. Poligonska mreža se nadgrajuje in korigira ves čas gradnje predora s pomočjo kontrolnih meritev. Kontrola in korekcija meritev se izvaja z neodvisnimi meritvami.

Spremljanje geometrije predora se izvaja med teoretično podano geometrijo in dejansko (posneto) geometrijo. Za pravilno primerjavo je potrebno izvesti 3D posnetek. Teoretično podana geometrija je opredeljena v projektu in je sestavljena iz preprostih geometrijskih oblik. Dejanska geometrija odraža trenutno stanje območja meritve in je podlaga za primerjavo.

Spremljanje izkopnih površin in površin do vgradnje notranje obloge, se dopolnilno izvaja tudi s terestričnem laserskim skeniranjem, kjer se pridobi 3D oblak točk. Natančnost snemanja mora zagotavljati ločljivost 1x1 cm na oddaljenosti 10 m. Za zagotovitev ustreznih rezultatov je potrebno izvesti naslednje aktivnosti:

* Skeniranje posameznih faz površin ,
* Primerjava posameznih povešin,
* Obdelava in analiza pridobljenih podatkov v ustrezni programski opremi,
* Vzpostavitev podatkovne baze za prikaz rezultatov,
* Izdelava periodičnih in končnih poročil

Teoretična geometrija predora je opredeljena s projektom in sicer z 3D osjo/niveleto predora in z geometrijami, ki definirajo posamezen prečni prerez glede na fazo gradnje predora (izkop, primarna podgradnja, notranja obloga). Prečni prerez je definiran s povečanjem osnovne geometrije za debelino brizganega betona, za predvideno deformacijsko toleranco in za predviden nadprofil izkopa. Teoretična geometrija mora biti določena za vsak korak izkopa.

### Izvedba meritev

Za izvedbo meritev bo IZVAJALEC gradbenih del omogočil GEOTEHNIČNEMU INŽENIRJU (izvajalcu tehnične spremljave gradnje predora) izvedbo meritev ter mu nuditi pomoč. Pomoč obsega tehnično pomoč z mehanizacijo na delovišču, umike za izvedbo meritev oz. prenehanje aktivnosti zaradi izvedbe meritev.

Izvedba meritev bo trajala predvidoma nekaj minut, za kar bo moral IZVAJALEC omogočiti neovirano izvedbo meritev. Izvajalec tehnične spremljave gradnje je dolžan že pred pričetkom meritev pripraviti vse potrebno za hitro in učinkovito izvedbo meritev.

Za meritve je predvidena naslednja ocena porabe časa glede na fazo gradnje:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| GRADBENA FAZA | OBMOČJE MERITEV | PORABA ČASA ZA MERITEV |
| Izkop kalote ali stopnice | en korak napredovanja | 5 min |
| Izkop TO (iz b.b.) | en korak napredovanja | 10 min |
| Izkop TO (liti beton) | en korak oz. 25 m | 1 ura |
| Izvedba b .b. | območje 25 m | 1 ura |
| Izvedba nosilca HI | območje 100 m | 2,5 ure |
| Izvedba notranje obloge | območje 5 kampad | 2 uri |

Pri izvedbi meritev ločimo zajem podatkov, georeferenciranje in predstavitev podatkov. Zajem podatkov je izvedba meritve kot zajem oblaka 3D točk, kjer je vsaka povezana na svojo referenčno točko. Georeferenciranje je postopek, ko vsaka izmerjena točka dobi 3D koordinate v absolutnem koordinatnem sistemu predora in je določena z X,Y,Z koordinato. Predstavitev rezultatov je opisana spodaj in se lahko izvede na več načinov (3D predstavitev ali 2D predstavitev).

Predstavitev rezultatov meritev mora biti 2D prikaz v razviti površini in kot prečni profili, kjer so prikazane vrednosti teoretičnega (načrtovanega) profila in dejanskega (merjenega) profila. Ta način omogoča primerjavo natančnosti izvedbe posamezne gradbene faze. S pomočjo uporabe različnih barv se določi stopnje odstopanja med projektiranim in dejanskim stanjem.

Za kontrolo debeline posamezne plasti pa je potrebno primerjati meritve med posameznimi gradbenimi fazami. Primer je primerjava meritve izkopa in brizganega betona. Razlika pomeni količino brizganega betona, ki je bila vgrajena. Razlika pokaže tudi ali je bila vgrajena zadostna debelina (v primerjavi s projektirano). Natančnost meritve za ugotavljanje debeline brizganega betona je ±2 cm. V primeru odstopanja meritev za več kot 2 cm se meritev računa z linearno interpolacijo.

Na enak način kot je opisan v zgornjem odstavku, se izvede tudi primerjava za določitev oz. kontrolo

obračunskih količin (več izkop, zapolnjevanje z brizganim betonom, ... ).

Primerjava rezultatov meritev iste gradbene faze pri različnih časih, omogoča podatke o časovnem razvoju deformacij. Glede na razvoj deformacij, se časovni presledki med meritvami določijo med gradnjo oz. so predpisani v načrtu izkopa in podpiranja predora Pekel, portalnih konstrukcij in drugih geotehničnih objektov.

### Kriteriji meritev

Izvedba meritev zahteva tudi stalno primerjanje teoretičnih (načrtovanih) meritev in dejanskih (izmerjenih) meritev. Pri prikazovanju kriterijev meritev je potrebno uporabljati naslednje barve:

* Zelena: Izmerjena vrednosti se nahaja v dovoljenih mejah oziroma je prekoračena v ugodni smeri
* Rumena: Izmerjena vrednost se nahaja v območju podane tolerance
* Oranžna: Izmerjena vrednost presega podano toleranco
* Rdeča: Izmerjena vrednost prikazuje meritve, ki se nahajajo izven podanih meja oz. prekomerno presegajo podane tolerance.

### Kriteriji vgradnje notranje betonske obloge

V skladu s principi NATM je stabilnost izkopnega profila predora dosežena z vgradnjo primarnega podporja oz. z vgradnjo primarne obloge. Z izjemo talnega oboka, ki je na določenih odsekih prav tako del primarnega podpornega sistema, je za glavno predorsko cev in reševalni rov predora Pekel predvidena vgradnja armirane in delno nearmirane notranje obloge, ki je debela najmanj 30 cm. Notranjo oblogo se vgradi po dokončanju vseh izkopov in vgradnje primarnega podpiranja ter odvodnjevalnega sistema ob pogoju, da je hitrost deformacij oz. pomikov katerekoli točke na obodu ali pravokotno na obod predora največ 4 mm/mesec. V izjemnih primerih, ko ta kriterij ni dosežen in so hitrosti deformacij višje, je treba ponovno preveriti statično odpornost in stabilnost notranje obloge ter ustrezno dimenzionirati.

## Izvajanje geotehnične spremljave predora Pekel

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 preverjanju obstoječih podpornih ukrepov, odločanju o nadaljnjih podpornih ukrepih in napovedovanju kratkoročnih geoloških razmer pri napredovanju gradnje predorov.

Ko govorimo o geotehnični spremljavi predora Pekel imamo v mislih vgradnjo merskih profilov in izvedbo geotehničnih meritev z analizo ter interpretacijo podatkov v predorski cevi in reševalnem rovu. Prav tako bo GEOTEHNIČNI INŽENIR del geotehničnih meritev izvajal tudi nad predorom (nizko nad kritje) na območju zaščite brežine portalnih delov, na območju izkopa predora pod obstoječo hitro cesto ter na območjih lokacij viškov materiala.

### Merski profil MS-1 (trigonometrične meritve)

Spremljanje pomikov stropa in bokov izkopanega dela predora, se bo izvajalo s tako imenovanimi trigonometričnimi meritvami. V boka in strop predora bo za potrebe meritev izvajalec geotehničnih meritev ob pomoči izvajalca gradnje (IZVAJALEC) na predhodno definiranih lokacijah, vgradil konvergenčne reperje. Konvergenčni reperji so jeklene palice (igle ali sidra), dolžine najmanj 250 mm, ki morajo biti vgrajena v okolno hribino in primarno oblogo predora. Ker bodo vgrajeni neposredno za čelom predora morajo biti konvergenčni reperji zaščiteni pred poškodbami zaradi napredovanja del (izkop, miniranje, rezkanje, ...). Lokacije posameznih profilov MS-l so v projektni dokumentaciji že predvidene, kar je razvidno iz načrtov. Ne glede na zapisano, bo vsako lokacijo profila MS-l preveril geotehnični inženir in potrdil Inženir.

Meritve točk v MS-1 zvajamo z uporabo geodetskih - optičnih merilnih metod (elektronski optični tahimeter oz. totalna postaja) pozicij točk. Omogočeno mora biti smerno in višinsko spremljanje stropa in bokov predora torej območja, kjer so merske toče vgrajene. Natančnost meritev mora znašati ±1,0 mm, dovoljena absolutna napaka ne sme presegati 2,0 mm. Omenjene meritve se izvajajo sistematično v posameznih prečnih prerezih na izbranih medsebojnih razdaljah cca. 5 m, 10 m oz. 20 m odvisno od dejanskih geološko-geotehničnih razmer in infrastrukture nad predorom

V glavni predorski cevi je v posameznem profilu predvidena vgradnja pet do sedem merskih točk (13 pri izkopu s stranskimi galerijami ter v reševalnem rovu s tremi točkami.

Frekventnost meritev, ki je podrobno zapisana v nadaljevanju, je vsaki dan dokler čelo ni odmaknjeno od lokacije meritve vsaj 50m.

### Merski profil MS-2 (meritve pomikov hribine v oddaljenosti od oboda predora)

Omenjene meritve bodo izvedene z večtočkovnimi ekstentometri, ki jih ob pomoči IZVAJALCA vgradi GEOTEHNIČNI INŽENIR. Ob glavah ekstenzometrov bodo nameščene optične tarče ali odbojni reflektorji, tako da bodo omogočene meritve vsakokratnih položajev merske glave ekstenzometra v prostoru. S projektom, tri-točkovni ekstenzometri (2, 4, 6 m). Merski profil MS-2 sestavlja šest vgrajenih ekstenzometrov dolžin 2, 4 in 6 m.

### Merski profil MS-3 (meritve sidrnih sil na radialnih sidrih)

Eden temeljnih elementov primarne podgradnje pri gradnji predorov po konvencionalni metodi, so pasivna sidra. Za njihov optimalni izkoristek je potrebna pravilna izbira dolžine. Ta bo lahko definirana na podlagi rezultatov merskih profilov MS-2, saj bo z ekstenzometri ugotovljeno območje predora, ki bo lahko preko pasivnih sider prevzelo stabilnost predorske obloge in hribine na obodu predora.

Za spremljanje sidrnih sil bo v predoru potrebno vzpostaviti več merskih profilov MS-3. Na območju normalnega prečnega profila bodo vgrajena štiri sidra, ki bodo opremljeni z merskimi celicami. Merske celice se vgrajujejo na glave merskih sider in sicer med hribino oziroma armiran brizgan beton in sidrno ploščo. Uporabijo se lahko standardne hidravlične celice ali električne merske celice, ki delujejo na principu meritev sprememb specifičnih deformacij.

Poleg meritev obremenjenosti pasivnih sider se bodo na območju portalne zaščitne konstrukcije vgrajevala in opazovala začasna prednapeta geotehnična sidra (TPGS).

### Horizontalni modularni povratni ekstenzometer

Na območju pred prečkanjem hitre ceste, bo za spremljanje vplivov izkopa pred čelom potrebno vgraditi deset točkovni horizontalni ekstenzometer (3,6,9,12,15,18,21,24,27,30) v čelo izkopa. Vgradnja bo izvedena v kaloti, okrog 1.5 m nad niveleto glavne cevi predora.

## Druge meritve v predoru

V ta sklop meritev uvrščamo meritve vibracij. Za stalno spremljanje omenjenih parametrov bo v smislu varnosti sicer zadolžen izvajalec gradnje, geolog bo te meritve izvajal predvsem za kontrolo izvajalčevih meritev na podlagi posebnega naročila naročnika ali nadzora.

Gradnja predorske cevi bo morala potekati na način, da promet v obstoječi cevi predora Počehova ne bo ogrožen. Ker bo za izkop predora po predvidevanjih pogosto uporabljena metoda miniranja bo potrebno preprečiti nastanek takšnih vibracij, ki bi lahko škodljivo vplivale na obstoječo predorsko cev, objekte, ki se nahajajo na površini nad predorom in hitro cesto. Pred pričetkom izkopnih del bo izvajalec izdelal ustrezen tehnološki elaborat v katerem bo opredelil tehnologijo izvedbe del, opremo ki jo bo uporabljal, način razstreljevanja in druge podatke s katerimi bo zagotovil zahtevane kriterije. Vibracije, ki so posledica izkopa in drugih del v predoru, ne smejo presegati vrednosti, ki jih predpisujejo avstrijski standardi ONORM S 9020, nemški DIN 4150 ali drug ustrezen standard, ki ga predpiše nadzorni inženir in je v skladu s slovensko zakonodajo.

V kolikor obstaja možnost, da bi zaradi gradnje predora prišlo na okolnih objektih do poškodb, je potrebno opraviti predhodni ogled in popis stanja vseh tistih objektov, za katere se smatra, da bi v času gradnje predora lahko na njih prišlo do pojava poškodb. O omenjenih ogledih oziroma popisih začetnega stanja objektov je potrebno izdelati ustrezni zapisnik oziroma poročilo, ki vsebuje vse ugotovitve predhodnega ogleda. Omenjene preglede je treba opraviti pred pričetkom del pri gradnji predora.

Na podlagi elaborata razstreljevanja za izvedbo predora Pekel, ki je bil izdelan v PZI fazi projekta, so v poglavju 4.2 podani pogoji in omejitve za izvajanje razstreljevanja. Skladno s točko 6, je potrebno izvajati monitoring vplivov razstreljevalnih del na okolico in sicer v območju 200 m od mesta razstreljevanja. Obseg monitoringa, ki se nanaša na objekte na površini je že zajet v delih, ki so bili oddani izvajalcu gradbenih del, potrebno pa je izvajati še meritve vibracij v obstoječem predoru Počehova.

### Meritve na portalnih območjih predora Pekel

Geotehnične meritve na površini zajemajo izvajanje meritev v vertikalnih inklinometrih (obstoječih in novih) na območju predvkopov , meritev nivojev vode v obstoječih piezometrih, geodetske meritve vgrajenih točk na AB konstrukciji in meritve sil na začasnih prednapetih geotehničnih sidrih.

V kolikor bodo geološke razmere bistveno drugačne od pričakovanih in posledično vplivi na površino pri izkopu predorske cevi znatno večji od predvidenih, bo treba preveriti vpliv na površino z novimi vhodnimi podatki ter po potrebi modificirati oziroma prilagoditi projektne rešitve.

Število merskih točk, merskih celic za sidrne sile in novih vertikalnih inklinometrov predpisano v priloženem popisu del.

## Pogostost geotehničnih meritev

Prve meritve (ničelni odčitki) morajo biti izvedene za vsako mersko mesto takoj po vgradnji. Če to ni mogoče, morajo biti meritve izvedene takrat, ko so za to izpolnjeni pogoji. Kompleksni merski profili (ekstenzometri, merska sidra) se vgradijo največ 24 ur po izkopu. Meritve morajo biti izvajane zvezno do končanja del na oblogi iz brizganega betona.

Pogostost meritev je podana glede na termin vgradnje določenega merskega profila in sicer:

* Na razdalji do 50 m od čela izkopa : Dnevno
* Na razdalji od 50 do 100 m od čela izkopa: Vsak drug dan
* Na razdalji od 100 do 200 m od čela izkopa: Enkrat tedensko
* Na razdalji od 200 do 500 m od čela izkopa: Enkrat na 14 dni
* Na razdalji nad 500 m od čela izkopa: Enkrat mesečno

Ko se izkop stopnice ali/in talnega približa odseku, kjer je vgrajen merski profil v kaloti in/ali stopnici, se pogostnost odčitkov ponovno poveča v intervalih, ki veljajo za izkop v kaloti. V kolikor se v določenih območjih deformacije ne umirjajo po pričakovanjih, na kar opozori GEOTEHNIČNI INŽENIR, se na osnovi rezultatov ocene razvoja deformacij s programskim paketom (npr. GeoFit) pogostost meritev poveča skladno z dogovorom med GEOTEHNIČNIM INŽENIRJEM, PROJEKTANTOM in INŽENIRJEM. PROJEKTANT mora nemudoma pripraviti način dodatnih stabilizacijskih ukrepov, ki jih potrdita GEOTEHNIČNI INŽENIRIN INŽENIR, izvede pa IZVAJALEC. Prav tako se v primeru, da so deformacije s časom manjše od predvidenih, lahko število meritev zmanjša ali prilagodi dejanskim razmeram na osnovi navedenega dogovor.

## Odčitavanje, risanje in vrednotenje podatkov

GEOTEHNIČNI NADZORNIK mora enkrat tedensko izdelati poročilo o rezultatih meritev v pisni (npr. kot predstavitev) in grafični obliki z vsemi predpisanimi diagrami, ki prikazujejo izmerjene veličine v odvisnosti od časa in stanja izkopnih ter podpiralnih del v predoru. Izdelati moratudi interpretacijo merskih rezultatov ter skupaj predstaviti na koordinacijskem sestanku ter kasneje odložiti na za to predvideno centralno podatkovno okolje. V primeru, da je ugotovljeno povečano tveganje pri zagotavljanju stabilnosti predorskega objekta, kar je opredeljeno v Geotehničnemu varnostnemu načrtu, mora GEOTEHNIČNI INŽENIR na osnovi dogovora med nastopajočimi odgovornimi osebami dostavljati poročilo bolj pogosto. Enako pravilo velja v primeru, ko se ugotovi, da stabilnost predorskega objekta ni ogrožena, in se pogostnost izdelave poročil tudi zmanjša. Da bi bil dosežen namen in učinek geotehničnega monitoringa, ki vključuje predhodno navedene meritve in opazovanja, mora biti pozornost posvečena naslednjim ciljem:

* razumevanju geomehanskih sprememb v hribinskem okolju in podpornih sistemih v okviru uporabljenih konstrukcijskih tehnologij gradnje
* pravočasnemu prepoznavanju obnašanja sistema hribina - podporni sistem in zgodnjemu odkrivanju morebitnih odstopanj od normalnega obnašanja
* možnosti izdelave ocen in predvidevanj časovnega razvoja pomikov in sprememb hribinskega okolja pri napredovanju izkopa in primarnega podpiranja predora.

Za izpolnitev navedenih zahtev morata GEOTEHNIČNI NADZORNIK in PROJEKTANT zagotavljati zvezno analiziranje in interpretacijo rezultatov meritev in opazovanj s ciljem preverjanja projektnih rešitev obnašanja sistema hribina podporje, s stalnim zagotavljanjem ustrezne nosilnosti podpornega sistema, da so zagotovljene varne delovne razmere, uporabnost in funkcionalnost ter ekonomske zahteve vezane na racionalno in gospodarno gradnjo.

Odčitavanje in posredovanje merskih rezultatov mora biti izvedeno strokovno s pooblaščenimi osebami GEOTEHNIČNEGA NADZORNIKA, ki imajo ustrezne reference s tega področja in skladno s podanimi navodili v načrtih.

1. 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.

1. 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 GEOTEHNIČNI INŽENIR, ki vrši vrednotenje in interpretacijo ob soglasju in odobritvi INŽENIRJA
2. Vrednotenje in interpretacijo trigonometričnih meritev vrši Geotehnični nadzornik s pomočjo ostalih strokovnjakov GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA.
3. 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 GEOTEHNIČNI INŽENIR pridobiti soglasje INŽENIRJA..

1. V zgoraj navedenih diagramih morajo biti predstavljeni sledeči parametri:

* Relativne deformacije med katerimakoli merskima točkama
* Komponenta parametra (vertikalna, horizontal na komponenta pomikov)

1. Uporabljena programska oprema mora omogočati (samo za geodetske meritve) glajenje oz. prilagajanje grafičnih krivulj zaradi izvedbe kontrolnih meritev ali ponovne vgradnje merskih točk.
2. Geotehnični nadzornik 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.

1. Geotehnični nadzornik mora dnevno posredovati podatke o izmerjenih vrednostih konvergenčnih meritev za tekoči dan v vnaprej določenem formatu datoteke in sicer PROJEKTANTU in INŽENIRJU le ta pa IZVAJALCU. V primeru geodetskih meritev morajo te preglednice vsebovati:

* datum in čas izvedbe meritev,
* stanje izkopnih del ob izmeri
* imena in koordinate merskih točk.

1. 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.
2. Format zapisa datoteke predlaga GEOTEHNIČNI INŽENIR.
3. GEOTEHNIČNI INŽENIR oz. Geotehnični nadzornik je dolžan elektronsko razposlati ali kako drugače posredovati, PROJEKTANTU in INŽENIRJU le ta pa IZVAJALCU dnevno vrednotenje in interpretacijo rezultatov meritev, če ni določeno drugače.
4. GEOTEHNIČNI INŽENIR je dolžan elektronsko razposlati ali kako drugače elektronsko dati na voljo INŽENIRJU, IZVAJALCU in ostalim udeležencem v gradnji, dnevno kartiranje čel in rezultate drugih geotehničnih spremljav, če ni na koordinacijskih sestankih določeno drugače.

# ZAHTEVE ZA IZVEDBO SPREMLJAVE

V nadaljevanju je v strnjeni obliki navedba večine zadolžitev in splošnih zahtev GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA. Skupina Geologa, Hidrogeologa in Geodeta, ki jo vodi Geotehnični nadzornik bo morala pri svojem delu upoštevati naslednje:

1. Pred pričetkom izkopnih del bo moral GEOTEHNIČNI INŽENIR pripraviti tehnološki elaborat (TE) v katerem bo:

* naveden postopek izvajanja geološke in geotehnične spremljave,
* opisana vas merska oprema, ki jo bo pri meritvah uporabljal (vključno z tehnično opremo za shranjevanje in prenos podatkov),
* priložen popisni formularji za kartiranje čela,
* navedena programska oprema za vrednotenje rezultatov in
* dokazila o kalibraciji in tehničnih brezhibnosti merilnih instrumentov.

1. Za izvedbo optičnih elektronskih meritev mora biti uporabljen optični elektronski teodolit (TAHIMETER), z vgrajeno koaksialno EDM napravo (elektronski merilec razdalje). Oprema mora zagotavljati natančnost 3CC za smeri, prav tako z natančnostjo ± 0,5 mm za razdalje.
2. Vsi instrumenti morajo biti vgrajeni na mestih in v skladu s tehnološkim elaboratom ob upoštevanju tehničnih specifikacij in s projektom določenih pogojev. TE izdela GEOTEHNIČNI INŽENIR, potrdi ga NADZOR.
3. Vsi materiali morajo biti vgrajeni v skladu z zahtevami izbranega proizvajalca opreme in z dodatnimi zahtevami navedenimi v tem dokumentu. GEOTEHNIČNEMU INŽENIRJU tehnično pomoč pri vgradnji opreme nudi IZVAJALEC.
4. Obseg tehnične spremljave gradnje predora se lahko spremeni, če to zahtevajo dejanske geološke ali geotehnične razmere med gradnjo. Pričakuje se zaloga merskih elementov za območje 500 m, oziroma ena tretjina razpisanih elementov glede na s projektom predvideno prognozo merskih profilov.
5. Opazovalne točke morajo biti označene s prizmami ali odbojnimi tarčami, pritrjenimi na projektno določena konvergenčna sidra.
6. 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.
7. Vgradnja vseh instrumentov in naprav mora biti izvršena čim bližje čela izkopa in čim hitreje po izvedenem izkopnem koraku
8. Vgradnjo vseh z razpisom določenih instrumentov mora voditi GEOTEHNIČNI INŽENIR. Po končani vgradnji je dolžan obvestiti INŽENIRJA o poteku vgradnje in morebitnih težavah, ki so bile prisotne pri izvedbi.
9. Po vgradnji se izdela zapisnik z vsemi pomembnimi podatki o vgrajevanju in dostavi INŽENIRJU, po potrebi tudi PROJEKTANTU.
10. Vsi instrumenti morajo biti zavarovani pred poškodbami zaradi izkopa z razstreljevanjem in prometa v predoru. Izvedena mora biti zaščita s pokrovi ali cevmi.
11. Merilno opremo ali dele merilne opreme, ki jih poškoduje IZVAJALEC 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 GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA.
12. Rezervni deli in rezervne enote (oprema in material) morajo biti skladiščeni na gradbišču tako, da je zagotovljena takojšnja dostopnost.
13. Vgrajena merska oprema, merske točke in potreben prostor za izvajanje meritev morajo biti prosti in dostopni in sicer za ves čas do začetka vgrajevanja sistema hidroizolacije.
14. 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 PROJKEKTANTU in INŽENIRJU.
15. GEOTEHNIČNI INŽENIR mora priskrbeti in vzdrževati opremo, ki je potrebna za vgradnjo in nadziranje merskih odsekov ves čas gradnje predora.
16. Dnevno ažurirani geološki podatki morajo biti v elektronski obliki dostopni in na razpolago vsem pooblaščenim udeležencem v projektu.
17. Popisi čela se izvajajo skladno z zahtevami, ki so podan v Načrtu tehničnega opazovanja gradnje predora, v katerem so upoštevana priporočila ISRM.
18. Geolog mora biti prisoten na gradbišču:

* Dnevno ob vsakem izkopnem koraku pri napredovanju gradnje na vseh predorskih deloviščih, vključno pri izdelavi predvkopov, da se kakovostno in pravočasno izvede geološke in hidrogeološke popise odprtih izkopnih ploskev oz. izkopnih čel. V nočnem času bo prisotnost geologa izjemna in jo bo predhodno naročil INŽENIR.
* Pri vseh izvajanjih predvrtavanja in/ali raziskovalnega vrtanja saj mora izdelati geološki popis iznosa jedra, registrirati ter odvzeti vzorce plinov in vode ter napisati strokovno poročilo o rezultatih vrtanja.

1. Geotehnična in geološka spremljava se lahko spremeni, če to zahtevajo dejanske geološke ali geotehnične razmere. S spremembami v načinu dela in časovnemu prilagajanju dejanskim razmeram v predoru mora soglašati INŽENIR. V primeru nestrinjanja s predlogom GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA mora o tem odločiti NAROČNIK na osnovi neodvisnega strokovnega mnenja.
2. IZVAJALEC gradnje predora bo priskrbel in vzdrževal primerno razsvetljavo, prezračevanje, za potrebe vgrajevanja merskih elementov pa tudi dvižno ploščad vključno s strojnikom, ki ima ustrezne kompetence za izvajanje tovrstnih del.
3. IZVAJALEC je dolžan po vnaprej dogovorjenih sredstvih komuniciranja obvestiti INŽENIRJA in. GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA oz. Geotehničnega nadzornika o nameravanem izkopu, vrtanju, reprofiliranju, ... vsaj 2 uri pred pričetkom aktivnosti.
4. Pred vgradnjo posameznih merskih elementov mora izvajalec meritev Inženirju omogočiti pregled le teh in pridobiti pisno potrditev o primernosti.

## Ukrepanje med gradnjo v primeru alarmnih nivojev

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 GEOTEHNIČNI INŽENIR podal pojasnilo k obnašanju, ki je odvisno od velikosti odklona. Zato so predvidene 4 stopnje ukrepanja:

1. Zgodnja stopnja alarmiranja (rumeno) pomeni zaznavni odklon od normalnega/pričakovanega obnašanja. GEOTEHNIČNI INŽENIR pripravi posebno poročilo, ki vsebuje rezultate kontrolnih meritev in po potrebi predpiše dodatne ukrepe v smislu zgoščevanja meritev.
2. Kriterij za stopnjo alarmiranja 1 (oranžno) pomeni naraščajoč odklon od normalnega oz. pričakovanega obnašanja z očitno visoko izkoriščenost jo podporja z zaznavnim tveganjem za porušitev. GEOTEHNIČNI INŽENIR 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.
3. Kriterij za stopnjo alarmiranja 2a (rdeče) pomeni progresiven odklon od normalnega oz. 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 dodatnih podpornih ukrepih in drugih ukrepih, ki niso predvideni s projektom.
4. 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 GEOTEHNIČNI INŽENIR, potrdita pa INŽENIR in PROJEKTANT.

Glede na zgoraj določene stopnje GEOTEHNIČNI INŽENIR pripravi:

* ustrezne povratne analize
* rezultate kontrolnih meritev, ki jih potrdi PROJEKTANT in odobri INŽENIR
* rezultate dodatnih raziskav, ki jih potrdi PROJEKTANT in odobri INŽENIR

Na podlagi strokovne presoje in glede na rezultate teh analiz PROJKETANT z GEOTEHNIČNIM INŽENIRJEM 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.

GEOTEHNIČNI INŽENIR mora vse predloge sprememb predhodno uskladiti s PROJEKTANTOM, ki spremembe tudi ustrezno tehnično obdela in 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.

## Geološka spremljava in kartiranje

Geološka spremljava je sicer opisana že v tem dokumentu in je v tej točki kot opomnik ponovljena v strnjeni obliki:

1. Geološko kartiranje in spremljavo ter interpretiranje rezultatov med izvedbo portalnih in predorskih izkopov mora izvajati strokovno usposobljeno osebje GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA.
2. IZVAJALEC predora mora omogočiti GEOTEHNIČNEMU INŽENIRJU oz. njegovemu strokovnemu osebju dostop in potrebno strojno podporo za geološko kartiranje.
3. GEOTEHNIČNI INŽENIR bo organiziral po potrebi sestanke za vmesno predstavitev in poročanje o izvedenem delu in za pripravo in načrtovanje programa raziskav.
4. GEOTEHNIČNI INŽENIR (Geolog in Geotehnični nadzornik) bo pripravil geološko in geotehnično poročilo takoj, ko bodo na razpolago vsi rezultati laboratorijskih in terenskih raziskav.
5. Dnevna geološka spremljava čela izkopa po predlogah, ki jih odobri INŽENIR, podprta s fotodokumentacijo mora vsebovati:
6. litologijo (tip hribine in barvo), stopnjo preperelosti, stopnjo razpokanosti, prisotnost prelomov in razpok
7. orientacije lomov, meritve geometričnih parametrov diskontinuitet, morfološke karakteristike razpokanosti, določanje trdnosti hribine z enostavnim testom na mestu, GSI klasifikacijo
8. določitev IG enot (GT) skladno s OGG (Richtlinien fur die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb.)
9. določitev tipa geotehničnega obnašanja (BT) skladno s OGG (Richtlinien fur die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb.)
10. ocene dotokov vode, količine, PH faktor, merjenje prevodnosti in temperature
11. tedensko izdelavo poročila in razpošiljanje pooblaščenim osebam
12. spremljavo predvrtavanja, ki je podprta s fotodokumentacijo
13. vzorčenje za mineraloške, petrografske, paleontološke in geomehanske laboratorijske preiskave kamnin
14. minimalno tedensko vrisovanje in ažuriranje geološke zgradbe na profil in tlorisno situacijo M1:100 (dopolnjevanje dokumentacije na delovišču)
15. tedensko geološko interpretacija podatkov v obliki situacije in vzdolžnega osnega profila; oboje v merilu 1:500; (tudi v elektronski obliki)
16. določanje GSI ter RMR indeksa in sodelovanje pri kategorizaciji hribine po ONORM 2203-1
17. ugotavljanje agresivnosti vode na beton in kovino (kemijske analize vode)
18. registriranje zruškov, njihovega volumna in opredeljevanja vzroka za njihov nastanek; registracija nad profilov in opredeljevanja vzroka za njihov nastanek
19. geološki profil in tloris M 1:100, ki morata vsebovati dnevno ažurirane podatke
20. izdelavo tedenske napovedi geoloških in geomehanskih razmer do 10 m od izkopnega čela kalote predora

### Končno poročilo

Po dokončanih izkopnih delih mora GEOTEHNIČNI INŽENIR izdelati končno poročilo, ki bo vsebovalo v pisni, preglednični in grafični obliki:

1. opis in prikaz geoloških razmer v vplivnem območju predora z vsemi posebnostmi in geološko pogojenimi pojavi
2. opis in prikaz hidrogeoloških razmer
3. ovrednotene rezultate vseh meritev.

Kot priloge h končnemu poročilu bodo dodani dnevni oz. obdobni rezultati izvedenih meritev in geološke spremljave. Končno poročilo bo predstavljalo del projekta izvedenih del. Poročilo izdela GEOTEHNIČNI INŽENIR. Potrdi ga INŽENIR.

## Plačilo

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. Cena na enoto merjenja mora vključevati vsa zgoraj našteta 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 predani, ali niso izvedeni v skladu z določili TEE ali načrtov ali pravili stroke, se ne plačajo.

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 gradbenih del.

Plačilo za geološko - geotehnično in hidrogeološko spremljavo se izvede za vsak delovni dan po dejanskih količinah in obračunu v mesečni situaciji. Celotni čas gradnje bo znan po končanju izkopnih del, ki jih izvaja IZVAJALEC gradbenih del. V ceni izdelave geološkega modela mora biti zajet najem ali nakup ustrezne programske opreme.

## Vsebina tehnološkega elaborata

Pred pričetkom del, mora GEOTEHNIČNI INŽENIR izdelati Tehnološki elaborat, ki ga mora dati v pregled in potrditev INŽENIRJU. Tehnološki elaborat za izvajanje geološke in geotehnične spremljave mora med drugim vsebovati:

1. splošen opis metodologije geološkega kartiranja, ki naj vključuje:
2. obseg dela, vzdolžne profile in grafično predstavitev čela kalote in stopnice za opis rezultatov geološkega kartiranja,
3. obseg dela in grafično predstavitev spremljave predvrtavanja, meritve ekstenzometrov in merskih sider,
4. obseg dela in grafično predstavitev napovedi geoloških razmer do 10 m pred čelom izkopa kalote,
5. obseg dela in vzdolžne profile, kjer naj bodo rezultati podani periodično,
6. obseg dela in vzdolžne profile, ki bodo priloženi končnemu poročilu o ugotovljenih geoloških razmerah,
7. predlog s strokovno utemeljitvijo inženirsko geološke klasifikacije po sistemu GSI in RMR,
8. legendo oz. pomen oznak, ki poleg ostalega vsebuje litološke, strukturne geološke, inženirsko geološke in hidrogeološke parametre,
9. popisni list za popisovanje izkopnega čela,
10. pri uporabi stereofotogrametričnega zajemanja in laserskega skeniranja mora le ta zagotavljati naslednje surove podatke za nadaljnjo analizo:
11. stereometrične slike za potrebe meritev,
12. 3D oblak točk čela in plašča izkopa,
13. slike tekstur v realnih barvah,
14. merske podatke iz zunanjih virov (npr. sistema pozicioniranja),
15. podatki o kalibraciji,
16. okvirni program vzorčenja minerološko-petrografskih in eventualnih drugih analiz,
17. seznam merske opreme za glavne in pomožne merske profile,
18. opis načina vgradnje, pritrditve in zaščite konvergenčnih sider, na podlagi projektnih zahtev,
19. podrobne opise in kataloge instrumentov in aparatov za zajem podatkov, ki bodo uporabljeni,
20. izvedba predhodnih trigonometričnih meritev prvotnega stanja, ki morajo biti izvedene pred gradbenimi posegi in služijo kot referenčne pri nadaljevanju meritev po potrjenem programu,
21. organizacijsko shemo geološke službe GEOTEHNIČNEGA INŽENIRJA, ki poleg osnovnih podatkov vključuje tudi:
22. mesto hranjenja geoloških kartiranj,
23. mesto shranjenih vzorcev,
24. način oddajanja oz. posredovanja rezultatov geološkega kartiranja,
25. podatke o strokovnjakih, ki sestavljajo ekipe geološke, geodetske, geotehnične nadzorne in drugih služb oz. nominiranih podizvajalcev, vključno z njihovimi referencami, ki jih imajo za ustrezno področje delovanja,
26. opis in lastnosti konvergenčnih sider s pritrditvijo in predvidenim sistemom zaščite, prizem, od bojnih tarč, repernih točk, ekstenzometrov, inklinometrov (piezometrov) in merskih sider.