

**NASLOVNA STRAN**

INVESTITOR: RS, Ministrstvo za okolje in proctor  
Direkcija Republike Slovenije za vode  
Mariborska cesta 88, 3000 Celje

OBJEKT: GRADNJA ZADRŽEVALNIKA NA ČRNEM POTOKU

VRSTA NAČRTA: 2 Načrt s področja gradbeništva  
2/3 Načrt opazovanja

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE: Projekt za izvedbo (PZI)

ZA GRADNJO: nova gradnja

PROJEKTANT: iS Projekt d.o.o.  
Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana  
direktorica: mag. Sonja Šiško Novak, univ.dipl.inž.grad.



ODGOVORNI VODJA PROJEKTA: mag. Sonja Šiško Novak, univ.dipl.inž.grad.  
Id. št. IZS: G-0476



ŠTEVILKA PROJEKTA: 14-S/22

ŠTEVILKA ELABORATA: 14-S/22-2/3

KRAJ IN DATUM IZDELAVE ELABORATA: Ljubljana, september 2024

IZVOD: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

## PRILOGA 1B NASLOVNA STRAN NAČRTA

### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	Gradnja zadrževalnika na Črnem potoku
kratek opis gradnje	PZI gradnje zadrževalnika na Črnem potoku (zemeljski nasip, talni izpust z vtočnim objektom in iztočnim tolmunom, varnostni preliv, prestavitev gozdne ceste, zaščita vodovoda in prestavitev elektro omarice).

Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.

vrste gradnje	<input checked="" type="checkbox"/> novogradnja - novozgrajen objekt
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	<input type="checkbox"/> novogradnja - prizidava
	<input type="checkbox"/> rekonstrukcija
	<input type="checkbox"/> sprememba namembnosti
	<input type="checkbox"/> odstranitev

### DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije (IZP, DGD, PZI, PID)	PZI
številka projekta	14-S/22
	<input type="checkbox"/> sprememba dokumentacije

### PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	2/2 Načrt opazovanja
številka načrta	14-S/22-2/3
datum izdelave	december 2022

### PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	mag. Sonja Šiško Novak, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	IZS G-0476
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

*S.Šiško*

mag. SONJA ŠIŠKO-NOVAK  
univ. dipl. inž. grad.  
IZS G-0476

### PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)	IS Projekt d.o.o.
naslov	Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana
vodja projekta	mag. Sonja Šiško Novak, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	IZS G-0476
podpis vodje projekta	

*S.Šiško*

mag. SONJA ŠIŠKO-NOVAK  
univ. dipl. inž. grad.  
IZS G-0476

odgovorna oseba projektanta	mag. Sonja Šiško Novak, univ.dipl.inž.grad.
podpis odgovorne osebe projektanta	

*S.Šiško* **IS projekt**  
PROJEKTIRANJE IN UREJANJE VODA, D.O.O.  
POT ZA BRDOM 102, SI-1000 LJUBLJANA

Št. načrta: 14-S/22-2/3  
Datoteka: PZI\_nacrt opazovanja

Datum: september 2024

## Vsebina

Naslovna stran načrta

Naslovna stran (priloga 1B)

Kazalo vsebine načrta

Podatki o projektantih

## Tehnični opis (poročilo)

1	Uvod.....	5
2	Monitoring .....	5
2.1	Opazovanje pregrade .....	6
2.1.1	Filtracija podtalnice pod pregrado .....	6
2.1.2	Geodetske meritve vertikalnih in horizontalnih komponent pomikov.....	7
2.1.2.1.	Geodetska referenčna mreža .....	7
2.1.2.2.	Način stabilizacije referenčnih točk .....	8
2.1.2.3.	Geodetske točke vertikalnih in horizontalnih komponent pomikov na površini pregrade .....	9
2.1.2.4	Opis instrumentarija in pribora .....	10
2.1.2.5.	Metoda izmere.....	10
2.1.2.6.	Pogostost opazovanj.....	11
2.1.2.7.	Obdelava meritev in ugotovitev statistično značilnega premika .....	11
2.1.3	Inklinometri .....	12
2.1.4	Posedalne plošče .....	13
2.2	Opazovanje betonskih objektov na pregradi .....	14
2.2.1	Geodetske točke horizontalnih in vertikalnih komponent pomikov .....	14
2.2.2	Meritve pomikov dilatacij na betonskih objektih.....	14
2.3	Meritve gladin.....	15

## Priloge

## Podatki o projektantih in pooblaščenih inženirjih

NACRT

Projektant:

**iS Projekt,**  
**projektiranje in urejanje voda d.o.o.**  
**Pod za Brdom 102, 1000 Ljubljana**  
**tel. 0590 81 116**  
**e-pošta: sonja.novak@isprojekt.si**

(naziv, naslov, telefon, e-pošta)

Pooblaščen  
inženir:**Mag. Sonja Šiško Novak, univ.dipl.inž.grad., G-0476**

(ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka, osebni žig, podpis)

Sodelavec:

**Nejc Novak**



## POROČILO

### 1 Uvod

V dolini Črnega potoka je ca.100m gorvodno od zaselka Podstrmca predvidena pregrada suhega zadrževalnika za visoke vode. Osnovni namen zadrževalnika je znižane visokovodnega vala v čim večji možni meri, kot to omogočajo terenske razmere.

Pregradni nasip poteka v zaokrožitvi  $R=300m$  in je ca.15m gorvodno od obstoječega črpališča za pitno vodo.

Tlorisno je glede OPN nasip umeščen v enoti urejanja prostora OP-3 znotraj površine označene kot podrobna namenska raba prostora VI – vodna infrastruktura.

Na pregradi je potrebno vzpostaviti tehnično opazovanje.

Predviden je dovod elektrike do pregrade (NN dovod), sam priključek pa se izvede naknadno (upravljallec).

### 2 Monitoring

**Pred začetkom izgradnje** meritve niso predvidene.

**Med izvedbo** je obvezno treba spremljati razvoj posedkov in deformacij konstrukcij (betonskih, nasutih) od samega začetka izvedbe. Pri izkopih temeljev večjih objektov (talni izpust, prelivni objekt, pregrada) je potrebno ugotavljati deformacije temeljne ploskve že med izkopi. Opazovanje posedanja in deformacij v dilatacijah je potrebno začeti takoj po vgraditvi merilnih priprav in naprav, ki se jih vgradi čimprej je možno.

**V času obratovanja** zadrževalnika je potrebno opazovati obnašanje posameznih objektov in posamičnih kritičnih delov konstrukcij. Stanje objektov zadrževalnika se spremlja z ustreznimi instrumenti na površini objektov in v notranjosti pregrade. Z merilno opremo, obravnavano v tem načrtu se bo opazovalo naslednje parametre:

- deformacije (horizontalne in vertikalne komponente pomikov) posameznih delov objektov
- spremljanje gladine vode na vstopnem in izstopnem portalu temeljnega izpusta.
- tok podtalnice pod pregrado, t.j. meritve gladine podtalnice v temeljnih tleh pod pregrado s piezometri,
- opazovanje in po potrebi meritve pronikle vode iz drenaž in drenažnih konstrukcij
- meritve vertikalnih in horizontalnih komponent pomikov na površini in v globini pregrade v piezometrijskih vrtinah,
- inklinometrijske meritve,
- opazovanje brežin pregrade in bazena

Parametri sistema opazovanja se spremljajo z občasnimi terenskimi meritvami po programu monitoringa, v katerem je definirana frekvenca meritev posameznih parametrov. Za spremljanje gladine vode gor in dolvodno od pregrade se vzpostavi avtomatske meritve.

## 2.1 Opazovanje pregrade

### 2.1.1 Filtracija podtalnice pod pregrado

Opazovalni sistem za filtracijo podtalnice pod pregrado predstavljajo trojčki opazovalnih vrtin oz. piezometrov prečno na os pregrade, in sicer ena gorvodno (na vodni strani pregrade), ena na kroni pregrade na zračni strani in ena ob dolvodni peti pregrade.

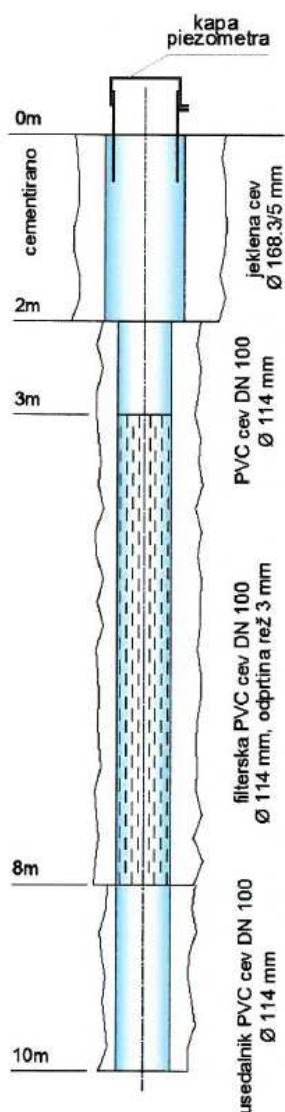
Sistem tvorijo skupno 2 trojčkov, skupaj 6 piezometrov. Piezometri so perforirani od hribinske podlage do 2/3 višine telesa pregrade v točki, kjer so nameščeni. Skupna dolžina piezometrov je ca 62 m.

- Piezometri se izvrtajo 2 m v hribinsko podlago,
- Zacevitev se izvede iz PVC cevi DN 100 (zunanji premer 114 mm),
- V območju meritve gladine (na skici med -3 in -8 m) je cev perforirana (odprtina rež 3 mm),
- Na dnu se izvede usedalnik dolžine 2 m iz polne cevi s čepom na dnu vrtine,
- Uvodna kolona iz jeklene cevi 168.3/5 mm dolžine 2 m, vključno s cementažo,
- Kapa z obešanko; ustje je prirejeno tako, da omogoča vgradnjo morebitne sonde.

Vse dolžine se preveri in dokončno določi ob izvedbi del, pri čemer je potrebno:

- Vrtanje na jedro, geološka spremljava, izdelava poročila s popisom vrtine,
- Aktivacija piezometra,
- Geodetska izmera absolutne nadmorske višine ustja piezometra.

Konstrukcija piezometra je prikazana na naslednji skici:



Slika 1: Skica konstrukcije piezometra.

### 2.1.2 Geodetske meritve vertikalnih in horizontalnih komponent pomikov

Za izvedbo geodetskih meritev vertikalnih in horizontalnih komponent pomikov vseh objektov na pregradi je potrebno izvesti:

- 4 referenčne točke geodetske mreže,
- 6 kontrolnih točk na telesu pregrade,
- 4 kontrolnih točk na betonskih objektih na pregradi,
- projekt horizontalne in vertikalne referenčne geodetske mreže in
- projekt horizontalnih in vertikalnih geodetskih opazovanj.

#### 2.1.2.1. Geodetska referenčna mreža

Za potrebe določitve horizontalnih in vertikalnih premikov jezu visokovodnega razbremenilnika je potrebno zasnovati in realizirati položajno in višinsko geodetsko mrežo. Referenčne točke, ki jo tvorijo, morajo biti med

seboj enakomerno razporejene, med seboj vidne ter morajo zagotavljati izvedbo meritev kontrolnih točk na objektu. Upošteva se geološke in geomehanske dejavnike, morajo biti stabilizirane na način, ki omogoča najnatančnejše ugotavljanje deformacij objekta.

### Horizontalna mreža

Za izvedbo geodetskih opazovanj horizontalnih premikov in deformacij se zahteva triangulacijsko-trilateracijska mreža, v kateri se izvajajo nadštevilna opazovanja smeri in dolžin. Med referenčnimi točkami naj bodo realizirane vse možne povezave, prav tako naj bo zagotovljeno maksimalno možno število opazovanj na kontrolne točke.

### Višinska mreža

Opazovanje višinskih premikov se izvede po metodi geometričnega nivelmana. Predvidena je lokalna nivelmanska mreža z navezavo na reperje visoke natančnosti.

#### 2.1.2.2. Način stabilizacije referenčnih točk

##### Horizontalne meritve

Mreža referenčnih točk triangulacijsko-trilateracijske geodetske mreže mora biti čim bolj homogena, faktor izotropnosti mreže mora biti čim bližje vrednosti 1. V postopku načrtovanja je potrebno izvesti tudi statistični preizkus za ugotavljanje zanesljivosti mreže.

Mrežo referenčnih točk triangulacijsko-trilateracijske geodetske mreže sestavljajo štiri stabilizirane referenčne točke (RT).

RT1 in RT3 se stabilizirata v osi pregrade. RT2 in RT4 se stabilizirata dol in gorvodno od pregrade.

Štev.	X	Y	Opomba
RT1	436749.22	86846.63	Referenčna točka HzV
RT2	436781.42	86758.90	Referenčna točka HzV
RT3	436651.20	86777.18	Referenčna točka HzV
RT4	436686.28	86890.67	Referenčna točka HzV

Tabela 1: Koordinate referenčnih točk. Koordinate točk so približne. Mikrolokacija RT se določi na samem terenu in sicer tako, da sta omogočena čim lažja izvedba meritev ter dostop.

Referenčne točke se stabilizirajo z betonskimi stebri in t.i. *wildovim* navojem, ki omogoča prisilno centriranje. Pri tem je potrebno upoštevati tudi naslednje:

- točke naj bodo stabilizirane na stabilnem terenu,
- točke morajo biti zavarovane pred uničenjem,
- točke morajo biti izvedene tako, da vizure potekajo čim dlje od objektov,
- točke morajo biti izvedene tako, da vizure potekajo najmanj 1m nad koto obstoječega terena. V primeru, da dejanska situacija na terenu tega ne omogoča, je potrebno območje okoli predvidenega stebra nasuti in utrditi.
- vrh betonskega stebra se izvede 120-140 cm nad terenom.



### 2.1.2.3. Geodetske točke vertikalnih in horizontalnih komponent pomikov na površini pregrade

Merske točke so razporejene na bermah gorvodne in dolvodne brežine pregrade in so prikazane na situaciji. Sistem sestavlja 6 merskih točk.

Reperno točko na pregradi sestavlja jeklena cev zunanjega premera  $\Phi 108$  mm dolžine 2.5 m, postavljena v vrtino  $\Phi 128$  mm do globine ca 2.0 m. Notranjost cevi in prostor med cevjo in vrtino se zalijeta s cementno malto. Reperne točke se izdelajo tako, da omogočajo tudi postavljanje merske late za izvedbo preciznega niveliranja oziroma geodetske meritve vertikalnih komponent pomikov in so opremljene z zaščitnim pokrovom.

Vsa mesta za prisilno centriranje morajo biti opremljena z zaščitnim čepom in morajo omogočati izvedbo triangulacijsko-trilateracijskih meritev in meritev geometričnega nivelmana.

Koridorje, kjer potekajo vizure med referenčnimi točkami (stebri) je potrebno očistiti zarasti in zagotoviti medsebojno vidnost.

Horizontalni pomiki se merijo na vseh 6 kontrolnih točkah na pregradi, kot tudi na 4 kontrolnih točkah na betonskih konstrukcijah, obravnavanih v nadaljevanju tega poročila.

Obseg naloge:

1. Izdelava projekta horizontalne referenčne geodetske mreže za potrebe določitve horizontalnih deformacij in premikov telesa pregrade in betonskih objektov na pregradi. V okviru projekta je obvezna določitev faktorja izotropnosti geodetske mreže ter izvedba preizkusa za ugotavljanje zanesljivosti mreže
2. Stabilizacija referenčnih in kontrolnih točk v skladu s strani naročnika potrjenim projektom
3. Izdelava projekta horizontalnih geodetskih opazovanj pregrade za potrebe določitve horizontalnih deformacij in premikov (geodetski datum, način, metoda in termini izmer, oprema, resursi, obdelava opazovanj, ugotavljanje premika, prezentacija, hranjenje in izmenjava podatkov)
4. Ničelna izmera v skladu s projektom

### Meritve višin

Višinsko mrežo tvorijo dobro stabilizirane višinske točke-reperji, ki so med seboj povezani v nivelmanske zanke in poligone. Izhodiščni reperji se vgradijo v stebre referenčnih točk horizontalne geodetske mreže.

Vertikalni pomiki se merijo na vseh 30 kontrolnih točkah na pregradi, kot tudi na 14 kontrolnih točkah na betonskih konstrukcijah, obravnavanih v nadaljevanju tega poročila.

Obseg naloge:

1. Izdelava projekta višinske referenčne geodetske mreže za potrebe določitve vertikalnih deformacij in premikov pregrade.
2. Stabilizacija referenčnih in kontrolnih reperjev v skladu s strani naročnika potrjenim projektom.
3. Izdelava projekta vertikalnih geodetskih opazovanj za potrebe določitve vertikalnih deformacij in premikov pregrade (geodetski datum, način, metoda in termini izmer, oprema, resursi, obdelava opazovanj, ugotavljanje premika, prezentacija, hranjenje in izmenjava podatkov)
4. Izvedba ničelne izmere v skladu s projektom opazovanj

#### 2.1.2.4 Opis instrumentarija in pribora

##### Horizontalne meritve

Za potrebe triangulacijsko-trilateracijskih opazovanj se zahteva najmanj naslednja oprema:

- rektificiran elektronski tahimeter z natančnostjo merjenja smeri 0,5" in natančnostjo merjenja razdalje 1mm+1ppm.
- pribor za centriranje, signalizacijo, merjenje meteoroloških parametrov, določanje višine inštrumenta in prizem:
  - originalni reflektorji, ki imajo določeno adicijsko konstanto,
  - podnožja z nosilci reflektorjev z možnostjo horizontiranja,
  - 2 precizna aspiracijska psihrometra, ki zagotavljata natančne meritve temperature in psihrometerske difference. Ločljivost termometrov je 0,1 C. Psihrometerske meritve se opravljajo na stojiščih inštrumenta.
  - digitalni precizni barometer z ločljivostjo 0,01 mbar in natančnostjo 0,01%.

##### Meritve višin

Za določitev vertikalnih premikov in deformacij se uporablja instrumentarij, ki zagotavlja natančnost reda nekaj desetink milimetra, in sicer:

- precizni digitalni nivelir,
- invar nivelmanske late,
- invarni trak,
- druga oprema (stativ, stojali za lati, podložki, merski trak, termometer, ročna svetilka).

Precizni digitalni nivelir naj zagotavlja natančnost niveliranja, večjo od 0,5 mm/km dvojnega nivelmana po podatkih proizvajalca (preizkus izveden po DIN18723 ali ISO17123-2).

Za izvedbo meritev se uporabi par dveh 3 m invar nivelmanskih lat ter par dveh 2 m invar nivelmanskih lat. Invarni trak se uporabi tam, kjer je uporaba lat onemogočena.

#### 2.1.2.5. Metoda izmere

##### Horizontalna opazovanja

V triangulacijsko-trilateracijski mreži izvajamo nadštevilna opazovanja horizontalnih smeri, zenitnih razdalj in dolžin. Merjenje horizontalnih kotov izvajamo po girusni ali Schreiberjevi metodi. V kolikor se le da, izvajamo meritve zenitnih razdalj med referenčnimi točkami obojestransko istočasno. Pri tem se ciljna točka signalizira s postavitvijo tarče na nosilcih daljnogleda.

Za merjenje razdalj uporabimo kalibriran elektronski razdaljemer (tahimeter). Izmerjene dolžine se popravijo za: meteorološke, geometrične in projekcijske popravke.

##### Višinska opazovanja

Metoda izmere je geometrični nivelman. Meritve se izvajajo zgodaj zjutraj oziroma popoldne, pred začetkom meritev je potrebno inštrument aklimatizirati (ISO17123-2).

Ustreznost instrumenta glede na zahtevano stopnjo natančnosti se ocenjuje na podlagi podatkov proizvajalca in potrdila o preizkusu instrumenta, ki ne sme biti starejše od enega leta.

Pred pričetkom izvajanja meritev je potrebno preizkusiti vertikalnosti nivelmanskih lat in horizontalnosti vizurne osi nivelirja.

Stativ postavimo na utrjeno površino, meritve izvajamo po metodi zaporedja (ZSSZ). Za vertikalno postavitve nivelmanskih lat in zagotavljanje stabilnosti pri odčitavanju uporabimo stojala. Pogrešek popravka pete late eliminiramo s postavitvijo iste late na začetni in končni reper.

Nivelmansko linijo niveliramo obojestransko, pri čemer mora biti razlika dvojnih merjenj v okviru dopustnega odstopanja:

$$\sigma\Delta h \leq 0,5 \text{ mm/km dvojnega nivelmana (ISO 17123-2, DIN 18723-2)}$$

Vpliv refrakcije zmanjšamo z metodo merjenja. Pri tem upoštevamo:

- višina vizure naj bo najmanj 0,6 m od tal,
- največji odčitek na lati naj ne presega 2,8 m,
- v primeru, da je lata postavljena na reper, naj bo odčitek na lati večji od 0,20 m in manjši od 2,80 m.

Vpliv refrakcije in ukrivljenosti Zemlje zmanjšamo z niveliranjem iz sredine. Največja dolžina vizure naj bo med 20 in 30 m, postavitve instrumenta v sredino mora biti vsaj na 0,5 m natančna, razlika med vsoto dolžin vizur S in Z v nivelmanski liniji tja–nazaj pa največ 1 m. Izmenišča stabiliziramo na trdi podlagi s pomočjo podnožk.

Prisotnost grobih pogreškov preverimo že na terenu, in sicer na osnovi izračunanih razlik med obojestransko merjenimi višinskimi razlikami. Merjene višinske razlike popravimo s:

- popravkom metra nivelmanske late,
- popravkom pete nivelmanske late,
- temperaturnim popravkom.

#### 2.1.2.6. Pogostost opazovanj

Redne meritve izvajamo dvakrat letno (spomladi in jeseni) ob nespremenjenih ostalih pogojih. Izredna opazovanja se opravijo v naslednjih primerih:

- po potresu intenzitete VI. stopnje,
- po nastopu drugih večjih naravnih katastrof,
- po obratovalnih nezgodah na pregradi,
- pred večjimi posegi v konstrukcijo objekta
- po ugotovitvi kakršnihkoli anomalij ali poškodb konstrukcije.

#### 2.1.2.7. Obdelava meritev in ugotovitev statistično značilnega premika

V vseh geodetskih opazovanjih se nadštevne meritve po izločitvi grobih napak izravnavajo s posredno metodo izravnavne (MNK). Rezultat so statistično najverjetnejše vrednosti položajev in višin točk s pripadajočo oceno natančnosti. Uteži meritev v postopku izravnavne izračunamo po pravilih za izračun uteži. Merila za izračun uteži podamo v poročilu posamezne geodetske mreže.

Na podlagi izravnave mreže kot proste in uporabe metod deformacijske analize je mogoče v mreži identificirati stabilne točke, ki določajo geodetski datum. V obdobju opazovanj naj bodo stabilne najmanj tri referenčne točke horizontalne in vertikalne mreže.

Za določitev premikov kontrolnih točk, mrežo izravnamo kot prosto in jo nato s podobnostno transformacijo vklopimo na stabilne referenčne točke. Vpliv pogreškov danih količin na vrednost koordinat kontrolnih točk in njihovo natančnost obravnavamo kot zanemarljiv.

Na podlagi razlik izračunanih koordinat identičnih točk, izmerjenih v dveh terminih, izračunamo velikost in smer vektorjev premikov in jih statistično ovrednotimo. Medsebojno so primerljive le terminske izmere, katerih natančnost je medsebojno homogena in temeljijo na istem geodetskem datumu.

V splošnem velja, da je premik značilen, če je večji oziroma enak trikratniku natančnosti določitve premika. Ne glede na to, pa se za potrebe obravnavane naloge uporabi testna statistika s postavitvijo hipotez. Testno statistiko primerjamo glede na kritično vrednost, ki jo izračunamo na podlagi porazdelitvene funkcije. Glede na postavljeno ničelno hipotezo, izbrano stopnjo značilnosti testa in vrednost testne statistike v primerjavi s kritično vrednostjo, ugotovimo ali je premik na obravnavani točki statistično značilen ali ne.

### 2.1.3 Inklinometri

Za meritev deformacij nasipov se izvedejo inklinometri. Potrebne aktivnosti pri izvedbi inklinometrov so:

- izvedba inklinometra (vrtanje, dobava in vgradnja inklinometrijske cevi, betonski podstavek glave inklinometra z repno točko, zaščitna kapa z obešanko),
- geološka spremljava,
- izdelava poročila s popisom vrtine,
- izmera lege in višinske kote ustja inklinometra ter
- ničelna meritev inklinometra.

Inklinacijske cevi se vpne oz. uvrta min. 2.0 m v temeljna tla. Ustje cevi se zaščiti z zaščitno kapo z obešenko. Sistem sestavlja 6 inklinometerskih cevi skupne dolžine ca 62 m.

Izvedba inklinometra je naslednja:

- Vrtanje vrtine z jedrovanjem. Izdelava geološkega profila vrtine.
- Zaščita stene vrtine z zaščitno kolono.
- Priprava inklinometrijske cevi za vgrajevanje: cevi se opremijo s spojnicami, ki se pričvrstijo na cev z zakovicami. Inklinacijske cevi so predvidene za merjenje gladine vode, zato perforacija cevi ni potrebna.
- Dno vrtine se začepi.
- Vgrajevanje cevi: cevi se sestavljajo v niz s spojnicami, ki so pričvrščene na cev z zakovicami. Vodotesnost spoja se zagotavlja z bandažiranjem s samolepilnim trakom.
- Po doseženi končni globini vgradnje inklinacijske cevi, se medprostor med hribino in cevjo zalije s cementno bentonitno mešanico. Zaradi pritiskov vode se dno vrtine sidra in pred zalitjem vrtino napolni z vodo.
- Ustje inklinometra se zaščiti s kapo in ključavnico in obbetonira z betonskim blokom 0,5x0,5x0,8 m. V betonski blok se vgradi repna točka.
- Prehodnost inklinometra se preveri s slepo sondo. Prav tako je potrebno preveriti morebitno špiralnost vrtine.

Ničelni odčitek novih inklinometrov se izvede 14 dni po vgradnji in kot drugi ničelni odčitek ponovi 1 mesec po vgradnji.

Reperji ob inklinometrih se stabilizirajo s kovinsko palico iz nerjavečega jekla vgrajeno ob uvedni koloni vrtime. Pri vgradnji paziti na vertikalnost palice. Vrhni del palice (center geodetske točke) se izdelata tako, da omogoča neposredno namestitev reflektorja in postavitev nivelmanske late in mora biti opremljen z zaščitnim pokrovom.

#### 2.1.4 Posedalne plošče

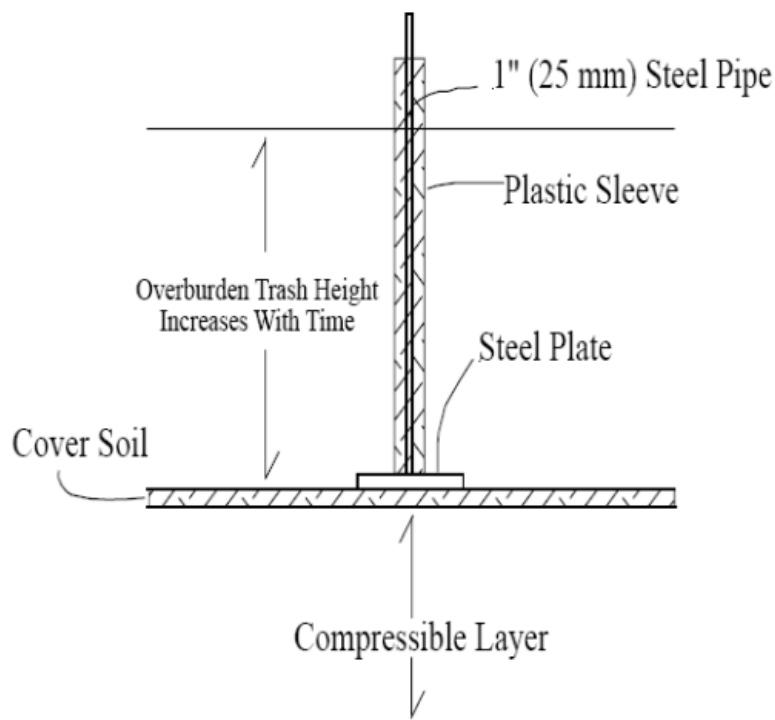
Za meritev vertikalnih pomikov temeljnih tal pod pregrado se na predvidena mesta pod pregrado vgradi posedalne plošče dim. 400 x 400 x 10 mm s privarjeno jekleno palico 25 mm v jekleni ali plastični zaščitni cevi. Posedalne plošče se vgradijo na površje terena po odstranitvi humusa. Palica in zaščitna cev se podaljšujeta istočasno z gradnjo pregrade z navojnimi priključki. Plastična cev mora biti ustreznega notranjega premera, večjega od navojnih priključkov jeklene palice, da vzdolžni pomiki palice niso ovirani.

Nivo posedalne plošče mora biti izmerjen pred pričetkom gradnje. Nivo vrha jeklene palice se periodično meri tekom izgradnje pregrade, vsaj na vsak 1meter izvedenega nasipa, in tudi vsakič pred in po podaljšanju palice.

Med gradnjo pregrade morajo biti lokacije jeklenih palic jasno označene, da ne pride do poškodovanja ali uničenja merske točke. Material okoli posamezne zaščitne cevi je potrebno zbiti oz. komprimirati do enakega nivoja kot so zahteve za komprimiranje zemljine pregradnega telesa, pri tem je potrebno preprečiti poškodovanje zaščitne cevi.

Sistem sestavlja 4 posedalnih plošč.

Skica posedalne plošče je na naslednji sliki:





Slika 2: Skica posedalne plošče.

## 2.2 Opazovanje betonskih objektov na pregradi

### 2.2.1 Geodetske točke horizontalnih in vertikalnih komponent pomikov

#### Horizontalne meritve

Kontrolne točke se stabilizirajo v betonskih konstrukcijah na način, ki omogoča prisilno centriranje reflektorjev in postavitev nivelmanskih lat. Uporabi se kline iz nerjavečega jekla z navojem, na katerega se med izmero privijejo nastavki za reflektorje (opazovanje horizontalnih pomikov) oziroma čep v obliki talnega reperja za potrebe niveliranja. Stabilizira se 4 kontrolnih točk na betonih temeljnega izpusta in prelivnega objekta. Le te se nahajajo:

- 1 reper na vtočnem objektu temeljnega izpusta,
- 1 reper na iztočnem objektu temeljnega izpusta,
- 2 reperja na bočnih zidovih podslapja.

Vsa mesta za prisilno centriranje morajo biti opremljena z zaščitnim čepom. Vsa 4 kontrolna mesta mora omogočati izvedbo triangulacijsko-trilateracijskih meritev in meritev geometričnega nivelmana.

Koridorje, kjer potekajo vizure med referenčnimi točkami (stebri) je potrebno očistiti zarasti in zagotoviti medsebojno vidnost.

#### Meritve višin

Višinsko mrežo tvorijo dobro stabilizirane izhodiščne višinske točke - reperji, ki so med seboj povezani v nivelmanske zanke in poligone. Izhodiščni reperji se vgradijo v stebre referenčnih točk horizontalne geodetske mreže.

Opazovanje vertikalnih pomikov se izvaja na vseh 4 kontrolnih točkah. Pred izvedbo meritev se na vsako kontrolno točko namesti čep v obliki talnega reperja. Priporoča se uporaba vedno enega in istega čepa.

Vso projektno in tehnično dokumentacijo o vsej izgrajeni in vgrajeni opremi je potrebno hraniti.

### 2.2.2 Meritve pomikov dilatacij na betonskih objektih

Merska mesta se vzpostavi na dilatacijah prelivnega objekta in na dilatacijah krilnih zidov temeljnega izpusta, skupaj 4 kom.

Merska mesta se izvede z nerjavnimi jeklenimi čepki, razporejenimi v obliki enakostraničnega trikotnika z bazo 20 cm. Ena od smeri (smer a) mora zagotavljati meritev dilatiranja samega betona.

Merska mesta se vzpostavi na:

#### Preliv:

-Na dilatacijah na bočnem zidu preliva,

Skupaj 2 kom.

**Prepust:**

-Na dilataciji na vtoku in iztoku

Skupaj 2 kom.

**2.3 Meritve gladin**

Za namen spremljanja pretokov in gladin se na vtočnem delu namesti merilnik nivoja zgornje vode, en merilnik pa je nameščen na mostu čez potok.

Na portalnem zidu vtoka se v zaščitni jekleni cevi namesti merilnik **OTT CBS - Compact Bubbler Sensor**. Merilnik se postavi na višino 0.3 m nad dno vtočnega objekta, skladno z navodili proizvajalca. Specifikacija merilnika je:

**Measuring range**

Version "Standard" and "USGS specification" 0 ... 15 m (0...50 ft)

Version "30 m measuring range" 0 ... 30 m (0...100 ft)

**Resolution** 1 mm (0.01 ft)

**Accuracy**

Version "Standard" and "30m measuring range"  $\pm 5$  mm

Version "USGS specification" 0 ... 15 ft:  $\pm 0.01$  %  
15 ... 50 ft:  $\pm 0.065$  % of measurement value or 0.02 ft, whichever is less  
m, ft, bar, PSI

**Units****Electrical data**

Interfaces 4 ... 20 mA, SDI-12, SDI-12 via RS-485  
Power supply 10 ... 30 V DC, typ. 12/24 V DC

**Current consumption**

Measuring interval 1 min typ. 320 mAh/day  
Measuring interval 15min typ. 25 mAh/day

**Housing material** ABS

**Dimensions L x W x H** 165 mm x 205 mm x 115 mm

**Weight** approx. 1,500 g

**Protection class** IP43

**Environmental conditions**

Operating temperature -20 ... +60 °C  
Storage temperature - 40 ... +85 °C  
Relativ air humidity 10 ... 95 %; not condensing

**Measuring tube** inner diameter typ. 2 mm or 4 mm

**EMV - limit values** According to IEC61326 and EN61326

V podsapju se na betonskem delu namesti radarski senzor SEBAPuls 8. Specifikacija merilnika je:

<b>Parameters:</b>	Water level [m], [cm]
<b>Sensor:</b>	Radar
<b>Measurement principle:</b>	Pulse transit time method
<b>Type:</b>	SEBAPuls 8
<b>Measuring range:</b>	0-8m
<b>Measuring accuracy:</b>	±5mm
<b>Housing</b>	
	Material: Plastic
	Antenna: Plastic
<b>Dimensions:</b>	Ø93mm, length 243mm
<b>Protection class:</b>	IP68
<b>Weight (approx.):</b>	0,7 kg
<b>Outputs:</b>	
	Analog: 4-20mA (extended ESD protection according to IEC 61000-4 part 5) or 0,4-2V
	Digital: SDI-12 (option)
<b>Power supply:</b>	12V DC, 24V DC
<b>Operating temperature:</b>	-40°C - 80°C (-60°C SEBAPuls 8)

### 2.2.3 Kabelska kanalizacija

Na pregradi se izvede kabelsko kanalizacijo za napajanje do naslednjih porabnikov:

- 2 svetilki zunanje razsvetljave,
- Merilec nivoja zgornje vode,
- Merilec nivoja spodnje vode
- video nadzor na vtoku in iztoku v talni izpust

Po vseh trasah se izvede kabelska kanalizacija 1 x fi110 mm. Na trasi cevi se izvede 2 revizijska jaška.

## 4 Lokalna avtomatika, SCADA in telemetrija

Pri izvedbi, nadgradnji, širitvi ali planiranju aktivnosti na objektih, ki so ali bodo predmet vzdrževanja in upravljanja s strani koncesionarja, je potrebno upoštevati tehnične standarde in smernice, ki se uporabljajo v zgrajenem sistemu.

Prav tako si mora izvajalec del pred izvedbo pridobiti soglasje upravljavca sistema in upravljavca/vzdrževalca nadzornega sistema in telemetrije, da je izvedba oziroma projekt kompatibilen z obstoječim sistemom.

Pred izvedbo del mora izvajalec predložiti pisni sporazum z upravljavcem/vzdrževalcem nadzornega sistema, da je urejen vnos objekta v nadzorni sistem.

#### 4.1. Lokalna avtomatika

Krmilni tokokrogi morajo biti načrtovani tako, da bo možen ročni (lokalni) ali avtomatski (daljinski) vklop in izklop posameznega pogona. Vsak elektromotorni pogon se mora napajati preko ustreznega kontaktorja, mehkega zagona ali frekvenčnega regulatorja.

Frekvenčni pretvorniki in mehki zagoni se naj predvidijo za elektromotorne pogone. Obvezna je uporaba ustreznih EMC filtrov proti motnjam v lokalno delovanje in v mrežo.

Merilni tokokrogi (nivo, položaj, tlak ...) se naj napajajo preko ustreznega ON line UPS-a. Pred določitvijo proizvajalca se posvetovati s končnimi uporabniki, zaradi **unifikacije opreme** – zahteva se oprema proizvajalcev, ki so že dobavitelji opreme (razlog zaloga, servisi).

Glede same izvedbe posameznih razdelilcev je zaželen že osvojeni sistem krmiljenja na obstoječih objektih, zaradi unifikacije opreme - zahteva zaradi vzdrževanja.

Nova lokalna avtomatika (varovalke, kontaktorji, frekvenčni regulatorji, mehki zagoni, releji, stikala, prikazovalniki, krmilnik in kompletni **telemetrični del**) naj bo vgrajeno v eno omaro. Lokalne povezave iz FRM na FRM z vmesnimi omaricami in na to posebej še telemetrične omare **niso dopustne**. V omari predvideti najmanj 30% prostega prostora za dodatne dograditve.

#### 4.2. Merilna oprema

Napajalna napetost je 230 V iz ON line UPS naprave, merilniki morajo imeti izhodne signale (4-20 mA, 0-10V) za zvezne meritve in potencialno proste kontakte za digitalne signale.

Merilniki pretokov morajo imeti izhod trenutnega pretoka in kumulativnega pretoka. Merilni instrumenti morajo imeti na dovodni strani prenapetostne zaščite 230 V, na izhodnem analognem signalu pa zaščitne prenapetostne odvodnike neposredno pred vhodom v krmilnik.

V objekte vgraditi analizatorje parametrov električne energije. Podatki ( $\cos \varphi$ , delovna moč, jalova moč, ...) se preko vodila RS485 in komunikacijskega protokola ModbusRTU prenašajo v krmilnik od tu pa v center vodenja za prikaz in nadaljnjo obdelavo.

Merilna oprema piezometrov mora izpolnjevati naslednje zahteve:

Registracija nivoja, temperature in elektroprevodnosti, premer ohišja 22 mm, baterijsko ali zunanje napajanje (mrežna verzija), komunikacijski priključek RS485, kapaciteta spomina: 288.000 podatkov, IP 68, merilna napaka <0,1%, napajanje 5-24V, čas vzornčebvanja 1sekunda dp 24h

Vsa merilna oprema se vključuje v obstoječ nadzorni sistem, zato je pri popisih potrebno zgolj **razširitev obstoječega SCADA nadzornega sistema in nadgradnja / delo za vključitev merilne opreme v SCADA sistem**.

### 4.3. Telemetrijske zahteve - TRC

#### 4.3.1. Splošno

Potrebno je upoštevati tehnične standarde in smernice, ki se že uporabljajo v zgrajenem telemetričnem sistemu upravljalca sistema.

Oprema telemetrije mora biti v celoti kompatibilna z obstoječim telemetrijskim sistemom, zaradi sinergijskih učinkov kot so medsebojna komunikacija, možnost zamenjave opreme v primeru nujnih vzdrževalnih delih, vzdrževanje, minimizacija stroškov in vključitev v že obstoječ nadzorni sistem upravljalca sistema.

Za pristop k izvedbi algoritmov je predhodno potrebno izdelati ustrezne OQ tabele s funkcijskimi podatki o I/O točkah. Med izvedbo pa uporabljati IQ tabele.

Pred izdelavo algoritmov delovanja je potrebno izdelati funkcijsko specifikacijo, ki jo mora potrditi upravljalac sistema.

#### 4.3.2. Prenos podatkov

Podatki iz lokalnih objektov v nadzorni center ali med njimi, se naj posredujejo preko optičnega kabla, telefonskih linij, GPRS modemov ali WiFi komunikacijah, kjer pa radijska povezava že obstaja, pa se le ta naj vključi v sistem prenosa.

#### 4.4. Krmilnik

Programabilni krmilniki PLC morajo biti opremljeni z vhodnimi/izhodnimi moduli, vmesniki, LCD displejem, napajanjem... RAM spomini morajo biti zaščiteni z ustreznimi baterijami, ki zagotavljajo vsaj štiriindvajseturno hranjenje vseh podatkov v primeru prekinitve napajanja. Krmilnik mora imeti vgrajen RS232 in RS485 komunikacijski port z direktnim priklopom za ModbusRTU naprave brez komunikacijskih pretvornikov.

Uporabljajo se krmilniki družine Schneider Electric M340, M241, M221. Za samostojne objekte (merilna mesta) se lahko uporabi tudi Siemes Simatic S7-1200 samo v primeru, ko le ta ni vezan v sistem z drugim krmilnikom.

Baterije morajo biti opremljene s signalno svetilko, ki opozarja, da je baterija izpod min nivoja („Battery low“). LED prikazovalniki ali LCD prikazovalniki, ki prikazujejo status vhod/izhod, morajo biti nameščeni tako, da so upravljalcu ali vzdrževalcu dobro vidni. Opis vseh vhodov in izhodov na PLC opremi, mora biti stalno pritrjena na PLC-ju ali na vratih omarice.

Na krmilnik naj se peljejo signali:

- ~stanja motornih odklopnikov (delovanje, napaka, izpad) delovanje el.motornega pogona (potrditev iz kontaktorja, ali naprave za mehki zagon ali FRM regulatorja),
- ~stanja pomožnih relejev pogojev delovanja, stanja krmilnih stikal (ročno, izklop, avtomatsko),
- ~stanja odklopnega stikala vgrajenega v močnostni tokokrog pri elektromotornem pogonu (servisno stikalo),
- ~vsa stanja frekvenčnih regulatorjev z BUS vodili napr. CAN Modbus,
- ~merilni signali iz merilnikov vgrajenih na objektih s tokovnimi zankami 4...20 mA...
- ~ModbusRTU naprave na vodilu RS485 (piezometri, nivojske radarske sonde, .....



#### 4.5. Telemetrija v lokalnih objektih

Funkcionalnost TRC sistema v DISLOCIRANIH OBJEKTIH naj nudi:

- ~Zanesljivo delovanje lokalne avtomatike ob implementaciji že obstoječih algoritmov, ki se naj smiselno uporabijo tudi na novih objektih.
- ~Dogodkovno javljanje iz dislociranih objektov v center ("unsolicited messaging").
- ~Direktna komunikacija med lokalnimi objekti preko ModbusTCP komunikacijskega protokola brez posredovanja nadzornega centra.
- ~Možnost sprememb lokalnega SW iz nadzornega centra brez zaustavitve procesa delovanja (online SW change)
- ~Obvezno je lokalno logiranje vseh podatkov (v primeru izpada komunikacije s centrom...).
- ~Arhiviranje logiranih in trenutnih podatkov v SQL procesni bazi ("data with time stamp").
- ~Na lokalnih PLC-jih naj bo dana možnost hitrih analognih meritev in določanja min in max vrednosti v poljubnem časovnem intervalu.
- ~Možnost pošiljanj SMS alarmnih stanj direktno z dislociranih objektov in centra k vsaj štirim skupinam po 4. telefonske številke v centru..
- ~Varovanje objektov (lokalov) in kontrola vstopa z identifikacijo – CHIP kartice.
- ~Povezave po optičnem kablu, telefonski liniji, GSM/GPRS modemu ali WiFi komunikacijah, kjer pa radijska povezava že obstaja, pa se le ta naj vključi v sistem. Dana naj bo možnost kombinacija izbire vrste prenosa.
- ~Telemetrična oprema na objektu mora omogočati priklop opreme za videonadzor z možnostjo dostopa preko pametnega telefona in osebnega računalnika
- ~Telemetrična oprema na objektu mora omogočati WI-FI povezavo do lokalnega webserverja krmilne opreme
- ~Telemetrična oprema mora omogočati VPN povezavo in možnost oddaljenega nastavljanja sistemskih nastavitev (Port Forwarding, Firewall, WI-FI, Routing, Mobile APN settings, ...)

#### 4.6. Video monitoring objekta

Predviden video monitoring objekta bo predvsem spremljal stanje vtočne rešetke talnega izpusta. Vgrajene kamere bodo nadzirale tudi okolico vodnega zadrževalnika. Predvidena je sledeča oprema:

- dve IP kameri

Povezava video nadzora poteka sprva v komandni prostor na objektu pregrade suhega zadrževalnika in od tam do centra vodenja.

#### 4.7. Center vodenja

Upravljaivec ima že izdelan SCADA – sistem, ki je razširljiv v vse smeri s celoviti podporo za ODBC zajemanje, urnik in prikaz historiranih podatkov, objektno grafiko s podporo za ActiveX objekte in dokumente ter možnostjo dela v plasteh, "Secure Containment", VisiconX, VBA komandni jezik, auto-failover opcijo, "Message Handler" paket. Uporablja se SCADA sistem iFIX in iHistorian zato je predvidena zgolj **razširitev obstoječega SCADA nadzornega sistema in nadgradnja / delo za vključitev objekta v SCADA sistem.**

## 5 Smernice za elektro inštalacije

Pri izvedbi, nadgradnji, širitvi ali planiranju aktivnosti na objektih, ki so ali bodo predmet vzdrževanja in upravljanja s strani koncesionarja, je potrebno upoštevati tehnične standarde in smernice, ki se uporabljajo v zgrajenem sistemu.

### 5.1.Preskrba z električno energijo

Glede na zahteve elektrodistribucije je potrebno izvesti ustrezno zaščito pred previsoko napetostjo dotika. V primeru uporabe tokovnega zaščitnega stikala je le temu potrebno dograditi napravo za ponovni avtomatski vklop. Za večje zahtevnejše objekte (določi naročnik) predvideti dvokrožno napajanje.

V primeru da gre za objekte, kjer je za napajanje predvideno solarno napajanje je potrebno zagotoviti minimalno avtonomijo dveh (2) dni pri naslednjih pogojih: najkrajša možna dolžina dneva, megla ali nizka oblačnost.

### 5.2.Prekinitev preskrbe z električno energijo, samodejni ponovni zagon

Vsa oprema, ki deluje v ročnem režimu ali samodejnem avtomatskem režimu in je pred izpadom električne energije delovala, se mora po normalizaciji razmer, samodejno ponovno vključiti. Ponovni zagon posameznih delov mora biti v fazah, ki zagotavljajo, da maksimalne zahteve po električni energiji ne presežejo zmogljivosti sistema.

### 5.3.Instalacije

Vsi razvodni kabli tehnologije, moči in luči morajo biti ustreznega tipa, izvodi na priključnih mestih se mehansko zaščitijo z gibljivimi PVC cevmi, oziroma z PVC kinetami. Kabli tehnologije in kabli meritev oziroma regulacije morajo biti položeni v predpisanih odmikih in posebnih ceveh.

Kabli frekvenčnih regulatorjev in mehkih zagonov morajo biti oklopljeni tip (Lapp NYCY-J) ali podobno ustrezno!

Predvideti kontrolo vstopa v objekte (brezkontaktna elektronska ključavnica). Ključavnica se naj uporablja z brezkontaktnimi čip karticami, upravljanje s karticami bi naj bilo izvedeno nivojsko. Parametrizacija se mora izvajati iz centra. Predvideti ustrezno prenapetostno zaščito za napajalne vode, komunikacijske vode, telefonske linije, tokovne zanke, modeme ...

Komunikacije med objekti naj potekajo po optičnem kablu, telefonski liniji, video nadzoru, GPRS modemu ali WiFi komunikacijah, kjer pa radijska povezava že obstaja, pa se le ta naj vključi v sistem.

Sestavila: mag. Sonja Šiško Novak, univ.dipl.ing.grad.

Ljubljana, september 2024

## PRILOGE

1 Situacija	M 1:1000
2 Karakteristični prerez – pregrada	M 1:100
3 Talni izpust in vtočni objekt	M 1:100
4 Preliv	M 1:100
5 Situacija – osnovne točke geodetske mreže	M 1:1000
6 Steber geodetske mreže	M 1:25
7 Steber geodetske mreže – armaturni načrt	M 1:25
8 Temelj svetilke	M 1:50