

IV TEHNIČNI OPIS IZVEDBE DEL

Tehnično opazovanje objektov HE na Dravi za leta 2022, 2023 in 2024

1. Uvod

Dravske elektrarne Maribor (DEM d.o.o.) so z osmimi hidroelektrarnami na reki Dravi, petimi malimi hidroelektrarnami in štirimi sončnimi elektrarnami največji proizvajalec električne energije iz obnovljivih virov v Sloveniji. Reka Drava je energetskega najpomembnejša slovenska reka, ki povezuje države in velika biogeografska območja. Dolžina Drave v Sloveniji je 133 km, največjo širino doseže v Vuhredu (350 m), največjo globino pa pri akumulacijskem bazenu HE Ožbalt in HE Vuhred (23 m). Srednji letni pretok znaša 297 m³/s, skupni padec v Sloveniji pa 148,3 m.

Glede na gradbeno višino, količino zajezne vode in dolžino krone pregrade so vse pregrade in jezovi na reki Dravi opredeljeni skladno z Uredbo o razvrščanju objektov (UL RS, št. 37/2018), kot zahtevni objekti - velike pregrade.

Št.	Vrsta objekta po uredbi	šifra	Merilo
Gradbeno inženirski objekt			
21	Jezovi, vodne pregrade in drugi vodni objekti	21520	Noben objekt, razen visokih pregrad*

* Po predpisu o opazovanju seizmičnosti na območju velike pregrade

Podlaga je v predpisu o opazovanju seizmičnosti na območju velikih pregrad, ki velike pregrade definira kot objekte z višino 15 m ali več in pregrado z višino med 5 m in 15 m z zadrževalnikom, katerega volumen je večji kot 3 milijone m³. Vzporedno z veljavno Uredbo se smiselno upoštevajo določila stroke podana kot priporočila, zbrane s strani Mednarodne komisije za velike pregrade ICOLD (International Commission on Large Dams).

Vse hidroelektrarne na Dravi so velike pregrade in objekti, ki ob nastopu tveganja, kot je porušitev, lahko povzročijo veliko materialno škodo ali celo ogrožajo življenje. Zato se na vseh hidroelektrarnah na reki Dravi že leta, kontinuirano na podlagi projekta izvaja tehnično opazovanje objektov, na podlagi Pravilnika o tehničnem opazovanju visokih pregrad (Ur. l. SFRJ št. 7/1966).

Po tem pravilniku obsega tehnično opazovanje pregledovanje, merjenje in druge preizkuse elementov, s katerimi se da ugotoviti stanje celotnega visokega jezusa ali posameznih delov ter stanje v stenski gmoti (tleh) ob jezusa in v akumulacijskem prostoru glede stabilnosti, vodne propustnosti ter učinkovanja kemičnih vplivov na korozijo in mehansko odpornost materiala. V času delovanja in uporabe objekta je za tehnično opazovanje visokega jezusa odgovoren upravljavec oziroma skrbnik objekta. Pravilnik skrbniku oziroma upravljavcu nalaga opazovanje objekta po Projektu tehničnega opazovanja, razlaganje rezultatov, katere pridobi s tehničnim opazovanjem ter obveščanje pristojne institucije o deformacijah in premikih, ki bi utegnili zmanjšati varno delovanje objekta ter ogroziti bližnjo okolico in življenje ljudi. S pravilnikom so tako določene obveznosti upravjavca oziroma skrbnika objekta, ki pa ~~nadalje niso ustrezno podprte s tehničnimi smernicami, ki bi podrobno opredelile metodologijo monitoringa pregradnega objekta.~~

Upravljavec objektov - Dravske elektrarne Maribor (DEM d.o.o.) - skladno s Pravilnikom o tehničnem opazovanju visokih pregrad iz leta 1966 (Ur. l. SFRJ št. 7/1966) razpolaga z dokumentacijo, s katero je detajlno precizirano tehnično opazovanje vsakega od obravnavanih objektov, izvajanje tehničnega opazovanja pa se poveri organizaciji za tovrstna dela, kar mu dovoljuje Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih pregrad iz leta 1966 v svojem 10. členu.

2. Tehnično opazovanje DEM d.o.o.

Po pričetku obratovanja posamezne hidroelektrarne so se najprej izvajale delne (predvsem geodetske) meritve, ki so se nadaljevale vse do leta 1966. Takrat se je vzpostavil celovit sistem tehničnega opazovanja, saj je to spremembo zahteval Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov. V letih 1969-1970 so bili za vsak objekt posebej, izdelani projekti tehničnega opazovanja. Na osnovi teh projektov so v enakem obdobju bili vzpostavljeni sistemi tehničnega opazovanja na in ob objektih hidroelektrarne na Dravi.

V projektu tehničnega opazovanja so definirane stalne, periodne, obdobje in izredne meritve. Za vse meritve, razen izrednih, ki jih izvajamo ob izrednih dogodkih ali pojavih, je izdelan letni načrt meritev. Meritve se izvajajo ročno ali (in) avtomatsko.

Rezultati letno pridobljenih meritev in ogledov se ovrednotijo v skladu z zahtevami projektne dokumentacije, veljavnih predpisov na tem področju in najnovejšimi strokovnimi dognanji. V končnem letnem poročilu za vsak posamezni objekt, so vključeni rezultati meritev z ročnim zajemom in rezultati iz avtomatskega zajema podatkov.

Poročilo mora v zaključku podati potrebne sanacijske ukrepe in oceno nujnosti le-teh, zaradi planiranja vzdrževalnih del na posameznih objektih. V prilogi poročila so zbrani vsi rezultati letnih meritev po posamezni vrsti in področju. V končnem poročilu se navedejo tudi vsi ostali monitoringi na obravnavanem območju, izvedeni v obravnavanem obdobju.

Obstoječi sistem tehničnega opazovanja vzpostavljen na hidroelektrarnah v upravljanju DEM d.o.o. obsega dve vrsti meritev in se izvaja na celotnem vplivnem (koncesijskem) območju reke Drave. Opazovanje zajema poleg pregradnih objektov tudi objekte vodne infrastrukture, akumulacijske bazene (vodno zemljišče) in deloma odseka strug reke Drave (Melje – Ptuj in Markovci – Zavrč).

1. Deformacije opazovanih objektov

a.) Geodetske meritve:

- Meritve za določitev vertikalnih premikov kontrolnih točk in reperjev pregrade,
- Meritve za določitev horizontalnih premikov kontrolnih točk in reperjev pregrade in
- Specialne geodetske meritve v območju sidra S2 na jezu Melje

b.) Geotehnične meritve:

- Meritve rotacij v kontrolnem hodniku in
- Meritve delovanja razpok in dilatacij z dopolnitvijo katastra razpok,

c.) Vizualni pregledi:

- Geološko geomehanski pregled brežin akumulacije in podslapja,
- Pregled pregradnega objekta z dopolnitvijo katastra razpok in poškodb (fotodokumentacija obstoječih poškodb),
- Potapljaški pregledi objektov (pregledi so vezani na obratovanje elektrarne in se izvajajo v nočnem času).

d.) Meritve sidrskih sil.

e.) Meritve izvora vode.

2. Filtracija podtalnice na območju pregradnega objekta

a.) »Ročne« meritve dolžin vrtin in piezometričnih pritiskov v K,B,P in bočnih vrtinah.

b.) Avtomatske meritve.

c.) Meritve piezometričnih pritiskov na širšem področju.

Končno (skupno) letno poročilo mora zajemati, obdelavo rezultatov vseh meritev za obravnavano leto in analizo s predhodnimi meritvami, navedbo vseh ostalih monitoringov in izdelavo programa meritev za naslednje leto. V zaključku morajo biti jasno navedeni potrebni vzdrževalni ukrepi, po prioritetah nujnosti izvedbe.

3. Opis objektov ter kratek opis tehničnega opazovanja

V sistem tehničnega opazovanja DEM d.o.o. so vključeni naslednji pregradni objekti na reki Dravi:

- HE Dravograd,
- HE Vuzenica,
- HE Vuhred,
- HE Ožbalt,
- HE Fala,

- HE Mariborski otok,
- Jez Melje, mala HE Melje, podporni zid pri »tovarni Svila«, in sidro S2 v Melju
- HE Zlatoličje,
- Jez Markovci in mala HE Markovci ter
- HE Formin



Slika 1: Prikaz lege pregradnih objektov na slovenskem vodotoku reke Drave

3.1 HE Dravograd

3.1.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Dravograd se izvaja od pomladi leta 1970, ko je bil v celoti vzpostavljen sistem opazovanja na podlagi "Projekta tehničnega opazovanja za visoki jez HE Dravograd".

HE Dravograd je po zasnovi težnostna pregrada z betonskimi oporniki in zapornicami. Konstrukcijska višina znaša 23 metrov. Objekt HE Dravograd je sestavljen iz:

- jezovne zgradbe (trije turbinski stebri, štiri pretočna polja ter leva in desna obrežna zgradba),
- podslapja in
- akumulacijskega bazena, ki se razteza na 10,2 km dolžine in sega delno še čez državno mejo v Avstrijo vse do zgoraj ležeče HE Labot.

Pregrada je bila zgrajena leta 1944. Instalirana moč je 26,2 MW.



Slika 2: Panoramska fotografija HE Dravograd

3.1.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov merskih točk, ter izmera žerjavne proge. Na HE Dravograd se v letu 2022 izvede prva klasična terestrična metoda in metoda geometričnega nivelmana po projektu "Posodobitve geodetskega tehničnega opazovanja pregradnega objekta HE Dravograd" iz leta 2014.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu HE Dravograd se izvajajo meritve delovanja razpok in dilatacij.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje.

3.1.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena in podslapja

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitениh in nezaščitениh brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije

3.1.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.2 HE Vuzenica

3.2.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Vuzenica poteka od leta 1970, ko je bil sistem opazovanja na podlagi "Projekta tehničnega opazovanja za visoki jez HE Vuzenica" v celoti vzpostavljen.

HE Vuzenica je drugi člen dravske verige. HE Vuzenica je po zasnovi težnostna pregrada s tremi betonskimi oporniki in zapornicami. Konstrukcijska višina znaša 34 m. Objekt HE Vuzenica je sestavljen iz:

- jezovne zgradbe (trije turbinski stebri, štiri pretočna polja ter leva in desna obrežna zgradba),
- podslapja in
- akumulacijskega bazena, ki se razteza na 11,9 km dolžine in sega vse do zgoraj ležeče HE Dravograd.

Pregrada je bila dokončana leta 1957. Instalirana moč je 55,6 MW.



Slika 3: Panoramska fotografija HE Vuzenica

3.2.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov merskih točk, ter izmera žerjavne proge. Na HE Vuzenica se v letu 2022 izvede prva klasična terestrična metoda in metoda geometričnega nivelmana po projektu "Posodobitve geodetskega tehničnega opazovanja pregradnega objekta HE Vuzenica" iz leta 2014.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu HE Vuzenica se merijo rotacije pregrade v kontrolnem hodniku, delovanje razpok v strojničnih in generatorskih etažah turbinskih stebrov in delovanje dilatacij v zveznem hodniku.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje.

3.2.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena in podslapja

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitenih in nezaščitenih brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

3.2.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve iztokov iz opazovalnih vrtin v kontrolnem hodniku

Z merjenjem iztokov se poda ocena eventualne spremembe vodoprepustnosti temeljne podlage objekta, eventualno siganje opreme opazovalnih vrtin in kontrola izmerjene vrednosti pritiskov.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.3 HE Vuhred

3.3.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Vuhred poteka od leta 1970, ko je bil v celoti vzpostavljen sistem tehničnega opazovanja na podlagi »Projekta tehničnega opazovanja za visoki jez HE Vuhred«.

HE Vuhred deluje na območju, kjer se Radeljsko polje zapira v ozko rečno korito. Je prva od dveh stopenj, ki si delita razpoložljiv padec na odseku Drave med Vuzenico in Falo. HE Vuhred je po zasnovi težnostna pregrada z betonskimi oporniki in zapornicami. Konstrukcijska višina znaša 33 m. Objekt HE Vuhred je sestavljen iz:

- jezovne zgradbe (trije turbinski stebri, štiri pretočna polja ter leva in desna obrežna zgradba),
- podslapja in
- akumulacijskega bazena, ki se razteza na 13,1 km dolžine in sega vse do zgoraj ležeče HE Vuzenica.

Pregrada je bila dokončana leta 1958. Instalirana moč je 72,3 MW.



Slika 4: Panoramska fotografija HE Vuhred

3.3.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov merskih točk, ter izmera žerjavne proge. Na HE Vuhred se v letu 2022 izvede prva klasična terestrična metoda in metoda geometričnega nivelmana po projektu "Posodobitve geodetskega tehničnega opazovanja pregradnega objekta HE Vuhred" iz leta 2014.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu HE Vuhred se izvajajo meritve rotacije objekta na območju kontrolnega hodnika v smeri toka in v smeri kontrolnega hodnika ter delovanje razpok in dilatacij v upravni zgradbi, zveznem hodniku in turbinskih stebrih v vseh etažah.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje. Potrebno je podati oceno eventualne spremembe napetostno-deformacijskih stanj v konstrukcijah pregradnega objekta.

3.3.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena in podslapja

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitениh in nezaščitениh brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

3.3.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve iztokov iz opazovalnih vrtin v kontrolnem hodniku

Z merjenjem iztokov se poda ocena eventualne spremembe vodoprepustnosti temeljne podlage objekta, eventualno siganje opreme opazovalnih vrtin in kontrola izmerjene vrednosti pritiskov.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.4 HE Ožbalt

3.4.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Ožbalt poteka od leta 1968, ko je bil sistem tehničnega opazovanja na podlagi »Projekta tehničnega opazovanja za visoki jez HE Ožbalt«, v celoti vzpostavljen. Navedeni projekt je bil izdelan na osnovi Pravilnika o tehničnem opazovanju visokih jezov, Uradni list SFRJ, št.7, z dne 16.2.1966.

HE Ožbalt, je četrta elektrarna na slovenskem vodotoku reke Drave. HE Ožbalt je po zasnovi težnostna pregrada z betonskimi oporniki in zapornicami. Konstrukcijska višina znaša 33 metrov. Objekt HE Ožbalt je sestavljen iz:

- jezovne zgradbe (trije turbinski stebri, štiri pretočna polja ter leva in desna obrežna zgradba),
- podslapja in
- akumulacijskega bazena, ki se razteza na 12,7 km dolžine in sega vse do zgoraj ležeče HE Vuhred.

Pregrada je bila dokončana leta 1960. Instalirana moč je 73,2 MW.



Slika 5: Panoramska fotografija HE Ožbalt

3.4.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov merskih točk, ter izmera žerjavne proge. Na HE Ožbalt se v letu 2022 izvede prva klasična terestrična metoda in metoda geometričnega nivelmana po projektu "Posodobitve geodetskega tehničnega opazovanja pregradnega objekta HE Ožbalt" iz leta 2015.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu HE Ožbalt se izvajajo meritve rotacije objekta na območju kontrolnega hodnika v smeri toka in pravokotno nanj ter delovanje razpok in dilatacij v zveznem hodniku in turbinskih stebrih v vseh etažah.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje. Potrebno je podati oceno eventualne spremembe napetostno-deformacijskih stanj v konstrukcijah pregradnega objekta.

3.4.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena in podslapja

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitene in nezaščitene brežine, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

Potapljaški pregledi

Potapljaški pregledi se opravijo za oba gorvodna krilna zidova. Opravijo se tudi potapljaški pregledi na območju ob železniški progi in sicer preput (Kapusov graben) na stacionaži v km 28+100, oporni zid na stacionaži v km 28 + 800 in oporni zid na stacionaži v km 29 + 100.

3.4.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve iztokov iz opazovalnih vrtin v kontrolnem hodniku

Z merjenjem iztokov se poda ocena eventualne spremembe vodoprepustnosti temeljne podlage objekta, eventualno siganje opreme opazovalnih vrtin in kontrola izmerjene vrednosti pritiskov.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.5 HE Fala

3.5.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Fala poteka od leta 1970. Z izgradnjo objekta za 8. agregat je bil opazovalni sistem prvič dopolnjen leta 1978 (Projekt priprave opazovalnih mest podlage 8. agregata HE Fala, ZRMK, DN 1015-88/77-GT in 1. dopolnitev k projektu tehničnega opazovanja za visoki jez HE Fala, ZRMK, DN 1015-88/77-GT, z dne 26.08.1977), drugič pa z izgradnjo objekta za 9. in 10. agregat v letu 1990 (Projekt tehničnega opazovanja nove strojnice, IBE Ljubljana, proj.št. 3193/24, z dne februar 1989, Dopolnitev projekta tehničnega opazovanja (geodetske meritve deformacij), ZRMK TOZD IKFIS, z dne 03.04.1989 in Projekt izvedbenih del elektroinštalacij opazovanja pregradnega objekta hidroelektrarne Fala, ZRMK, DMS, št.dok. 101-90, z dne december 1990).

Po dograditvi nove strojnice v letu 1990 je bil na tem delu pregrade in pretočnih poljih vzpostavljen avtomatski računalniški sistem merjenja piezometričnih pritiskov, temperatur vod in betonov, pomikov na dilatacijah med novo strojnico in pretočnimi polji ter na objektu 8. agregata. V letu 1993 je bilo mersko mesto pomikov in temperature betona (MD2) na dilataciji 8. agregata prestavljeno na dilatacijo v stari strojnici. Avtomatske meritve naštetih parametrov potekajo (s posameznimi presledki) od 20.03.1991.

HE Fala je najstarejša elektrarna na slovenskem delu Drave. HE Fala je po zasnovi težnostna pregrada z betonskimi oporniki in zapornicami. Po temeljiti prenovi HE Fala deluje le s tremi novejšimi agregati.

Dolžina akumulacije je 8,6 km dolžine in sega vse do zgoraj ležeče elektrarne Ožbalt. Instalirana moč je 58 MW.



Slika 6: Panoramska fotografija HE Fala

3.5.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu, ki ga sestavljajo stara strojnica, objekt 8. agregata, pretočna polja s stebri in nova strojnica z 9. in 10. agregatom se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov repnih točk.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu HE Fala se izvajajo meritve rotacije objekta ter delovanje razpok in dilatacij.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje. Potrebno je podati oceno eventualne spremembe napetostno-deformacijskih stanj v konstrukcijah pregradnega objekta.

3.5.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena in podslapja

Namen pregledov je ugotoviti stabilnost stanje zaščitnih in nezaščitnih brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

Geološko-geomehanski pregledi brežin na območju usada pred He Fala

Med poplavami v letu 2012 je Drava spodkopala del brežine, v odseku cca. 600m pred He Fala.

V letih po poplavih so bile izvedene študije glede zmožnosti sanacije brežine. Brežina podpira tudi regionalno cesto Dravograd – Maribor. V tem času so bile izvedene geološke študije ter projekt sanacijskih del za potrebe stabilizacije brežine. Zaradi visoke cene sanacije ter odstopa DRSI pri izvedbi omenjenih del, se sanacijska dela ne bodo izvajala.

Glede na to, da so na tem območju izvedene geološke vrtine, bi DEM pristopile k tehničnem opazovanju brežine, da se zagotovi spremljava morebitnih pojavov ter varnost brežine in cestnega prometa nad območjem poškodovane brežine.

Potapljaški pregledi

Potapljaški pregledi se opravijo na desnem gorvodnem krilnem zidu, vtoku in iztoku ter na pretočnih poljih HE.

3.5.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve iztokov vode iz opazovalnih vrtin

Z merjenjem iztokov se poda ocena eventualne spremembe vodoprepustnosti temeljne podlage objekta, eventualno siganje opreme opazovalnih vrtin in kontrola izmerjene vrednosti pritiskov.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.6 HE Mariborski otok

3.6.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Mariborski otok poteka od leta 1969, ko je bil sistem tehničnega opazovanja na podlagi "Projekta tehničnega opazovanja za visoki jez HE Mariborski otok, ZRMK, DN 5207/66, Ljubljana 1969" v celoti vzpostavljen.

HE Mariborski otok izkorišča energetski potencial Drave od HE Fala do otoka v strugi Drave. HE Mariborski otok je po zasnovi težnostna pregrada z betonskimi oporniki in zapornicami. Objekt HE Ožbalt je sestavljen iz:

- jezovne zgradbe (trije turbinski stebri, štiri pretočna polja ter leva in desna obrežna zgradba),
- podslapja in
- akumulacijskega bazena, ki se razteza na 15,6 km dolžine in sega vse do zgoraj ležeče HE Fala.

Pregrada je bila dokončana leta 1960. Instalirana moč je 60 MW.



Slika 7: Panoramska fotografija HE Mariborski otok

3.6.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov repnih točk, stabiliziranih na krilnih zidovih, obrežnih stenah, turbinskih stebrih in upravni stavbi ter vertikalne komponente premikov obeh tirnic žerjavne proge.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu HE Dravograd se izvajajo meritve rotacije objekta na območju kontrolnega hodnika ter delovanje razpok in dilatacij.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje. Potrebno je podati oceno eventualne spremembe napetostno-deformacijskih stanj v konstrukcijah pregradnega objekta.

3.6.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena in podslapja

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitenih in nezaščitenih brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

3.6.4 Meritve vibracij v strojnici

Namen meritev je izmeriti velikosti vibracij na ključnih elementih v strojnicah.

3.6.5 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve iztokov vode iz opazovalnih vrtin

Z merjenjem iztokov se poda ocena eventualne spremembe vodoprepustnosti temeljne podlage objekta, eventualno siganje opreme opazovalnih vrtin in kontrola izmerjene vrednosti pritiskov.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.7 Jez Melje, mala HE Melje

3.7.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Zlatoličje - jez Melje poteka od leta 1968 oz. od pomladi leta 1974, ko je bil sistem opazovanja na podlagi Projekta tehničnega opazovanja za visoki jez HE Srednja Drava 1, ZRMK, DN 2535/66, Ljubljana 1968 v celoti vzpostavljen.

Jezovna zgradba ima šest pretočnih polj. Na jezu Melje je vgrajena mala HE Melje.



Slika 8: Panoramska fotografija jez Melje in mHE Melje

3.7.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov reperjev, stabiliziranih na stebrih jezovne zgradbe in na prelivnem zidu dovodnega kanala HE Zlatoličje.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu jezu Melje in mHE Melje se izvajajo meritve rotacije stebrov jezovne zgradbe na kroni v dveh pravokotnih smereh ter delovanje dilatacij na prelivnem zidu.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje. Potrebno je podati oceno eventualne spremembe napetostno-deformacijskih stanj v konstrukcijah pregradnega objekta.

Meritve vertikalne inklinacije

Z meritvami vertikalne inklinacije je potrebno določiti horizontalne pomike po globini inklinacijske cevi.

3.7.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Potapljaški pregledi

Potapljaški pregledi v območju jezu se opravljajo na vsaki dve leti. Naslednji pregled je v letu 2021. Pri pregledu se pregledajo zgornji in spodnji krilni zidovi, temeljni prag jezu s pretočnimi polji in prelivni zid dovodnega kanala HE Zlatoličje.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena in podslapja

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitenih in nezaščitenih brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

3.7.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve pritiskov in iztokov iz drenažnih vrtin v pretočnih poljih

Potrebno je kontrolirati delovanje vertikalnih drenažnih vrtin v nizvodnih delih pretočnih polj jezu.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

Meritve sidrnih sil

Sidra so bila izvedena kot sanacijski ukrep za povečanje varnosti zidu proti zdrsu v primeru potresa. Vgrajene so trajno prednapeta geotehnična sidra pod naklonom 45°. Meritve se izvajajo na sedmih mestih in sicer 4 meritve pod prelivnim zidom (levi del kanala) ter 3 meritve na desno obrežnem zidu (»zid Svila«).

3.8 Podporni zid pri »tovarni Svila«

3.8.1 Opis objekta

Podporni zid pri tovarni Svila opazujemo v sklopu objektov jezusa Melje. Opazovanje zidu poteka na osnovi Projekta tehničnega opazovanja za visoki jez HE Srednja Drava 1 (HE Zlatoličje), ZRMK, Ljubljana 1968. Geodetski opazovalni sistem zidu je bil vzpostavljen leta 1969.

3.8.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na podpornem zidu pri tovarni Svila se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov repnih točk.

Geotehnične meritve

Na podpornem zidu pri tovarni Svila se izvajajo meritve rotacije zidu s klinometrom v prečni smeri in delovanje dilatacij z deformetrom.

Meritve vertikalne inklinacije

Z meritvami vertikalne inklinacije je potrebno določiti horizontalne pomike po globini inklinacijske cevi.

3.8.3 Vizualni pregledi

Pregled objekta z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Potapljaški pregledi

Potapljaški pregledi dovodnega kanala HE Zlatoličje v območju podpornega zidu se opravljajo na vsaki dve leti. Naslednji pregled bo v letu 2021.

3.8.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.9 Sidro S2 v Melju

3.9.1 Opis objekta

Specialne geodetske meritve v območju sidra S2 v Melju opravljamo od leta 2012 (letno 2 meritvi). V ta namen je na omenjenem območju projektirana in vzpostavljena terestrična mikro mreža (točke osnovne mreže, pomožne točke in kontrolne točke).

3.9.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Za določitev horizontalnega položaja merskih točk v geodetski mreži male HE Melje se uporablja kombinirana metoda triangulacije in trilateracije.

Za določitev višin merskih točk v geodetski mreži male HE Melje se uporablja metoda trigonometričnega višinomerstva, ker zaradi nedostopnosti merskih točk, metoda geometričnega nivelmana ni izvedljiva.



Slika 9: Panoramska fotografija prelivne stene in sidra S2

3.10 HE Zlatoličje

3.10.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Zlatoličje poteka deloma od leta 1969, v sedanjem obsegu pa od leta 1974 dalje, ko je bil sistem tehničnega opazovanja na podlagi Projekta tehničnega opazovanja za strojnico HE Srednja Drava 1, ZRMK, DN 2535/66, Ljubljana 1969 v celoti vzpostavljen.

HE Zlatoličje izkorišča potencial Drave med mestoma Maribor in Ptuj. HE Zlatoličje je zasnovana kot kanalska elektrarna. Objekt HE Zlatoličje je sestavljen iz:

- strojnice z dvema agregatoma,
- jezovne zgradbe v Melju,
- dovodnega kanala v dolžini 17,2 km, odvodnega kanala v dolžini 6,2 km,
- akumulacijskega bazena, ki se razteza na 6,5 km dolžine in sega od jezu Melje do HE Mariborski otok.

Pregrada je bila dokončana leta 1969. Instalirana moč je bila takrat 126 MW. V letih 2007 do 2013 se je izvedla prenova HE in tako se je moč elektrarne povečala za 12 MW, kar je bilo doseženo predvsem z novo kakovostnejšo primarno opremo agregatov.



Slika 10: Panoramska fotografija HE Zlatoličje

3.10.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov repernih točk na gorvodnih in dolvodnih krilnih zidovih, na turbinskih vtokih in iztokih ter na strehi strojnice. V sklopu teh meritev pa tudi rotacije objekta v smeri toka vode in delovanje dilatacij med turbinskimi vtoki in strojnico.

Geotehnične meritve

Na pregradnem objektu HE Zlatoličje se izvajajo meritve rotacije objekta v smeri toka vode in delovanje dilatacij med turbinskimi vtoki in strojnico.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje.

3.10.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin dovodnega in odvodnega kanala

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitenih in nezaščitenih brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

Potapljaški pregledi

Potapljaški pregledi turbinskega vtoka in iztoka strojnice se opravljajo na vsaki dve leti, naslednji je v letu 2021.

3.10.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah na območju pregrade, dovodnega in odvodnega kanala ter na Dravskem polju.

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Ugotavljanje porekla vode na območju pregradnega objekta in dovodnega kanala

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti v kontaktnih opazovalnih vrtinah in v bočnih opazovalnih vrtinah se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

3.11 Jez Markovci, mala He Markovci

3.11.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE Formin - jez Markovci poteka od novembra 1977 in sicer na osnovi Projekta tehničnega opazovanja na strojnici, IBE Ljubljana, projekt št. 149, marec 1977. Meritve vertikalnih in horizontalnih komponent premikov repernih točk na pregradnem objektu in vertikalnih komponent premikov reperjev na mostu preko dovodnega kanala (potopna stena) potekajo od januarja oziroma februarja 1978.

V letu 2012 je bila narejena novelacija tehničnega opazovanja na jezu Markovci, ki vključuje tudi malo HE Markovci. Jezovna zgradba ima šest pretočnih polj. Nad vtokom v dovodni kanal je nameščena potopna stena, ki z mostnim delom jezu preprečuje vtok plavja v dovodni kanal. Na jezu Markovci je vgrajena mala HE Markovci.



Slika 11: Panoramska fotografija jezovne zgradbe in male HE Markovci

3.11.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu (jez in mala HE) se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov merskih točk. Na jezu Markovci in v območju male HE se uporabljata klasična terestrična metoda in metoda geometričnega nivelmana.

3.11.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Potapljaški pregledi

Potapljaški pregledi potopne stene, gorvodnih krilnih zidov in podslapje pretočnih polj se opravljajo na vsaki dve leti. Naslednji pregled je v letu 2020.

Geološko-geomehanski pregledi brežin akumulacijskega bazena med jezo in Ptujem

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitene in nezaščitene brežine, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju akumulacije.

3.11.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Meritve iztokov vode iz piezometričnih kap

Pri opazovalnem sistemu filtracije podzemne vode na temeljni spojnici pregradnega objekta Markovci potekajo meritve iztokov vode iz piezometričnih kap od maja 2005 in se izvajajo redno štirikrat letno. Opazovalni sistem predstavlja cevna instalacija, ki povezuje posamezne piezometrične kape in manometerska merska mesta v kontrolnem hodniku. Kape so zabetonirane na kontaktu med podlago in betonom objekta v štirih vzdolžnih profilih pregradnega objekta oz. v dveh prečnih profilih skozi pretočna polja in enem prečnem profilu skozi stebre jezua. Vgrajene so tudi na območju obeh obrežnih sten. Na območju pretočnih polj je vgrajenih 48, na območjih stebrov in obrežnih sten jezua pa 30 piezometričnih kap. Januarja 2011 je bilo obnovljenih trinajst piezometričnih kap: sedem na območju pretočnih polj (P15, P21, P31, P33, P35, P41 in P65), pet na območju stebrov (S11, S21, S31, S34, in S51) in ena na območju desno obrežne stene (SD4).

Ugotavljanje izvora vode v opazovanih vrtinah

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

Barvanje vode pri potopni steni

Zaradi puščanja vode skozi razpoke asfaltne obloge v bližini dveh podpor potopne stene je potrebno spremljati iztekanje vode iz akumulacije v drenažni jarek pod dovodnim kanalom.

3.12 HE Formin

3.12.1 Opis objekta

Tehnično opazovanje pregradnega objekta HE SD2 - strojnica Formin se izvaja od decembra 1977 in sicer na osnovi Projekta tehničnega opazovanja na strojnici, IBE Ljubljana, projekt št. 3096/150, julij 1977. Meritve vertikalnih in horizontalnih premikov repnih točk na pregradnem objektu, vertikalnih premikov na kroni bočnih nasipov med strojnico in profilom P204 ter opazovalnih stebrov v širši okolici objekta potekajo od januarja 1978.

HE Formin je zadnja elektrarna v verigi dravskih elektrarn in je zasnovana kot kanalska elektrarna. Objekt HE Formin je sestavljen iz:

- strojnice z dvema agregatoma,
- jezovne zgradbe v Markovcih,
- dovodnega kanala v dolžini 8,1 km, odvodnega kanala v dolžini 8,5 km,
- akumulacijskega bazena, ki se razteza na 7 km, ki sega od jezua Markovci do sotočja odvodnega kanala HE Zlatoličje in stare struge reke Drave.

Pregrada je bila dokončana leta 1978. Instalirana moč je 116 MW.



Slika 12: Panoramska fotografija HE Formin

3.12.2 Deformacije opazovanih objektov

Geodetske meritve

Na pregradnem objektu se merijo vertikalne in horizontalne komponente premikov merskih točk. Na HE Formin se uporablja klasična terestrična metoda in metoda geometričnega nivelmana.

Meritve globin razpok z ultrazvokom

S kontrolnimi meritvami je potrebno ugotoviti ali se razpoka pogloblja, zapira ali miruje.

3.12.3 Vizualni pregledi

Pregled pregrade z dopolnitvami katastra razpok in poškodb

Ugotovljene poškodbe je potrebno evidentirati s fotografijami, razpoke opisati in jih vnesti v obstoječi kataster razpok.

Pregled kvalitete betonov pregradnega objekta

Zaradi kemijsko-fizikalnih vplivov okolja se kvaliteta betona na površini spreminja. Potrebno je opraviti strokovni pregled betonov, da se ugotovi stanje konstrukcije in pravočasno prepreči propadanje objekta.

Geološko-geomehanski pregledi brežin dovodnega in odvodnega kanala

Namen pregledov je ugotoviti stabilnostno stanje zaščitnih in nezaščitnih brežin, stanje poškodb na brežinah, ugotovljenih pri predhodnih pregledih in ogroženost objektov, ki se nahajajo v vplivnem območju kanalov.

Potapljaški pregledi

Potapljaški pregledi turbinskega vtoka in iztoka se opravljajo enkrat na dve leti. Naslednji pregled je v letu 2020.

3.12.4 Opazovanje podtalnice

Meritve dolžin opazovalnih vrtin

Z merjenjem dolžin vrtin se kontrolira stanje filtrskih oblog, eventualna zasutja skozi ustja vrtin in večje poškodbe vrtin, kot posledica deformacij v hribini.

Meritve piezometričnih pritiskov v opazovalnih vrtinah na območju pregrade, dovodnega in odvodnega kanala ter na Ptujskem polju.

S tovrstnimi meritvami se določuje nivo vode v vrtinah.

Meritve iztokov iz opazovalnih vrtin

Na območju strojnice Formin potekajo meritve iztokov vode iz treh opazovalnih vrtin v kontrolnem hodniku (oznake S3 do S5) in sicer od maja 1996, ko so bili na vrtine nameščeni zasuni za meritve vzgonov in iztočnih količin vode.

Ugotavljanje porekla vode na območju pregradnega objekta in dovodnega kanala

Izvor vode v vrtinah se ugotavlja z merjenjem temperature vode in njene specifične električne prevodnosti.

Ugotavljanje filtracije vode

- Meritve filtracijskih hitrosti

Filtracijske hitrosti v kontaktnih opazovalnih vrtinah in v bočnih opazovalnih vrtinah se merijo po metodi dekoncentracije radioaktivnega označevalca.

- Meritve konduktivnosti po profilu vrtin

Meritve konduktivnosti vode je vpeljana kot alternativa meritvam filtracijskih hitrosti podtalnice.

4. POTREBNA MERILNA OPREMA IN PROTOKOL IZVEDBE MERITEV

Vsi pregradni objekti na reki Dravi se po definiciji Svetovnega registra pregrad uvrščajo med velike pregrade. Za pregrade, ki so uvrščene med velike pregrade in zahtevne inženirske objekte se zahteva II. stopnja natančnosti določitve premikov in deformacij (pričakovani premiki velikosti od 5 mm do 2 cm). Zato je pri meritvah potrebno uporabljati najnatančnejše geodetske instrumente, ustrezen merski pribor in ustrezno metodo izmere meritev.

4.1 Merilna oprema

Merilna oprema za izvedbo meritev mora biti ustrezno preizkušena in mora ustrezati tehničnim specifikacijam proizvajalca. Glede na vrsto instrumenta morajo biti izvedeni ustrezni standardizirani preizkusni postopki.

Standardizirani preizkusni postopki se lahko izvajajo s strani izvajalca meritev, vendar morajo biti rezultati v ustreznem elaboratu preizkusa, kjer so jasno prikazani posamezni vmesni koraki preizkusa in končni rezultati v obliki zahtevanih parametrov natančnosti.

Lahko pa so rezultati kalibracije posameznega instrumenta navedeni v obliki ustreznih certifikatov, izdanih s strani za to pooblaščenih podjetij (pooblaščenih servisov). Certifikat mora nedvoumno potrjevati, da uporabljen instrument ustreza navedenim tehničnim specifikacijam s strani proizvajalca.

Poleg merskih instrumentov se pri meritvah uporablja dodatni merski pribor. Pri meritvah tehničnega opazovanja objektov HE na Dravi se uporablja naslednji dodatni merski pribor:

- Ustrezni reflektorji, če je le možno istega proizvajalca, kot je razdaljemer. Za sistem razdaljemer-reflektor mora biti določena adicijska konstanta, ki mora biti navedena v elaboratu izvedenih del,
- Uporaba preciznih barometrov in aspiracijskih psihrometrov za meritve meteoroloških parametrov, ki se uporabljajo za redukcijo merjenih dolžin. V elaboratu izmere mora biti naveden tip in natančnost posamezne merilne naprave.
- Uporaba ustrezne posebne platforme za izmero tirnic žerjavnih prog (če se uporabi klasična polarna metoda).
- Precizne invar nivelmanske late ki morajo biti ustrezno komparirane v za to pooblaščenih in preizkušenih laboratorijih.
- Kontaktni termometer, ki ga je potrebno pred meritvijo ustrezno umeriti in v poročilu navesti konstanto termometra.
- Ustrezna oprema za potapljaške preglede (podvodni fotoaparat, svetila oziroma razsvetljava, merilna oprema za določanje globin, velikosti poškodb ter profilov in profilna vrv).

Pri tehničnem opazovanju objektov HE na Dravi je z merilno opremo potrebno opazovati oziroma meriti:

- Vertikalne premike točk na dolvodnih krilnih zidovih, turbinskih iztokih, strojnici, turbinskih vtokih, gorvodnih krilnih zidovih in prelivnih ter podpornih zidovih,
- Horizontalne premike točk na dolvodnih krilnih zidovih, turbinskih iztokih, strojnici, turbinskih vtokih, gorvodnih krilnih zidovih in prelivnih ter podpornih zidovih,
- Tirnice žerjavnih prog,

- Rotacije pregrade na merilnih mestih v kontrolnem hodniku,
- Delovanje razpok in dilatacijskih stikov,
- Hidrostatične razmere (piezometrični pritisk, vzgonski tlak in temperatura vode), ki karakterizirajo pogoje hidrodinamike pod pregrado in ob njej ter služijo kot neposredni podatek pri analizi stabilnosti objekta,
- Hidrodinamične razmere (meritve iztokov, meritve specifične električne prevodnosti vode v opazovalnih vrtinah).

Dodatno je potrebno vizualno opazovati:

- Spremembe na objektu (novonastale razpoke, povečanje obsega dosedanjih razpok, spremembe vodoprepustnosti na razpokah, spremembe ob dilatacijah, povečane nagibe in poves, stanje betonskih delov konstrukcije) in
- Spremembe na brežinah (spremembe ob bokih pregrade, spremembe ob akumulacijah oz. derivacijskih kanalih – pri tem so mišljene spremembe ob bližnji in daljni okolici, ki bi lahko povzročile zdrs večjih gmot ter znaki nestabilnosti terena manjšega obsega, ki pa bi ogrozila ljudi oziroma objekte).

Za vso tehnično (merilno) opremo morajo biti certifikati in poročilo izdani s strani izvajalca ali s strani pooblaščenega serviserja.

4.2 Izvedba meritev

4.2.1 Meritve za določitev horizontalnih premikov pregrade

Meritve za določitev horizontalnih premikov pregrade je potrebno izvajati s preciznim elektronskim tahimetrom, s preciznimi merskimi reflektorji in značkami, ki so na pregradi in so zaščitene pred poškodbami.

Meritve na HE Fala, HE Mariborski otok, mHE Melje in HE Zlatoličje je potrebno opraviti po metodi alinmana ali metode preciznega merjenja paralaktičnih kotov, ki se uporablja v primerih, ko premike pričakujemo in jih določamo samo v eni smeri. V našem primeru je to v smeri toka vode oziroma v smeri sile pritiska vode na pregrado. Metoda preciznega merjenja paralaktičnih kotov je zasnovana na preciznem merjenju kotov iz nepomičnega stojišča instrumenta med smermi na pomične točke in nepomične kontrolne točke. Stojišče instrumenta, pomične točke in kontrolne točke se nahajajo približno v premici. Na podlagi razlik kotov med začetnimi in nadaljnjimi meritvami je potrebno določiti komponento horizontalnega pomika v pravokotni smeri na smer opazovanja.

Meritve na HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, mHE Markovci, jezu Markovci in HE Formin je potrebno opraviti po girusni metodi izmere horizontalne mreže z upoštevanjem pravil, ki jih določa Pravilnik o tehničnih normativih za mreže temeljnih geodetskih točk iz leta 1981. Sočasno z meritvijo horizontalne smeri proti vizirani točki se izvaja izmera poševne dolžine in zenitne razdalje. Meritve se izvajajo v treh girusih oziroma v primeru uporabe avtomatske prepoznavne tarče v sedmih girusih, obojestransko med opazovalnimi stebri in enostransko na kontrolne tarče.

Meritve za določitev horizontalnih premikov se na HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred in HE Ožbalt v letu 2022 izvedejo prvič po tej metodi in se tako kot na mHE Markovci, jezu Markovci in HE Formin opravljajo v dveh izmerah v enem letu (spomladi in jeseni).

Pri meritvah horizontalnih premikov pregrade po girusni metodi in metodi alinmana je potrebno pred izmero zagotoviti vidnost med opazovalnimi stebri in kontrolnimi točkami (čiščenje vizur). Organizacijo in čiščenje zagotovi naročnik.

Zahtevana natančnost uporabljenega tahimetra

tip instrumenta	preizkusni postopek po standardu ISO	merjena količina	deklarirana natančnost merjene količine
razdaljemer	ISO 17123-4	dolžina; S	$\sigma_S \leq 2 \text{ mm}; 2 \text{ ppm}$
teodolit	ISO 17123-3	Horizontalna smer, zenitna razdalja; α , z	$\sigma_\alpha \text{ in } \sigma_z \leq 1''$

Pri meritvah za določitev horizontalnih premikov je zraven elektronskega tahimetra potrebno uporabiti še precizne merske reflektorje in značke. Za sistem razdaljemer-reflektor mora biti določena adicijska konstanta. Vrednosti adicijskih konstant posameznih reflektorjev naj bodo navedene v elaboratu izvedenih geodetskih del.

Pri meritvah po girusni metodi se morajo dodatno meriti še meteorološki parametri s preciznim barometrom in aspiracijskim psihrometrom. V elaboratu geodetske izmere mora biti naveden tip in natančnost posamezne merske naprave.

Situacije merilnih mest vertikalnih in horizontalnih premikov referenčnih, kontrolnih točk in višinskih reperjev po posameznih pregradah so podane kot priloga tehničnega opisa.

4.2.2 Meritve za določitev vertikalnih premikov pregrade

Meritve za določitev vertikalnih premikov pregrade je potrebno izvajati z nivelirjem, ki omogoča kontinuirano čitanje na preciznih invar nivelmanskih latah. Meritev je potrebno opraviti po metodi geometričnega nivelmana z upoštevanjem pravil za nivelman visoke natančnosti, ki jih določa Pravilnik o tehničnih normativih za mreže temeljnih geodetskih točk iz leta 1981.

Zahtevana natančnost uporabljenega nivelirja

tip instrumenta	preizkusni postopek po standardu ISO	merjena količina	deklarirana natančnost merjene količine
nivelir	ISO 17123-2	višinska razlika na 1 km dvojnega nivelmana; Δ_h	$\sigma_{\Delta_h} \leq 0,5 \text{ mm/km}$

Z nivelirjem določamo odčitke na preciznih invar nivelmanskih latah. Precizne nivelmanske invar late morajo biti ustrezno komparirane v za to pooblaščenih in preizkušenih laboratorijih.

Pri izmeri višinske mreže z geometričnim nivelmanom je potrebno meriti temperaturo late. Pred meritvijo je potrebno kontaktni termometer ustrezno umeriti in v poročilo navesti konstanto termometra.

Pri meritvah za določitev vertikalnih premikov pregrade mHE Melje in pregrade jezua Markovci se potrebuje čoln za dostop do višinskih točk na temeljni peti pregrade. Čoln in voditelja čolna zagotovi naročnik.

Meritve za določitev vertikalnih premikov se na HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, mHE Markovci, jezua Markovci in HE Formin opravljajo v dveh izmerah v enem letu (spomladi in jeseni).

Situacije merilnih mest vertikalnih in horizontalnih premikov referenčnih, kontrolnih točk in višinskih reperjev po posameznih pregradah so podane kot priloga tehničnega opisa.

4.2.3 Meritve tirnic žerjavne proge

Merjenje položaja in oblike žerjavne proge se izvede z uporabo klasične polarne izmere določitve položaja tirnic v horizontalnem in višinskem smislu ali pa po metodi alinmana z geometričnim nivelmanom. Izmera se izvede v lokalnem koordinatnem sistemu. Za izmero žerjavne proge je potreben precizni elektronski tahimeter, s preciznimi merskimi reflektorji in nivelir, ki omogoča kontinuirano čitanje na preciznih invar nivelmanskih latah.

Zahtevana natančnost uporabljenega tahimetra

tip instrumenta	preizkusni postopek po standardu ISO	merjena količina	deklarirana natančnost merjene količine
razdaljemer	ISO 17123-4	dolžina; S	$\sigma_S \leq 2 \text{ mm}; 2 \text{ ppm}$
teodolit	ISO 17123-3	Horizontalna smer, zenitna razdalja; α , Z	$\sigma_\alpha \text{ in } \sigma_z \leq 1''$

Pri meritvah za določitev horizontalnih premikov je poleg elektronskega tahimetra potrebno uporabiti še precizne merske reflektorje in značke ter ustrezno posebno platformo. Za sistem razdaljemer-reflektor mora biti določena adicijska konstanta. Vrednosti adicijskih konstant posameznih reflektorjev naj bodo navedene v elaboratu izvedenih geodetskih del. Posebna platforma je potrebna pri metodi klasične polarne izmere določitve položaja tirnic v horizontalnem in višinskem smislu.

Zahtevana natančnost uporabljenega nivelirja

tip instrumenta	preizkusni postopek po standardu ISO	merjena količina	deklarirana natančnost merjene količine
nivelir	ISO 17123-2	višinska razlika na 1 km dvojnega nivelmana; Δ_h	$\sigma_{\Delta_h} \leq 0,5 \text{ mm/km}$

Z nivelirjem določamo odčitke na preciznih invar nivelmanskih latah. Precizne nivelmanske invar late morajo biti ustrezno komparirane v za to pooblaščenih in preizkušenih laboratorijih.

V izmeri žerjavne proge je po skupini standardov Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij, slovenski standard SIST EN 1993-6:2007 (Projektiranje jeklenih konstrukcij – 6. del: Žerjavne proge) potrebno izvajati kontrolo naslednjih vrednosti:

- pri horizontalni izmeri kontroliramo razliko razpona tirnic glede na projektirano vrednost, ki mora biti manjša od 10 mm,
- pri višinski izmeri kontroliramo razliko v višinah tirnice v posameznem prečnem prerezu. Maksimalna dovoljena vrednost je $h = s/600$, kjer je s razpon tirnic.

Vzpostavljen sistem izmere, ki bo z dovolj visoko natančnostjo omogočil kontrolo dimenzij žerjavne proge tako, kot predpisuje standard.

Izmera žerjavne proge se izvede vsako leto enkrat.

4.2.4 Meritve rotacij v kontrolnem hodniku

Meritve rotacij v kontrolnem hodniku je potrebno izvajati s klinometrom ali koordimetrom. Glede na to, da so na ploščadi vsakega vmesnega stebra, ter na levi in desni strani pregrade vgrajeni reperji za določanje vertikalnih premikov, je potrebno podatke geometričnega nivelmana nujno uporabiti tudi za ugotavljanje zasukov.

Klinometri so instrumenti, ki se uporabljajo za merjenje nagibov oziroma sprememb naklonov. Delujejo na principu libele. Libela se nahaja v posebni zaščitni cevi, ki je na eni strani zglobovno pritrjena na podlago, na drugi strani pa se naslanja na vrh mikrometrskega vijaka. Posebno pero ves čas pritiska na cev z libelo tako, da se poseben nastavek vedno dotika nastavka na mikrometrskem vijaku. Klinometer, ki ga je potrebno uporabljati na pregradi, mora imeti vrednost najmanjše razdelbe na bobnu 1". Potrebno je uporabljati klinometer z natančnostjo najmanj $\pm 0,013$ mm/m.

4.2.5 Meritve delovanja razpok in dilatacij z dopolnitvijo katastra razpok

Pri meritvah delovanja razpok so ob posamezni razpoki vgrajeni trije reperji z izvrtinami za vstavljanje konic deformetra in sicer tako, da njih zveznice oblikujejo enakostranični trikotnik. Ena stranica se nahaja na isti strani razpoke, dve pa potekata preko razpoke. S preciznim registriranjem sprememb dolžin vseh treh stranic je potrebno ugotoviti relativno gibanje obeh blokov ob razpoki, ki se je izvršilo v ravnini deformetričnega trikotnika. V primerih, kjer je možno dva deformetrična trikotnika namestiti na dveh približno pravokotnih ravninah je potrebno določati tudi relativno prostorsko gibanje blokov ob razpoki.

Za precizno merjenje sprememb dolžin je potrebno obvezno uporabiti deformeter s točnostjo merjenja najmanj $\pm 0,05$ mm. Razdalja konic tega instrumenta znaša 254 mm. Stabilnost instrumenta je potrebno kontrolirati z invarsko primerjalno bazo iste dolžine.

Meritve vertikalne inklinacije je potrebno izvajati z inklinacijsko sondo, ki meri odklone glede na vertikalno v dveh med seboj pravokotnih oseh A-A in B-B, definiranih s smerjo utorov na profilirani cevi Φ 50 mm, ki je locirana v vrtini (v zemljin ali betonu). Pozitivna A os mora kazati v smeri pričakovane smeri pomikov. Za zagotovitev kontinuitete je treba meritve obvezno izvajati z vertikalnim inklinometrom, dolžine 0,5 m (korak meritve je 0,5 m). Zahtevana natančnost naprave mora biti najmanj 0,02 mm na korak. Pri posameznem koraku je treba izmeriti odklon od vertikale dvakrat. Če je vrednost pri obeh meritvah enaka, je napaka posameznega koraka zelo majhna oz. enaka natančnosti naprave.

4.2.6 Specialne geodetske meritve v območju sidra S2 na jezu Melje

Na prelivni steni na jezu v Melju je prišlo do napenjanja sidra S2. Specialne meritve se opravljajo od leta 2012 in se je do sedaj opravilo 20 specialnih geodetskih izmer.

Za potrebe spremljanja horizontalnih in vertikalnih premikov na prelivni steni, je stabilizirana terestrična mikro mreža, ki jo sestavljajo osnovne točke mreže, pomožne točke in kontrolne točke na prelivnem zidu. Osnovno mrežo sestavlja niz točk v okolici opazovanega objekta. Osnovne točke so razporejene tako, da tvorijo geodetski štirikotnik, ki zagotavlja povezavo opazovane prelivne stene s stabilno obalo ob črpališču Melje. Dve točki osnovne mreže sta izbrani kot domnevno stabilni in definirata geodetski datum. Mreža kontrolnih točk je stabilizirana na prelivni steni, zato se lahko z rezultati izmere ugotavljajo morebitni premiki prelivne stene v horizontalnem in vertikalnem smislu.

Za določitev horizontalnega položaja merskih točk v geodetski mreži HE Melje se uporabi kombinirana metoda triangulacije in trilateracije. Na vsakem stojišču instrumenta se proti točkam (predvidenih merskih povezav) mreže istočasno izvedejo meritve horizontalne smeri, poševne dolžine in zenitne razdalje. Meritve horizontalnih kotov se izvedejo po girusni metodi, v sedmih girusih. Poševne dolžine se izmerijo sedemkrat v obeh krožnih legah - obojestransko med opazovalnimi stebri in pomožnimi točkami ter enostransko na talne in kontrolne točke. Zenitne razdalje se izmerijo v sedmih ponovitvah - obojestransko med opazovalnimi stebri in pomožnimi točkami ter enostransko na talne in kontrolne točke in se v kombinirani mreži uporabijo za redukcijo poševno merjenih dolžin. Za določitev višin merskih točk v geodetski mreži HE Melje se uporabi metoda trigonometričnega višinomerstva, ker zaradi praktično nedostopnosti kontrolnih točk, metoda geometričnega nivelmana ni izvedljiva. Na vsakem

stojišču instrumenta se proti točkam (predvidenih merskih povezav) mreže istočasno izvedejo meritve poševne dolžine in zenitne razdalje, ki se v višinski mreži uporabijo za izračun višinskih razlik.

Pri specialnih geodetskih meritvah v območju sidra je za dostop do točk na prelivni steni potrebna lestev, varovalni pas in vrv. Lestev zagotovi naročnik meritev, varovalni pas in vrv pa zagotovi izvajalec sam.

Zahtevana natančnost uporabljenega tahimetra

tip instrumenta	preizkusni postopek po standardu ISO	merjena količina	deklarirana natančnost merjene količine
razdaljemer	ISO 17123-4	dolžina; S	$\sigma_S \leq 2 \text{ mm}; 2 \text{ ppm}$
teodolit	ISO 17123-3	Horizontalna smer, zenitna razdalja; α , z	$\sigma_\alpha \text{ in } \sigma_z \leq 1''$

Pri specialnih geodetskih meritvah v območju sidra S2 na jezu Melje je zraven elektronskega tahimetra potrebno uporabiti še precizne merske reflektorje. Za sistem razdaljemer-reflektor mora biti določena adicijska konstanta. Vrednosti adicijskih konstant posameznih reflektorjev naj bodo navedene v elaboratu izvedenih geodetskih del.

Pri meritvah po girusni metodi se morajo dodatno meriti še meteorološki parametri s preciznim barometrom in aspiracijskim psihrometrom. V elaboratu geodetske izmere mora biti naveden tip in natančnost posamezne merske naprave.

Situacija merilnih mest vertikalnih in horizontalnih premikov osnovnih, pomožnih in kontrolnih točk za specialne geodetske meritve na sidru S2 je podana kot priloga tehničnega opisa.

4.2.7 Pregledi brežin

Redni pregledi brežin akumulacijskih bazenov HE Dravograd, HE Vuhred, HE Vuzenica, HE Ožbalt, HE Fala in HE Mariborski otok, se izvajajo iz čolna in sicer v zimskih mesecih. Čoln in voditelja čolna zagotovi naročnik. Izvajalec kartiranja je dolžan poskrbeti za lastno varnost (reševalna sredstva) in kvalitetno opravljeno delo. Čas izvedbe kartiranja in pregledov je potrebno uskladiti proizvodnji električne energije. Pregledi naj se ne izvajajo ob deževnem vremenu, večjih pretokih in višjih nivojih vode (o primernosti časovnega okvira pregledov se izvajalec dogovori z investitorjem, oz. nadzornikom razpisanih del). Ob kartiranju mora biti na plovilu prisotna vsaj ena oseba z direktno zvezo upravljavca zapornic elektrarne obravnavanega akumulacijskega bazena in gorvodne elektrarne, ki naj se po potrebi obvešča o morebitnih spremembah vodnih in drugih dotičnih razmer ter o začetku in koncu pregleda.

Nosilec naloge kartiranja mora biti tudi izvajalec kartiranja in mora biti za to usposobljena oseba, z ustreznimi, večletnimi izkušnjami iz kartiranja brežin in ustrezno izobrazbo (geolog, geomehanik). Vsak morebitni nov popisovalec brežin mora biti ustrezno uveden v delo, katerega ustreznost potrdi naročnik. Nosilec je dolžan pred izvedbo pridobiti vsa potrebna dovoljenja za izvedbo pregleda.

Izredni pregledi se izvajajo po potrebi oz. zahtevi naročnika (neodvisno od letnih časov).

Podslapja morajo biti pregledana s terenskim obhodom brežin po celotni dolžini. Ob pregledu naj se sproti beleži (kartira) pojave erozije v območju nihanja gladine vode akumulacije, pojave erozije v območju višjih nivojev vode, usade, plazove, poškodbe objektov, podpornih zidov in zaščitnih oblog v vplivnem območju akumulacije, območja zamuljenosti in aluvialnih nanosov, dotoke v akumulacijo, izpuste, črpališča, nestabilna drevesa, zaraščenost, antropogena nasutja, ob tem naj se upošteva predhodna kartiranja, ki si jih zagotovi izvajalec pri naročniku. Posebno pozornost je potrebno posvetiti tudi ogroženosti infrastrukture ob akumulaciji (železnice, ceste, prepusti,...).

Poleg znakov nestabilnosti naj se po dogovoru z naročnikom opisuje tudi antropogene dejavnike in območja, ki niso v skladu s sprejetimi občinskimi akti (nelegalne deponije, izpusti, črpališča, nelegalne gradnje,...).

O pregledu oz. kartiranju brežin naj se napiše poročilo, ki mora zraven zgoraj omenjenih opazanj vsebovati tudi podatke o geološki sestavi tal in morfologiji terena. Za vsak opisan pojav mora vsebovati tudi lokacijski opis, oceno verjetnosti napredovanja pojava, morebitno oceno ogroženosti objektov, predloge sanacijskih ukrepov.

Ob poročilu morajo biti tudi priloge:

- karte pojavov in poškodb, ki naj bodo izrisane na ustrezni geodetski podlagi, v ustreznem merilu, (soglasje naročnika) in
- fotodokumentacija.

Pregledi brežin dolvodno od HE Mariborski otok se lahko (ob dogovoru z naročnikom) izvajajo s terenskim obhodom iz brežine, kjer naj se poleg zgoraj omenjenih pojavov, opazuje tudi suhe strani nasipov in njihovo bližnjo okolico. Po dogovoru z naročnikom in izvajalcem se lahko izredno opravi tudi pregled notranje strani brežine s plovilom naročnika. Izvajalec kartiranja na tem odseku se mora seznaniti z rezultati meritev piezometričnih nivojev, na območju obravnavanih objektov, v celotnem času opazovanja, ki naj jih po potrebi vključi v poročilo.

Naročnik lahko zahteva popravke in dopolnitve poročila, v kolikor se mu to zdi potrebno, ki jih je izvajalec kartiranja dolžan upoštevati.

4.2.8 Potapljaški pregledi

Redni potapljaški pregledi se izvajajo na območju He Zlatoličje in He Formin na dve leti izmenjajoče. Prav tako se v letu 2020 predvideva izvedba potapljaškega pregleda na He Fala in He Ožbalt. Preglede lahko izvaja ustrezno registrirano podjetje. Pri pregledu mora biti zagotovljena online komunikacija med potapljačem in osebo, ki zapisuje podatke. Pregledi se izvajajo praviloma ponoči ob zaustavljenih agregatih. Potapljači morajo razpolagati s svojim čolnom, ki pa mora biti registriran za celinske vode.

5. Posebne tehnične zahteve pri tehničnem opazovanju pregradnih objektov

V izdelavi letnih poročil je obvezno upoštevati rezultate iz sistema avtomatsko izmerjenih količin, ki jih permanentno spremlja naročnik. Merski sistemi morajo biti prilagojeni skladno s tehnično dokumentacijo (Projekti tehničnega opazovanja pregradnih objektov, Poročila o vzpostavitvi sistemov tehničnega opazovanja na pregradnih objektih, Poročila o tehničnem opazovanju pregradnih objektov), sicer bo prihajalo do neskladja merskih sistemov in prekinjene kontinuitete meritev. Potrebno je zagotoviti kontinuiteto pri geodetskih meritvah vertikalnih in horizontalnih premikov, pri meritvah vertikalne inklinacije in meritvah delovanja razpok in dilatacij konstrukcijskih elementov. Kontinuiteta je potrebna tudi pri geološko-geotehničnih pregledih brežin akumulacij (oz. dovodnih in odvodnih kanalov) in podslapij, kjer je potrebna strokovna subjektivna ocena stanja.

Merski sistemi morajo zato biti prilagojeni, da bo možno dela izvesti skladno s predhodno omenjeno tehnično dokumentacijo. Ne sme priti do neskladja merskih sistemov.

Če ne bo možno skladno interpretirati rezultate preteklih in bodočih meritev ter pregledov, to posledično pomeni, da ne bo možno dovolj natančno oceniti obnašanja in varnosti pregradnih objektov vključno z njihovim vplivnim območjem.

Potrebno je izvesti vse potrebne preračune, da se zagotovi kontinuiteta meritev.

Rezultate meritev in pregledov je potrebno obdelati in analizirati, ter pripraviti letna poročila o tehničnem opazovanju posameznih pregradnih objektov. Rezultate horizontalne in višinske izmere, ter izmero žerjavne proge je potrebno posebej primerjati s predhodnimi meritvami in jih komentirati v tehničnem poročilu.

Seznam meritev za tekoče leto je izdelan za vsak objekt posebej in je priloga letnih poročil.

Čas meritev, kartiranj in pregledov je potrebno uskladiti proizvodnji električne energije. Meritve, pregledi in kartiranja naj se ne izvajajo ob deževnem vremenu, večjih pretokih in višjih nivojih vode (o primernosti časovnega okvira pregledov naj se izvajalec dogovori z naročnikom, oziroma nadzornikom razpisanih del).

Potapljaški pregledi se praviloma izvajajo v jesenskih mesecih, v nočnem času, ko je omogočena zaustavitev HE. Poročila morajo vsebovati skice lokacij, kjer se izvajajo pregledi, v skice se vnese tudi vse poškodbe in nepravilnosti.

6. Razpoložljiva dokumentacija na DEM d.o.o.

Za potrebe izdelave naloge naročnik zagotavlja:

- Projekte tehničnega opazovanja objektov, ki so na ogled pri naročniku.
- Poročila o izmerah horizontalnih in vertikalnih premikov geodetskih točk na HE Formin in jezovne zgradbe v Markovcih.
- Poročila o specialnih geodetskih meritvah v območju sidra S2 na jezu Melje.
- Projektne naloge posodobitve geodetskega tehničnega opazovanja pregradnega objekta HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred in HE Ožbalt.
- Naročnik bo podal seznam izvedenih monitoringov, ki niso predmet naročila in so bili preko drugih sistemov izvedeni v obravnavanem obdobju.
- Poročila o potapljaških pregledih, iz katerih je razviden obseg del.

Vsa dokumentacija, ki jo zagotavlja naročnik, je možna na ogled le v prostorih družbe DEM d.o.o. in po predhodnem naročilu.

7. Seznam potrebne računalniške opreme za obdelavo in analizo rezultatov meritev

Poleg osnovnih programskih orodij, ki se uporabljajo za pripravo poročil in delo s preglednicami (Microsoft Office /Word, Excell/) ter za izdelavo načrtov (programski paket za računalniško podprto konstruiranje - Autocad) je potrebno obvezno uporabljati tudi programski paket Intellution iFIX ver. 3.5 ali višja z bazo podatkov iHistorian, ki se uporablja za velike baze podatkov avtomatskih meritev. Programski paket Intellution iFIX z bazo podatkov iHistorian je namenjen za zbiranje, arhiviranje in distribuiranje velikih količin podatkov. Za pregled in obdelavo podatkov, t.j. rezultatov avtomatskih meritev je potrebno obvezno uporabiti dodatni modul oz. računalniški program 'Modul Trend' (upravljaivec programa Eltratec d.o.o.).

Za izravnavo nadštevilnih meritev v horizontalnih geodetskih mrežah je potrebno uporabiti LisCad, WinRaM, GEM4, Trim, Leica Geo Office ali Infinity. Za izravnavo nadštevilnih meritev v višinskih geodetskih mrežah je potrebno uporabiti LisCad, WimViM, Leica Geo Office oz. Infinity.

Povzetek minimalnih zahtev za uporabo programa Intellution iFIX oziroma baze iHistorian:

- računalnik s procesorjem Pentium 3 733 MHz,
- 512 MB RAM pomnilnika,
- 1 GB prostora na trdem disku,
- TCP/IP kompatibilna mrežna kartica,
- SVGA 24 bitna kompatibilna grafična kartica, ki zmore prikaz slike v resoluciji 1027x768 (minimalna zahteva sicer 800x600, vendar je za pravilno tiskanje grafov iz programa potrebno nastaviti resolucijo na 1027x768)

8. Okvirni terminski plan meritev

8.1. Leto 2022

Vsi datumi meritev se nanašajo na obdobje tekočega leta, datumi obdelave ter predaja končnih poročil pa za naslednje leto.

Aktivnost	Terminsko za tekoče leto
Meritve in pregledi na območju pregradnih objektov z izdelavo delnih poročil (1. del)	do 30.6.
Meritve in pregledi na območju pregradnih objektov z izdelavo delnih poročil (2. del)	do 31.12.
Obdelava in analiza rezultatov meritev v opazovalnih vrtnah (ročne in kontinuirne meritve)	do 15.01. v naslednjem letu za preteklo leto
Predaja končnih poročil	do 31.01. v naslednjem letu za preteklo leto

Specialne geodetske meritve na območju sidra S2 na prelivni zid v Melju (v letu 2022)

- 1. meritev do 15.6. v tekočem letu in
- 2. meritev do 15.12. v tekočem letu.

Geodetske meritve - horizontalna in vertikalna izmera premikov pregrade in na območju HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, HE Formin, mHE Markovci in jezu Markovci (v letu 2022)

- 1. meritev do 15.6. v tekočem letu in
- 2. meritev do 15.12. v tekočem letu.

Izmera žerjavne proge (v letu 2022)

- 1. meritev do 15.12. v tekočem letu.

8.2. Leto 2023

Vsi datumi meritev se nanašajo na obdobje tekočega leta, datumi obdelave ter predaja končnih poročil pa za naslednje leto.

Aktivnost	Terminsko za tekoče leto
Meritve in pregledi na območju pregradnih objektov z izdelavo delnih poročil (1. del)	do 30.6.
Meritve in pregledi na območju pregradnih objektov z izdelavo delnih poročil (2. del)	do 31.12.
Obdelava in analiza rezultatov meritev v opazovalnih vrtnah (ročne in kontinuirne meritve)	do 15.01. v naslednjem letu za preteklo leto
Predaja končnih poročil	do 31.01. v naslednjem letu za preteklo leto

Specialne geodetske meritve na območju sidra S2 na prelivni zid v Melju (v letu 2023)

- 1. meritev do 15.6. v tekočem letu in
- 2. meritev do 15.12. v tekočem letu.

Geodetske meritve - horizontalna in vertikalna izmera premikov pregrade in na območju HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, HE Formin, mHE Markovci in jezu Markovci (v letu 2023)

- 1. meritev do 15.6. v tekočem letu in
- 2. meritev do 15.12. v tekočem letu.

Izmera žerjavne proge (v letu 2023)

- 1. meritev do 15.12. v tekočem letu.

8.3. Leto 2024

Vsi datumi meritev se nanašajo na obdobje tekočega leta, datumi obdelave ter predaja končnih poročil pa za naslednje leto.

Aktivnost	Terminsko za tekoče leto
Meritve in pregledi na območju pregradnih objektov z izdelavo delnih poročil (1. del)	do 30.6.
Meritve in pregledi na območju pregradnih objektov z izdelavo delnih poročil (2. del)	do 31.12.
Obdelava in analiza rezultatov meritev v opazovalnih vrtnah (ročne in kontinuirne meritve)	do 15.01. v naslednjem letu za preteklo leto
Predaja končnih poročil	do 31.01. v naslednjem letu za preteklo leto

Specialne geodetske meritve na območju sidra S2 na prelivni zid v Melju (v letu 2024)

- 1. meritev do 15.6. v tekočem letu in
- 2. meritev do 15.12. v tekočem letu.

Geodetske meritve - horizontalna in vertikalna izmera premikov pregrade na območju HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, HE Formin, mHE Markovci in jezu Markovci (v letu 2024)

- 1. meritev do 15.6. v tekočem letu in
- 2. meritev do 15.12. v tekočem letu.

Izmera žerjavne proge (v letu 2024)

- 1. meritev do 15.12. v tekočem letu.

Priloge:

Priloga 1/1: Situacija horizontalne mreže referenčnih in kontrolnih točk HE Dravograd

Priloga 1/2: Situacija višinske mreže izhodiščnih in kontrolnih točk HE Dravograd

Priloga 2/1: Situacija horizontalne mreže referenčnih in kontrolnih točk HE Vuzenica

Priloga 2/2: Situacija višinske mreže izhodiščnih in kontrolnih točk HE Vuzenica

Priloga 3/1: Situacija horizontalne mreže referenčnih in kontrolnih točk HE Vuhred

Priloga 3/2: Situacija višinske mreže izhodiščnih in kontrolnih točk HE Vuhred

Priloga 4/1: Situacija horizontalne mreže referenčnih in kontrolnih točk HE Ožbalt
Priloga 4/2: Situacija višinske mreže izhodiščnih in kontrolnih točk HE Ožbalt
Priloga 5: Situacija merilnih mest vertikalnih in horizontalnih premikov kontrolnih točk na HE Fala
Priloga 6: Situacija merilnih mest vertikalnih in horizontalnih premikov kontrolnih točk na HE Mariborski otok
Priloga 7: Situacija merilnih mest vertikalnih in horizontalnih premikov kontrolnih točk na HE Zlatoličje
Priloga 7/1: Situacija merilnih mest vertikalnih in horizontalnih premikov kontrolnih točk na HE Zlatoličje – Podporni zid "Svila", prelivni zid Melje in Jez Melje
Priloga 7/2: Situacija merilnih mest in povezav za specialne geodetske meritve v območju sidra S2 – Jez Melje
Priloga 8/1: Situacija horizontalne mreže referenčnih točk HE Formin in kontrolnih točk
Priloga 8/2: Situacija višinske mreže kontrolnih točk HE Formin in nivelmanskih zank
Priloga 8/3: Situacija horizontalne mreže referenčnih točk Markovci in kontrolnih točk – Jez Markovci in mHE Markovci
Priloga 8/4: Situacija višinske mreže kontrolnih točk Markovci in nivelmanskih zank – Jez Markovci in mHE Markovci