

P R E V E L I K E P R E G R A D E

Leto IV

NOVEMBER 1996

Št. 1

Glasilo Slovenskega komiteja za velike pregrade - SLOCOLD

SEL Rudi Brinšek

PREVENTIVNI MONITORING PREGRADNEGA OBJEKTA HE VRHOVO

UVOD

Pridobivanje električne energije s pomočjo vodnih potencialov je v veliki meri vezano na izgradnjo večjih ali manjših pregradnih objektov, določeno zajezitev oziroma akumuliranje vodotokov. Z ekonomskega vidika je najinteresantnejša izgradnja večjih pregradnih objektov oziroma pregrad. V strokovni literaturi se večji pregradni objekti imenujejo **velike pregrade**. Definicijo velike pregrade je že pred mnogimi leti formuliralo mednarodno društvo za velike pregrade (ICOLD), ki pravi, da je velika pregrada med drugimi energetski gradbeni objekt, katerega gradbena višina presega 15 m. Velika pregrada je lahko pri določenih pogojih tudi objekt, ki je nižji od 15 m. Takšna definicija velike pregrade je od leta 1966 sprejeta tudi v tehnični regulativi naše prejšnje skupne države in velja še danes. Po tej definiciji spada med velike pregrade tudi pregradni objekt HE VRHOVO.

Pojem velike pregrade se je v svetu uveljavil predvsem zaradi znanih katastrofalnih posledic, ki so jih taki objekti povzročili vsled njihovega nepredvidenega obnašanja in neustreznega spremljanja. Velike pregrade gotovo predstavljajo določeno tveganje za okolje, zato so v naši regulativi posebej obravnavane. Glede na gospodarski pomen in neželjene posledice, ki jih takšni objekti lahko povzročajo, mora biti njihova varnost skrbno analizirana že v fazi projektiranja. Vendar s projektom ni mogoče vsega predvideti, določeni projektni parametri bazirajo na predpostavkah. Te predpostavke je mogoče v veliki meri reanalizirati s **preventivnim monitoringom** po končani izgradnji objekta, v fazi poskusnega in kasneje v času rednega obratovanja.

Preventivni monitoring pregradnega objekta ima vsaj tri namene:

a) zagotavljanje dejanske varnosti na osnovi projektiranih in merjenih parametrov,

b) podrobnejše analiziranje obnašanja (nadaljnje študije za razvoj novih tovrstnih objektov) in

c) pridobitev osnov za vzdrževanje.

OPIS PREVENTIVNEGA MONITORINGA PREGRADNEGA OBJEKTA HE VRHOVO

Obseg preventivnega monitoringa pregradnega objekta HE Vrhov je podan s posebnim projektom. Ta predvideva kontinuirana in občasna merjenja ter pregledovanja.

Osnova za podrobnejšo analizo obnašanja pregradnega objekta je kontinuirano merjenje parametrov, ki karakterizirajo vzročno in posledično dogajanja na njem. Kontinuirano merjenje poteka na tistih merskih mestih, ki so za varnost objekta najkarakterističnejša. Jasno je, da takšnega merjenja ni mogoče zagotavljati z angažiranjem ljudi na terenu, potrebna je vzpostavitev avtomatskega opazovalnega sistema, ki obsega sezonski del, prenosne linije na objektu in računalniško omrežje za hranjenje in obdelavo podatkov.

Na pregradnem objektu HE Vrhov je vzpostavljen sistem avtomatskega merjenja naslednjih parametrov:

- nivoja in temperature zgornje in spodnje vode (ZGORNJA VODA; SPODNJA VODA),
- nivoja (piezometričnih pritiskov) in temperature podtalnice v opazovalnih vrtinah na desnem boku pregrade (Š7) in preusmerjevalnem nasipu (N8, N7),
- vzgonskih tlakov na območju strojnice (S14) in pretočnih polj (P25, P26),
- pomikov na dilatacijah (biaksialno) med vzvodnima križnima zidovoma in strojnico (D6) oziroma pretočnimi polji (D4) ter strojnico in pretočnimi polji (D23),
- temperature betona (TB) na območju dilatacij D4 in D6,

Uredniški odbor:

Urednik: Iztok Moènik

Èlani: Koren, Zadnik, Kvaternik

- temperature zraka (TZ) na kroni in v kontrolnem hodniku na območju temeljev pregradnega objekta,
- akceleracije (troosni seizmograf) na kroni srednjega stebra pretoènih polj.

Merska mesta s pripadajoèimi izmerjenimi vrednostmi so shematièno prikazana v tlorisu pregradnega objekta na sliki 1.

Slika 1: Tloris pregradnega objekta HE Vrhovo z merskimi mesti in izmerjenimi vrednostmi

Slika 1 predstavlja zaslon raèunalnika v komandnem prostoru HE Vrhovo in raèunalnika nadzornega inženirja na upravi SEL v Ljubljani.

Avtomatski sistem merjenja omogoèa naslednje:

- vizualno "on line" spremljanje vrednosti parametrov na objektu (zeleni okvirji na sliki 1) in po vzpostavitvi modemske zveze tudi na upravi SEL in drugi lokaciji,
- datoteèno shranjevanje vrednosti parametrov, izmerjenih vsako uro, na disk raèunalnika na objektu,
- zaganjanje hitrih meritev (št. vzorcev nekaj 100 v sekundi) preko raèunalnika na objektu ali upravi SEL ter shranjevanje izmerjenih vrednosti kot v predhodni alineji,

- nastavljanje alarmov,
- nastavljanje sistemskih nastavitvev,
- nastavljanje kompenzacijskih konstant,
- avtomatsko zaganjanje hitrih meritev na vseh merskih mestih z aktiviranjem seizmografa,
- izris kronoloških diagramov,
- kopiranje datotek preko modemske zveze itd.

Primer obdelave podatkov je prikazan na sliki 2, ki predstavlja zaslon raèunalnika z izrisanimi diagrami pospeškov

Slika 2: Akcelero graf (modra x, črna y in rumena z komponenta)

ZAKLJUČEK

Opisani preventivni monitoring, ki vključuje tudi telemetrijo, je prva tovrstna pridobitev na slovenskih pregradnih objektih. Z njim je v veliki meri izpolnjen osnovni namen, to je zagotavljanje dejanske varnosti

gradbenega dela pregradnega objekta, podane pa so tudi osnove za podrobnejše analiziranje njegovega obnašanja. Analiziranje obnašanja pregradnega objekta HE Vrhovo bo koristno tudi pri projektiranju naslednjih tovrstnih objektov.

Blaž Pišek, die

Daljinsko vodenje HE Mavčiče

Hidroelektrarna Mavčiče

HE Mavčiče podjetja Savske elektrarne Ljubljana (SEL) leži v dolini reke Save, nizvodno od Kranja, pod naseljem Mavčiče. Elektrarna je pretočnega tipa z jezovno zgradbo betonsko-težnostnega tipa. Akumulacijski bazen omogoča dnevno akumulacijo vode za pokrivanje konic porabe električne energije.

Pretočno elektrarno z jezovno zgradbo sestavljajo strojnica, pretočni polji in težnostna zemeljska

pregrada. V strojnici sta nameščena dva agregata (kaplanovi turbini) s skupno požiralnostjo 260 m³/s. V konicah proizvodnje dajeja 38 MW moči, pri srednji letni proizvodnji 78 GWh.

Elektrarna je opremljena z dvema sinhronskima generatorjema nazivne moči 25 MVA in napetosti 10,5 kV. Generatorja sta vsak s svojim transformatorjem povezana s 110 kV mrežo prek elektrarniškega 110 kV stikališča.

Obstoječe stanje opreme daljinskega vodenja v HE Mavčiče

Tehnični pregled leta 1986 je za HE Mavčiče pokazal, da je elektrarna usposobljena za varno obratovanje s posadko, brez daljinskega vodenja. Na tak način elektrarna obratuje danes že deseto leto. Tako obratovanje je odstopanje od za čes izgradnje

pogumnega načrta, ki je bil podprt z gradbenim dovoljenjem in ustreznimi projekti (IBE Ljubljana). Izgradnja HE Mavèèe je namreè predvidevala obratovanje elektrarne brez posadke, daljinsko iz centra vodenja (CV) oz. takratnega obmoènega CV (OCV) SEL v Berièevem. Z ozirom na to, da nizvodno od HE Mavèèe že 42 let obratuje HE Medvode z izkušeno posadko, je bila tam predvidena lokacija intervencijske skupine. Skupina bi iz HE Mavèèe dobivala daljinsko informacije o stanju naprav in bila tako pravoèasno opozorjena na potrebo po intervenciji. Med potekom izgradnje je pri dobavitelju opreme za daljinsko vodenje (bivši sistem Iskra) prišlo do tolikšnih zamud in tehniènih ter organizacijskih težav, da je investitor opravil navedeni tehnièni pregled brez opreme iz sklopa daljinskega vodenja ter prièel z obratovanjem z novimi pogoji. Od prvotno zamišljenega sistema daljinskega vodenja so realizirani le posamezni drobci:

- oprema za vodomerni postaji (merjenje vodostajev - Rittmeyer Švica) na reki Kokri v Kranju in reki Savi pri Okroglem, vkljuèno s prenosom na oddaljeno lokacijo do HE Mavèèe (konèni postaji TI 30/M Iskra)
- oprema za sprejem vodomernih podatkov v HE Mavèèe in oddajo izhodov iz naprave za vodenje elektrarne (NVE) v HE Medvode (vse TI 30/M Iskra, centralna oz. konèna postaja), vkljuèno s prenosom na oddaljeno lokacijo do HE Medvode (signali za intervencijsko skupino - nekateri posamièni in skupinski signali o delovanju agregatov, naprav lastne porabe, varnostnih naprav in stanju hidromehanske opreme)
- oprema za kronološki zajem podatkov KRON 1, KRON 2 in KRON 3 ter oprema za lokalni zapis oz. prenos LOKIN (vse TI 30 Iskra)

Smernice za dokonèanje avtomatizacije

Projekt daljinskega vodenja HE Mavèèe je sicer v skladu s študijo takratnega združenja Jugel predvideval enoagregatno vodenje HE in štiri stopnje avtomatizacije in sicer:

1. nivo - lokalno roèno (napetostni regulator, turbinski regulator, funkcionalne skupine, hidromehanska oprema - pod tem nivojem so že izvršilni organi na posameznih sklopih naprav in posameznih napravah)
2. nivo - lokalno avtomatsko posamièno (strojnica HE), kamor spada npr. start/stop avtomat in vodenje elektrarniškega stikališèa
3. nivo - lokalno avtomatsko skupinsko, kamor spada NVE
4. nivo - daljinsko avtomatsko skupinsko s pripadajoèo opremo v CV

Sedanje stanje opreme za vodenje HE Mavèèe je praktièno na stopnji drugega nivoja, brez NVE in daljinskega vodenja iz CV. Investitor po letu 1986 ni opustil dokonèanja HE Mavèèe po prvotnih projektih. V obdobju od 1986 do 1992 oz. do izdelave idejnih rešitev za daljinsko vodenje HE na zgornji Savi (IBE

Ljubljana) so nastale organizacijske spremembe v elektrogospodarstvu. Savske elektrarne Ljubljana so morale rešiti avtomatizacijo HE Mavèèe v okviru nove organiziranosti. Po prvotnih projektih predvidena vloga OCV Berièevo se je za objekte SEL, v tem primeru gre samo za proizvodne objekte, prenesla v CV Medvode. Idejne rešitve so upoštevale to spremembo in seveda spremembe, ki so nastale glede tehniènega razvoja opreme za avtomatizacijo HE v tem obdobju.

SEL so v letu 1993 revidirale idejne rešitve. Kljub verifikaciji idejnih rešitev je projekt zaradi težav pri financiranju potekal naprej poèasneje. V letu 1993 je Elektroprojekt Ljubljana izdelal razpisno dokumentacijo. Po dveh razpisih v letih 1994 in 1995 so SEL z izbranim izvajalcem sklenile pogodbo za dobavo opreme. Pogodbeni izvajalec je C&G Ljubljana oz. kot dobavitelja opreme SAT Dunaj Avstrija za opremo daljinskega vodenja v HE Mavèèe ter LikoPris Vrhnika za opremo centra vodenja HE na zgornji Savi in opremo telekomunikacij za daljinsko vodenje HE Mavèèe, predvideni stroški investicije pa so 95.000.000,00 SIT.

Opis nove rešitve avtomatizacije

Avtomatizacija HE na zgornji Savi (HE Moste, HE Mavèèe in HE Medvode) predvideva daljinsko vodenje iz CV Medvode. V ta CV bi se vkljuèevale tudi naèrtovane HE na ljubljanskem delu srednje Save. Faza, ki jo vkljuèujejo dela po navedeni pogodbi pa obsega le daljinsko vodenje HE Mavèèe iz CV Medvode. Projekt tako obsega enoagregatno vodenje HE Mavèèe z NVE, ki mora omogoèati lokalno avtomatsko skupinski režim obratovanja (LAS) z naslednjimi režimi obratovanja:

- z nastavljenim delovno moèjo HE,
- z nastavljenim jalovo moèjo HE,
- z nastavljenim nivojem in
- z nastavljenim pretokom HE (agregati in pretoèna polja).

V obsegu projekta je tudi oprema za prenos podatkov do CV in lokalne komunikacije èlovek stroj (možno stalno nadzorovanje in v LAS tudi vodenje) ter pripadajoèa oprema v CV (komunikacija èlovek stroj za vodenje HE Mavèèe kot enoagregatnega objekta, vkljuèno s potrebnimi pomožnimi napravami in 110 stikališèem). Oprema CV bo postavljena v komandnem prostoru HE Medvode in bo omogoèala daljinsko avtomatsko skupinski (DAS) režim obratovanja, ki bo v tej fazi izhajal iz LAS režima obratovanja v HE Mavèèe.

HE Mavèèe in CV Medvode bosta povezana po osnovni telekomunikacijski poti (zemeljski kabel med HE Mavèèe in HE Medvode) in obhodni poti (TK kabel v ozemljitveni vrvi 110 kV daljnovoda RTP Okroglo - RTP Kleèe). Konèno stanje telekomunikacij predvideva daljinsko nadzorljiv in vodljiv sistem z radijskimi in optiènimi prenosnimi potmi, opremljenimi z digitalno opremo.

V okvir nove opreme telekomunikacij pa spadajo radiotelefoni za obvešèanje dežurnih obratovalcev na domu, ki delujejo v semiduplexnem prometu po protokolu CAMUS.

Prenos podatkov med NVE in CV bo potekal s protokolom IEC 870-5, ki ga za vključevanje lokalnih objektov predvideva tudi nov republiški center vodenja elektrogospodarstva (RCV). IZ CV je predviden do nadrejenega CV ELCOM-90 protokol. CV Medvode bo tako omogočil vključitev HE Mavèie v tehnični sistem vodenja (TSV) elektrogospodarstva. Protokol IEC kljub razširjenosti (tudi pri slovenskih specializiranih izvajalcih) zahteva usklajevanje, ker je veeslojen in njegova uporaba žal ni enoumno določena za inženirsko prakso.

Oprema v CV bo omogočala v prvi fazi za HE Mavèie:

- analizo obratovanja (vodostaji, pretoki, dotoki, električni parametri)
- sprotno vodenje
- analizo delovanja (obratovalne ure naprav, okvare, remont, izpadi)
- možnost vključitve v TSV (za potrebe vodenja oz. sistemskih regulacij, za potrebe prenosa podatkov o delovanju zaščit in registracij perturbacij in za potrebe prenosa obračunskih meritev)

Projekt dokončanja avtomatizacije HE Mavèie tako v prvi vrsti daje:

- povečanje varnosti delovanja (HW in SW nadzor),
- doseganje večje razpoložljivosti,
- dostop do podatkov za potrebe vzdrževanja, odkrivanja napak in diagnostike (na HE in prvenstveno v CV),

OBVESTILA

V nadaljevanju navajamo nekaj pomembnejših obvestil s strani ICOLD v letošnjem letu.

19. kongres ICOLD in 65. letno srečanje

Italijanski nacionalni komite za velike pregrade (ITCOLD) objavlja naslednje podrobnosti v zvezi z kongresom oz. srečanjem, ki bo v Firencah v maju 1997. V prvem tednu od 19.-24. maja bo izvršno srečanje tehničnih komitejev ICOLD; drugi teden pa bo posvečen 19. kongresu. V tem času bo tudi več družabnih srečanj.

Tehnična vprašanja

Obravnavana bodo štiri tehnična vprašanja, ki so bila izbrana na 63. rednem letnem srečanju ICOLD v Oslu (Julij 1995)

Q72 Inovativno financiranje projektov pregrad

- glavni elementi v predlaganih projektih, ki vplivajo na financiranje pregrad
- vrednotenje in menedžment rizika pri financiranju projektov pregrad

- omogočanje nadgrajevanja in zamenjave drugih naprav,
- hitrejše reagiranje HE na zahteve dispečerjev,
- možnost vključitve HE v sekundarno regulacijo in
- boljše pogoje za sedanje obratovalno osebje (vključitev v osebje za dežurstvo na domu in vzdrževanje novih naprav).

Potek del kaže, da je koncept pravilen, investitor ga je podprl z obstoječimi izkušnjami in modeli, ki so se izkazali v referenčnih hidroelektrarnah, sproti pa se pridobivajo tudi dodatne izkušnje. Že od začetka poudarjeni kadrovski pogled kaže, da bo predvideni obseg šolanj za nove naprave sicer zadostoval, ne bo pa šlo brez določenih kasnejših posegov sedanjih izvajalcev. Prav tako bodo nove naprave dajale mnoge možnosti (našteto pri funkcijah za CV), ki pa jih bo moč izkoristiti le ob pravilni organizaciji investitorjevega osebja. Oprema v CV bo tako potrebna šeasoma še dopolniti (optimizacija energetske izrabe glede hidrologije itd.) Vsekakor pa pomeni investicija sodobno tehnično rešitev, ki postaja realnost tudi v drugih tipih elektroenergetskih objektov. Ne smemo pa pozabiti, kar kaže tudi ta investicija, da brez eloveških tehniških in inženirskih naporov tudi najmodernejša tehnika ne prinese izboljšanja kar kot deus ex machina, ampak skriva za fasado računalniških monitorjev obilo vložene dela in znanja. Poleg tega taka tehnika sili v nove izboljšave, tako da se obseg dela praktično ne zmanjšuje, spreminja se zgolj kakovost dela na elektroenergetskem objektu.

- financiranje privatnega sektorja: z vidika ustanoviteljev in investitorjev
- pogodbene opcije za izvedbo projekta in kasnejše obratovanje

Q73 Posebni problemi povezani z nasutimi pregradami

- Mehanske lastnosti materiala, razmerja napetosti - deformacije, likvifakcijski potencial
- sprejemljive statične in seizmične deformacije nasutih pregrad
- pronicanje, efekti nasičenosti, porni tlak, notranja erozija, hidravlični lom, vpliv vzdolžnih in prečnih razpok
- propusti zakopani v nasutih pregradah
- vremenski vplivi

To vprašanje izključuje: èisto numerične postopke, nepropustne elemente razen jedra, prelivanje nasutih pregrad.

Q74 Delovanje akumulacij

Poročila bodo zajemala: napovedi, nadziranje in opazovanje, preprečitev, operativno vodenje, ukrepi za popravila in izkušnje s sledečih področij:

- sedimentacija (vključuje vplive na objekte, opremo, kvaliteto vode in reko nizvodno od pregrade)
- stabilnost brežin akumulacije
- pronicanje skozi brežine akumulacije
- izgube pri izhlapevanju
- inducirana seizmočnost akumulacij

Q75 Incidenti in porušitev pregrad

- incidenti in porušitev med gradnjo, prvim polnjenjem in med obratovanjem: vzroki - mehanizem porušitve - posledice - pouk
- ukrepi: takojšnje akcije, ponovno usposoblenje, opustitev pregrade
- Javna varnost: opozorilni sistemi, načrti pripravljenosti
- zavarovanje odgovornosti, zavarovanje rizika tretje osebe

To vprašanje zadeva vse vrste pregrad vključeno z jalovinskimi, izključuje pa škodo, ki ne vpliva na zajezbo akumulacije.

Simpozij

V soboto 24. maja bo enodnevni simpozij posvečen ukrepom za zaščito Benetk pred morskimi poplavami in ukrepom za zaščito Firenc pred poplavami reke Arne.

Tehnična razstava

Bo trajala v tednu kongresa, kjer se bodo predstavile izvajalske organizacije, inženirske organizacije in dobavitelji opreme s svojimi izdelki.

Študijski izleti

Pred in po kongresu so predvideni študijski izleti v severno, srednjo in južno Italijo, kjer si bodo udeleženci poleg strokovnih objektov lahko ogledali tudi vse ostale predvsem zgodovinske znamenitosti Italije. Nekateri izleti bodo organizirani tudi v Grèijo, Francijo in Švico, za kar bodo skrbeli nacionalni komiteji slednjih držav.

Nadaljne informacije

Začetni bilten je že razposlan posameznim nacionalnim komitejem, medtem ko bo tudi končni bilten kmalu na voljo. Prosim naslovite vse dopise vezane na kongres, letno srečanje, simpozij, tehnično razstavo in ekskurzije na organizacijski komitej:

Comitato Organizzatore Firenze 97,

c/o Comitato Nazionale Italiano
per le Grandi Dighe
Via dei Crociferi, 44 00187
Rome, Itali

Jalovinske pregrade in okolje (Pregled in priporočila, bilten 103)

Odlaganje jalovine iz rudnikov in raznih industrijskih procesov predstavlja enega največjih problemov ravnanja z odpadnimi snovmi v industriji zaradi same značilnosti jalovine kot tudi ogromnih količin. Bilten govori o različnih načinih načrtovanja in oblikovanja jalovinskih pregrad v odnosu do okolja. Gre za primere jalovine s podaljšano življensko dobo, kjer je potrebna tudi dolgoročna zagotovitev varnostnih ukrepov za zaščito okolja.

Bilten je na voljo za 90 FF (+ 5.5 % prom. davek)
Vsebuje 103 strani, od tega je 88 dvojezičnega glavnega teksta v desetih poglavjih. Ilustrirani ovitek.

Opazovanje jalovinskih pregrad (Pregled in priporočila, bilten 104)

Opazovanje nasutih pregrad se je v zadnjih nekaj letih izboljšalo, kar ne bi mogli trditi za jalovinske pregrade. Bilten posveča posebno pozornost opazovanju tistih jalovinskih pregrad, ki se po obliki, konstrukciji, načinu gradnje in obnašanju bistveno razlikujejo od klasičnih nasutih pregrad.

Bilten je na voljo za 80 FF (+ 5.5 % prom. davek)
Vsebuje 84 strani, od tega je 72 dvojezičnega glavnega teksta v sedmih poglavjih. Ilustrirani ovitek.

Pregrade in pripadajoči objekti v hladnem klimatskem okolju (Smernice za projektiranje, bilten 105)

V podrožjih s hladno klimo, kjer se pojavljajo zaledenitve in globinsko zmrzovanje se pojavljajo tudi škode in obratovalni problemi na pregradah, pripadajočih objektih ali opremi. Te probleme je potrebno upoštevati tako pri načrtovanju, gradnji in med izvajanjem projekta. Bilten daje pregled te problematike in navaja preventivne ukrepe in ukrepe za popravila pred ledom in globinskim zmrzovanjem.

Bilten je na voljo za 150 FF (+ 5.5 % prom. davek)
Vsebuje 170 strani, od tega je 155 dvojezičnega teksta v šestih poglavjih. Ilustrirani ovitek:

