

OPAZOVANJE SEIZMIČNOSTI NA OBMOČJU VELIKIH PREGRAD

Seismological Monitoring of Large Dams

Matjaž Godec*, Renato Vidrih**, Peter Sinčič*** UDK 550.34.01

Povzetek Abstract

Vsako leto v Zemljini notranjosti nastane več močnih potresov z obsežnimi posledicami tudi na večjih objektih. Mednje štejemo tudi velike pregrade, od katerih so mnoge zgrajene na potresno aktivnih območjih. Za presojo projektnih obtežb in obnašanja pregradnih objektov smo se v Sloveniji odločili, da je za zagotavljanje varnosti pregrad treba nadaljevati z opazovanjem njihove seizmičnosti. V Uradnem listu RS je bil leta 1999 objavljen Pravilnik o opazovanju seizmičnosti na območju velikih pregrad, ki predpisuje načine opazovanja seizmičnosti, tehnične normative seizmoloških instrumentov ter pogoje, ki jih mora izpolnjevati izvajalec opazovanja vpliva seizmičnosti na velike pregrade. Pravilnik med naštetim opredeljuje tudi pojem velike pregrade, nadzor nad njegovim izvajanjem pa opravljajo inšpektorji, pristojni za varstvo okolja.

There are many strong earthquakes on our planet every year. They cause extensive damage to large structures, such as large dams, which are often built in active seismic regions. To estimate seismic actions and their consequences on dams, we decided it was necessary to continue seismic monitoring of dams in order to be sure of their safety. The regulation on seismic monitoring of large dams was issued in the National Gazette in 1999. It regulates seismic monitoring methods, technical standards for seismological equipment, conditions which must be fulfilled by the performer of the seismic monitoring and also defines the concept of large dams. The supervision of enforcement of the regulation is carried out by environmental inspectors.

Uvod

Letno je na Zemlji zabeleženih prek 3 milijone potresov. Večina je tako šibkih, da jih ljudje ne čutimo. Toda vsaj 900 potresov letno je močnejših od magnitude 5. Takšni potresi lahko povzročajo tudi obsežne posledice. Od leta 1900 je v potresih izgubilo življenja prek 1,6 milijona ljudi, posledice potresov pa v posameznih državah pomenijo pravo gospodarsko katastrofo. Mnoge pregrade po svetu so zgrajene na potresno aktivnih območjih in po znanih podatkih je 74 pregrad utrpelo poškodbe zaradi potresov, od tega 27 pregrad hude ali zelo hude poškodbe. Zaradi potresa so tako utrpeli poškodbe tudi nam bližnje pregrade v Makedoniji, Romuniji in Veliki Britaniji.

Opazovanje seizmičnosti

Sestavni del ocene potresne nevarnosti območij in lokacij pregradnih objektov je opazovanje seizmičnosti

* Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Matjaz.Godec@gov.si

** mag., Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Renato.Vidrih@gov.si

*** Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, Peter.Sinicic@gov.si

pregradnih objektov, ki je tudi bistveno za presojo potresne odpornosti objektov. Tako dobljeni podatki omogočajo smotrne projektne odločitve pri novogradnjah, pri obstoječih pregradah pa omogočajo čim stvarnejše odločitve pri popravilih ali ojačevanjih po morebitnih poškodbah zaradi potresov. Zapisi dejanskih potresov nam pomenijo edine prave rezultate, ki nam služijo za presojo projektnih obtežb, obnašanja in celovito oceno varnosti pregrad.

Na osnovi Pravilnika o tehničnih normativih za seizmično opazovanje visokih pregrad (UL SFRJ 6/88) in Zakona o varstvu okolja (UL RS 32/93) smo se zato v Sloveniji odločili, da je za zagotavljanje varnosti pregrad treba nadaljevati z njihovim potresnim opazovanjem. Pri pripravi pravilnika so bile uporabljene tudi izkušnje drugih držav pri zagotavljanju potresnega opazovanja, kakršne imajo npr. v Avstraliji, Avstriji, Kanadi, Italiji, Japonski, Švici in ZDA (Fajfar, Zadnik, 1996).

Pravilnik o opazovanju seizmičnosti na območju velikih pregrad, objavljen v Uradnem listu RS št. 92 leta 1999, predpisuje:

- način opazovanja inducirane seizmičnosti, ki jo povzroča voda v zbiralniku, zajezena z veliko pregrado,
- način opazovanja dinamičnega obnašanja telesa in temelja velikih pregrad, zbiralnikov oz. prostora za njimi in prostega površja v njihovi neposredni bližini ob delovanju potresov,

Obdobje izgradnje	Višina	Pospešek [g]	Tip	Poškodbe
Do 1910	13,4	?	zemeljska	hude
	14,0	0,18	zemeljska	hude
	14,0	0,21	zemeljska	hude
	23,0	0,80	zemeljska	hude
	30,0	0,80	zemeljska	hude
1911 - 1930	16,2	0,25	zemeljska	hude
	20,0	0,09	zemeljska	hude
	20,0	0,12	zemeljska	hude
	20,0	0,12	zemeljska	hude
	24,0	0,25	zemeljska	hude
	25,0	0,55	zemeljska	zelo hude
	27,0	?	zemeljska	hude
	30,3	?	skalometna	hude
	37,5	0,70	zemeljska	hude
	42,2	0,50	zemeljska	zelo hude
1937 - 1950	49,3	0,30	zemeljska	hude
	62,0	0,50	zemeljska	hude
	72,0	0,41	skalometna	hude
1951 - 1965	82,7	0,15	skalometna	hude
	66,0	0,10	zemeljska	zelo hude
	103,0	0,60	betonska - težnostna	hude
	105,0	0,45	stebarska	hude
1966 - 1986	106,0	?	stebarska	hude
	nič	zabeleženega		
neznano	17,0	?	zemeljska	hude
	22,0	0,40	zemeljska	hude
	46,0	0,17	zemeljska	hude
	98,0	?	skalometna	hude

Preglednica 1. Hude in zelo hude poškodbe na pregradah (Huber, 1995)
Table 1. Serious and very serious damage on dams (2).

- tehnične normative seizmoloških instrumentov in normative za njihovo vzdrževanje in
 - pogoje, ki jih mora izpolnjevati izvajalec opazovanja vpliva seizmičnosti na velike pregrade.
- nologijo velikih pregrad, in sicer se višina pregrade meri od najnižje točke temeljenja do vrha pregrade (Zadnik, 1997).

Velika pregrada

Velika pregrada (v nadaljnjem besedilu: pregrada) po tem pravilniku je:

- vsaka pregrada, ki je višja od 15 metrov, ali
- vsaka pregrada med 10 in 15 metri višine, ki izpolnjuje vsaj enega od naslednjih pogojev:
 - dolžina krone ni manjša od 500 metrov,
 - vsebina zbiralnika, ki ga ustvari pregrada, ni manjša od enega milijona kubičnih metrov,
 - maksimalna visoka voda, ki vpliva na pregrado, ni manjša od 2000 kubičnih metrov na sekundo,
 - pregrada je imela težke pogoje temeljenja in
 - pregrada je neobičajna konstrukcija.

Višina pregrade je opredeljena v skladu s privzeto termi-

Namen pravilnika

Namen pravilnika je zagotoviti opazovanje inducirane seizmičnosti in opazovanje dinamičnega obnašanja pregrade.

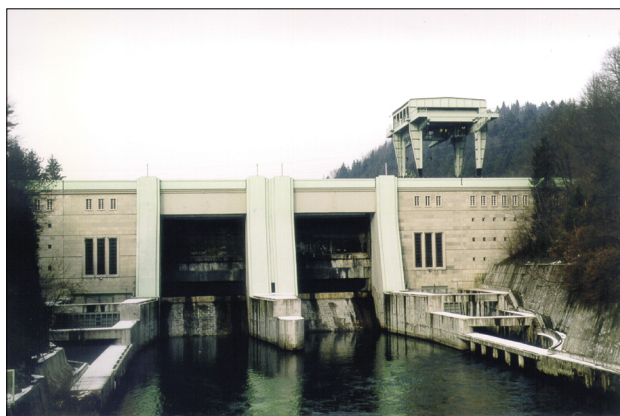
Opazovanje **inducirane seizmičnosti** pomeni zaznavanje in zapisovanje sprememb potresne dejavnosti, ki nastajajo zaradi vode v zbiralniku, zajezone v prostoru za veliko pregrado.

Opazovanje **dinamičnega obnašanja pregrade** pa je zaznavanje in zapisovanje odziva telesa in temelja pregrade ter prostega površja okoli nje na potres.

Zavezanec za zagotovitev opazovanja inducirane seizmičnosti in opazovanja dinamičnega obnašanja pregrad je po pravilniku lastnik pregrade.



Ime pregrade / Dam:	Mavčiče
Vodotok / Watercourse:	Sava
Konstruktivna višina / Height:	38 m
Dolžina krone / Crest length:	118 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	10.700.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	težnostna betonska / concrete gravity dam



Ime pregrade / Dam:	Medvode
Vodotok / Watercourse:	Sava
Konstruktivna višina / Height:	30 m
Dolžina krone / Crest length:	134 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	7.000.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	težnostna betonska / concrete gravity dam



Ime pregrade / Dam:	Moste
Vodotok / Watercourse:	Sava
Konstruktivna višina / Height:	59,6 m
Dolžina krone / Crest length:	52 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	6.240.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	ločno-težnostna betonska / arch-gravity dam



Ime pregrade / Dam:	Podsela
Vodotok / Watercourse:	Soča
Konstruktivna višina / Height:	55 m
Dolžina krone / Crest length:	56 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	5.800.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	ločno-težnostna / arch-gravity dam



Ime pregrade / Dam:	Solkan
Vodotok / Watercourse:	Soča
Konstruktivna višina / Height:	35 m
Dolžina krone / Crest length:	138 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	7.600.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	težnostna betonska / concrete gravity dam

Zavezanec za postavitev instrumenta oz. instrumentov za opazovanje inducirane seizmičnosti (seizmograf) in instrumentov za opazovanje dinamičnega obnašanja pregrade (akcelerograf) je lastnik pregrade.

Zavezanec za zagotavljanje izvajanja obratovalnega monitoringa je upravljalec pregrade.

Inducirana (trigerirana/prožena) seizmičnost

Pojav potresov, ki so povezani s človeško dejavnostjo, imenujemo inducirana ali, pravilneje, trigerirana seizmičnost. Le-ta se manifestira v širokem prostorsko-časovnem in energetskem razponu: od mikropotresov v neposredni bližini vira sprememb do rušilnih potresov z žariščem na globini, večji od desetih kilometrov.

Poznamo več vzrokov za inducirano (trigerirano) seizmičnost. Najpogostejši so:

- vodna zajetja,
- injektiranje tekočin ali plinov v Zemljino notranjost,
- črpanje nafte in plina,
- rudarjenje in kamnolomi,
- črpanje geotermalne energije,
- podzemni jedrski poskusi.

Potresi, trigerirani z vodnimi zajetji, sodijo med močnejše. Do sedaj je nedvomno ugotovljen in dokumentiran pojav sprememb potresne aktivnosti na vsaj 120 vodnih zajetjih. Najmočnejši so bili v:

- Koyn, Indija, 10. 12. 1967, M = 6,5
- Kremasti, Grčija, 05. 02. 1966, M = 6,3
- Karibi, Rodezija-Zambija, 23. 09. 1963, M = 5,8.



Ime pregrade / Dam:	Ajba
Vodotok / Watercourse:	Soča
Konstruktivna višina / Height:	39 m
Dolžina krone / Crest length:	72 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	1.600.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	težnostna betonska / concrete gravity dam

V vseh teh primerih je bila globina vode večja od 80 m. Enostavna statistika pove, da je vsako petdeseto vodno zajetje z globino vode, večjo od 80 m sprožilo potres magnitude 5,7 ali več.

Sloveniji najbližja primera sta v Piave de Cadore (Italija), kjer je potres nastal 13. 01. 1960 in Vajont v Italiji s potresi magnitude okoli 3.

Čeprav je raziskanost teh pojavov in znanje o njihovih vzrokih (zaenkrat) precej pomanjkljivo, je precej verjetno, da potresov ne povzročata človeška dejavnost. V območju, kjer taki potresi nastajajo, morajo obstajati tektonsko ugodni pogoji za nastanek potresov in spremembe seizmičnosti.

Zaenkrat sta ugotovljena dva možna mehanizma, ki lahko sprožita spremembo naravne seizmičnosti. V obeh primerih gre za motnje v naravnem napetostnem stanju. Teža vode v zajetju izvaja dodaten pritisk v vertikalni smeri. Potresi, sproženi s tem mehanizmom, so praviloma šibkejši (ker je masa vode tudi pri največjih zajetjih relativno majhna v primerjavi s maso kamnine pod zajetjem) in se pojavljajo kmalu (nekaj dni ali mesecev) po začetku polnjenja zajetja na majhnih globinah (do 3 km) in v neposredni bližini. Zelo pogosto je število potresov povezano z višino vode ali s hitrostjo polnjenja in praznjenja zajetja. V določenih pogojih je sprememba taka, da se naravna seizmičnost zmanjša. Tako je v pogojih, kjer je največja napetost vertikalna ali ima strm vpad, pričakovati pojav novih potresov (območja, v katerih prevladujejo normalni in zmični prelomi), ker teža vode poveča naravne napetosti. V območjih, v katerih je največja napetost horizontalna, je pogost pojav zmanjšanja naravne seizmičnosti, ker teža vode deluje nasprotno od naravnih pogojev.

Drugi mehanizem je povečanje pornega pritiska podzemnih voda, ki zmanjšuje upor kamnine ob prelomu proti zmičnim



Ime pregrade / Dam:	Zlatoličje
Vodotok / Watercourse:	Drava / derivacijski kanal / derivative canal
Konstruktivna višina / Height:	54 m
Dolžina krone / Crest length:	50 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	-
Tip pregrade / Dam type:	težnostna betonska / concrete gravity dam



Ime pregrade / Dam:	Formin
Vodotok / Watercourse:	Drava / derivacijski kanal / derivative canal
Konstruktivna višina / Height:	49 m
Dolžina krone / Crest length:	49 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	-
Tip pregrade / Dam type:	težnostna betonska / concrete gravity dam



Ime pregrade / Dam:	Završnica
Vodotok / Watercourse:	Završnica
Konstruktivna višina / Height:	15 m
Dolžina krone / Crest length:	32 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	135.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	težnostna betonska / concrete gravity dam



Ime pregrade / Dam:	Klivnik
Vodotok / Watercourse:	Klivnik
Konstruktivna višina / Height:	28 m
Dolžina krone / Crest length:	252 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	4.300.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	nasuta zemeljska / embankment dam; fill dam



Ime pregrade / Dam:	Tratna
Vodotok / Watercourse:	Voglajna
Konstruktivna višina / Height:	17 m
Dolžina krone / Crest length:	81 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	4.000.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	nasuta zemeljska / embankment dam; fill dam



Ime pregrade / Dam:	Loče
Vodotok / Watercourse:	Koprivnica
Konstruktivna višina / Height:	16 m
Dolžina krone / Crest length:	205 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	6.500.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	nasuta zemeljska / embankment dam; fill dam

napetostim. Potresi, proženi na ta način, nastajajo v večjih globinah (tudi več kot 10 km), lahko tudi na večjih oddaljenostih (nekaj deset kilometrov) od vodnega zajetja. Ker voda potrebuje precej časa, da prodre do globin (odvisno od permeabilnosti kamnin), se taki potresi lahko prvič pojavijo tudi več let po polnjenju (do 20 let). Potresi večjih magnitud nastajajo ob večjih prelomih in njihov obstoj je predpogoj tudi za pojav potresov. Vodne zaježitve so praviloma v rečnih dolinah, ki so nastale z erozijo v območjih z aktivno tektoniko in jih večinoma sekajo številni prelomi.

Dinamika pojava trigerirane seizmičnosti je lahko različna. Zaenkrat so spoznali nekaj »tipičnih« obnašanj:

- potresi takoj po polnjenju (najbolj pogosti) so povezani s spremembo nivoja vode in se včasih prenehajo ponavljati po nekaj letih,
- stalni potresi (redkejši pojav) kažejo na stalno spremembo seizmičnosti,
- seizmičnost v kraških območjih, ki je včasih tudi povezana z zelo majhnimi zajetji,
- aseizmična zajetja, pri katerih pride do zmanjšanja potresne aktivnosti in
- mešana, v katerih s časom pride do prehoda iz enega tipa v drugega.

Pojav inducirane seizmičnosti predstavlja nevarnost tako za sam jez kakor tudi za okolico. V primeru močnejšega potresa lahko pride do poškodb pregrade in iztekanja vode ali do plazov v vodno zajetje, ki hitro dvignejo vodno gladino in sprožijo vodni val. Tveganju so posebej izpostavljena območja z nizko naravno seizmičnostjo, kjer pregrade niso projektirane za močnejše potrese, kot je to praviloma v območjih z visoko seizmičnostjo in močnimi potresi v preteklosti.

Poznavanje problema inducirane seizmičnosti v vodnih

zajetjih je slabo in ni možno z gotovostjo trditi, da bi bilo kakšno vodno zajetje kjer koli v svetu varno pred možnostjo induciranih potresov. Kontinuirano spremljanje potresne aktivnosti v bližini vodnega zajetja pripomore k boljšemu razumevanju pojava trigerirane seizmičnosti in mehanizmov, ki jo povzročajo, kot tudi tektonskih pogojev, v katerih je ta pojav bolj ali manj verjeten. Za opazovanje šibkih potresov je nujna uporaba občutljivih instrumentov v neposredni bližini, da lahko ugotovljamo nastanek potresov in ga skušamo korelirati z drugimi parametri (višina vode, hitrost sprememb nivoja vode ...). Za vse do sedaj znane močne trigerirane potrese je ugotovljeno, da so bili pred njimi številni manjši potresi. Opazovanje trigeriranih potresov je specifično področje seizmologije, v katerem se strokovnjaki strinjajo, da je napovedovanje potresov mogoče. Nekateri avtorji so celo mnenja, da je trigerirano seizmičnost mogoče kontrolirati z režimom delovanja vodne pregrade.

Opazovanje inducirane seizmičnosti se mora izvesti na pregradah, katerih višina je večja od 40 metrov, in sicer:

- pregrada, katere višina je večja od 100 m, mora imeti na prostem površju v oddaljenosti do pet kilometrov od obale zbiralnika lokalno mrežo najmanj treh seizmografov,
- pregrada, katere višina je med 40 in 100 m, mora imeti na prostem površju v oddaljenosti do pet kilometrov od obale zbiralnika najmanj en seizmograf.

Za zagotovitev optimalnega zaznavanja in zapisovanja ter določanja parametrov lokalnih potresov je treba izdelati poseben projekt, v katerem se določi lokacije seizmografov, vrsto opreme in način njene postavitve. Posebni projekt odobri ministrstvo, pristojno za varstvo okolja, in je sestavni del projekta za pridobitev dovoljenja za poseg v prostor za graditev pregrade.



Ime pregrade / Dam:	Mola
Vodotok / Watercourse:	Molja
Konstruktivna višina / Height:	23,5 m
Dolžina krone / Crest length:	90 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	4.300.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	nasuta zemeljska / embankment dam; fill dam



Ime pregrade / Dam:	Vogršček
Vodotok / Watercourse:	Vogršček
Konstruktivna višina / Height:	37 m
Dolžina krone / Crest length:	200 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	8.500.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	nasuta zemeljska / embankment dam; fill dam



Ime pregrade / Dam:	Vanganel
Vodotok / Watercourse:	Bavški potok, Morigla
Konstruktivna višina / Height:	19 m
Dolžina krone / Crest length:	130 m
Prostornina zaježitve / Storage capacity:	244.000 m ³
Tip pregrade / Dam type:	nasuta zemeljska / embankment dam; fill dam

Lastnik pregrade mora zagotoviti začetek opazovanja inducirane seizmičnosti najmanj tri leta pred začetkom polnjenja zbiralnika oz. prostora za pregrado ter zagotavljati to opazovanje najmanj deset let po (prvi) zapolnitvi do kote polnitve, določene s projektom za pridobitev dovoljenja za poseg v prostor za graditev pregrade.

Ministrstvo lahko po preteku predpisane dobe na predlog zavezanca odloči, da opazovanje inducirane seizmičnosti preneha, če iz analize z opazovanjem dobljenih podatkov izhaja, da se seizmičnost ozemlja, na katerem stoji pregrada, zaradi pregrade ni spremenila.

V pravilniku je opredeljena oprema seizmografov.

Opazovanje dinamičnega obnašanja pregrade

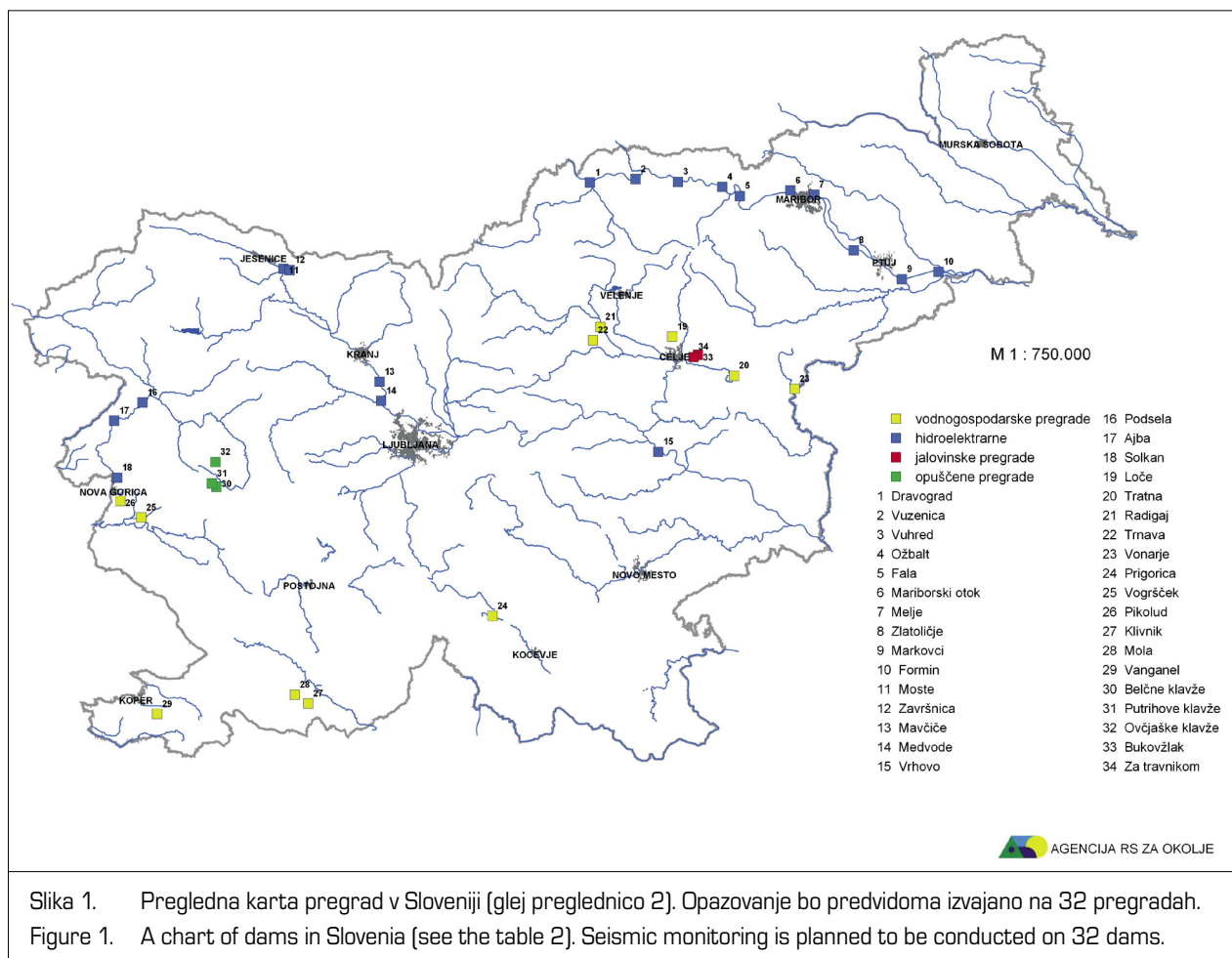
Zahteve pravilnika:

- za pregrade z višino 60 ali več metrov mora biti postavljena mreža najmanj štirih akceleroagrafov, od katerih je eden v temelju, dva v telesu pregrade, eden pa na prostem površju,
- za pregrade višine od 30 do 60 metrov mora biti postavljena mreža najmanj treh akceleroagrafov, od katerih je eden v temelju, eden v telesu pregrade, eden pa na prostem površju,
- za druge pregrade morata biti postavljena najmanj dva akceleroagrafa, od katerih je eden v temelju pregrade, drugi pa na prostem površju.

Vsi akceleroagrafi, postavljeni na posamezni pregradi, morajo biti povezani v enoten sistem merjenja in zbiranja podatkov o opazovanju dinamičnega obnašanja pregrade.

Za zagotovitev optimalnega zaznavanja in zapisovanja dinamičnega opazovanja obnašanja pregrade je treba prav tako izdelati poseben projekt opazovanja, v katerem se določi število in lokacije akceleroagrafov, vrsto opreme ter način njene postavitve. Posebni projekt odobri ministrstvo in je sestavni del projekta za pridobitev dovoljenja za poseg v prostor za graditev pregrade.

Pravilnik predpisuje opremo akceleroagrafa in sestavine oz. lastnosti.



Slika 1. Pregledna karta pregrad v Sloveniji (glej preglednico 2). Opazovanje bo predvidoma izvajano na 32 pregradah.
Figure 1. A chart of dams in Slovenia (see the table 2). Seismic monitoring is planned to be conducted on 32 dams.

Namestitvev instrumentov

Instrumenti na prostem površju

Zapisujejo potresno nihanje tal, na katero ne vpliva obstoj pregrade in vodnega zajetja. Prikazujejo nihanje, ki bi bilo na območju pregrade, če le-te ne bi bilo. Instrumenti morajo biti postavljeni čim bližje pregradi, vendar dovolj daleč, da lahko zanemarimo vpliv objekta na zapise. Ta oddaljenost naj bi bila enaka dvojni višini pregrade.

Instrumenti v temelju pregrade

lnštaliramo jih na značilna temeljna tla. Lokacijsko se postavljajo v celice na betonskih temeljih, ki omogočajo povezavo z osnovno hribino, na kateri stoji pregrada.

Instrumenti v/na telesu pregrade

S temi instrumenti se meri odziv konstrukcije. Osnovno mesto je na največji višini pregrade, kjer pričakujemo največje pomike objekta.

Zagotavljanje opazovanja

Opazovanje inducirane seizmičnosti in dinamičnega obnašanja pregrade lahko za zavezanca iz pravilnika

izvaja pravna ali fizična oseba, ki ima pooblastilo ministrstva. To pooblastilo lahko pridobi pravna ali fizična oseba, ki ima registrirano geofizikalno ali drugo ustrezno dejavnost opazovanja, meritev in kartiranja (seizmološki opazovalec).

Ministrstvo izda pooblastilo ob izpolnjevanju pogojev iz pravilnika v obsegu, za katerega zavezanec oz. oseba zaprosi, glede na vrsto in obseg izvajanja opazovanja.

Seizmološki opazovalec mora za pridobitev pooblastila izpolnjevati naslednje pogoje:

- da je gospodarska družba, zavod ali samostojni podjetnik,
- da ima sedež v Republiki Sloveniji.

Seizmološki opazovalec dobi pooblastilo na podlagi vloge pri ministrstvu. Vloga mora vsebovati podatke o prosilcu ter navedbo vrste in obsega izvajanja seizmološkega opazovanja, za katerega prosilec želi pooblastilo.

Seizmološkemu opazovalcu se lahko izda pooblastilo za največ šest let. Pooblastilo se lahko obnovi na podlagi ponovne vloge prosilca, če izpolnjuje pogoje, določene v 26. členu tega pravilnika.

Seizmološki opazovalec je dolžan vsako leto, najkasneje do 31. marca za preteklo leto, izdelati letno poročilo v

Pregrada	Ime zajezitve	Leto izgradnje	Konstruktivna višina (m)	Hidravlična višina (m)	Dolžina krone (m)	Prostornina zajezitve (1000 m ³)	Dolžina zajezitve (km)	Velika pregrada	Število akceleroagrafov	Število seizmografov
1	Dravograd	1942	23,0	8,9	180	7000	10,0	DA	2	
2	Vuzenica	1952	34,0	13,8	191	14200	12,0	DA	3	
3	Vuhred	1956	33,0	17,4	167	19300	13,0	DA	3	
4	Ožbalt	1960	33,0	17,4	167	12880	13,0	DA	3	
5	Fala	1928	34,0	14,6	248	4095	8,0	DA	3	
6	Mariborski otok	1943	33,0	14,2	184	18700	16,0	DA	3	
7	Melje	1977	17,0	8,2	160	4600	6,0	DA	2	
8	Zlatoličje	1968	54,0	24,8	50		17,0	DA	3	1
9	Markovci	1968	19,0	11,5	120	23000	6,0	DA	2	
10	Formin	1977	49,0	29,0	49		8,0	DA	3	1
11	Moste	1952	59,6	48,0	52	6240	5,0	DA	3	1
12	Završnica	1914	15,0		32	135	1,0	DA	2	
13	Mavčiče	1986	38,0	17,5	118	10700	7,0	DA	3	
14	Medvode	1953	30,0	21,2	134	7000	6,0	DA	3	
15	Vrhovo	1993	24,0	8,1	140	8650	10,0	DA	2	
16	Podsela	1939	55,0		56	5800	8,0	DA	3	1
17	Ajba	1940	39,0		72	1600	5,0	DA	3	
18	Solkani	1984	35,0	22,0	138	7600	10,0	DA	3	
19	Loče	1970	16,0	11,0	205	6500	2,0	DA	2	
20	Tratina	1975	17,0	13,0	81	4000	2,5	DA	2	
21	Račigaj		cca 20 nepr.					DA	2	
22	Trnava	1978	13,5	7,5	333	1720	1,5	DA	2	
23	Vodnanje	1980	19,0	13,3	120	12400	6,5	DA	2	
24	Prigorica		9,8	7,3	960	8800		DA	2	
25	Vogršček	1988	37,0	31,0	200	8500	2,7	DA	3	
26	Pikolud	1989	9,5	7,5	250	1000	1,3	NE	0	
27	Klivnik	1987	28,0		252	4300	3,0	DA	2	
28	Mola	1979	23,5		90	4300	3,7	DA	2	
29	Vanganel	1964	19,0	17,3	130	244	0,2	DA	2	
30	Belčne klavže	1769	18,0		35			DA	0	
31	Putnihove klavže	1779	15,0		44			DA	0	
32	Ovčjaške klavže	1812	16,0		35			DA	0	
33	Bukovžlak		41,0		520			DA	3	1
34	Za travnikom		49,0		630			DA	3	1
skupaj									76	6

Preglednica 2. Seznam pregrad

Table 2. A list of dams

predpisani obliki o opazovanju inducirane seizmičnosti ter dinamičnega obnašanja pregrade med potresi.

Seizmološki opazovalec je dolžan ob vsakem potresu, pri katerem vršni pospešek na prostem površju preseže vrednost 5 odstotkov zemeljskega pospeška, pripraviti posebno poročilo, ki mora vsebovati vse izvirne registracije potresnega nihanja in pripadajočo obdelavo. To poročilo mora dostaviti ministrstvu v roku 30 dni po dogodku. Poročila mora zavezanec hraniti deset let.

Nadzor nad izvajanjem tega pravilnika opravljajo inšpektorji, pristojni za varstvo okolja.

Ne glede na določbe pravilnika lahko seizmološki opazovalec do 31. decembra 2004 dobi pooblastilo tudi, če izpolnjuje naslednje pogoje:

- da je gospodarska družba, zavod ali samostojni podjetnik,
- da ima sedež v Republiki Sloveniji,
- da ima ustrezno število tehnično in strokovno usposobljenih delavcev z ustrezno izobrazbo in izkušnjami za opravljanje seizmološkega opazovanja po tem pravilniku,
- da razpolaga z ustrezno instrumentacijo ter preizkusno in merilno opremo za izvajanje seizmološkega opazovanja ter za vzdrževanje opreme v skladu s tem pravilnikom.

Izpolnjevanje pogojev ugotavlja ministrstvo v sodelovanju z upravnim organom, pristojnim za standardizacijo in meroslovje.

Zavezanci za izvajanje seizmološkega opazovanja morajo za obstoječe pregrade zagotoviti opazovanje v skladu s tem pravilnikom najkasneje v enem letu po njegovi uveljavitvi. V enakem roku morajo zavezanci uskladiti z določbami pravilnika tudi obstoječe sisteme seizmološkega opazovanja, ki so bili postavljeni po Pravilniku o tehničnih normativih za seizmično opazovanje visokih vodnih pregrad [Uradni list SFRJ, številka 6/88].

Ne glede na določbe 8. člena tega pravilnika morajo zavezanci najkasneje v enem letu po uveljavitvi tega pravilnika zagotoviti tudi opazovanje inducirane seizmičnosti za pregrade iz 5. člena pravilnika. To opazovanje mora trajati najmanj tri leta, po preteku tega časa pa lahko preneha ob predpisanih pogojih in po predpisanem postopku.

Sklepne misli

V Preglednici 2 je podan seznam pregrad v Sloveniji. Glede na razpoložljive podatke ocenjujemo, da je v okviru izvajanja pravilnika treba inštalirati 76 akceleroagrafov in 6 seizmometrov.

Glede na izkušnje izvajanja samega pravilnika je bilo ugotovljeno, da bodo potrebne spremembe pri poglavju o ugotavljanju izpolnjevanja pogojev opazovalcev.

Viri in literatura

1. Fajfar, P., Zadnik, B., 1996. Strokovne podlage za pravilnik o seizmološkem monitoringu velikih pregrad. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.
2. Huber, B., 1995. Earthquake Induced Damage to Dams – Classification and Statistical Evaluation. University of Technology Vienna, Vienna.
3. Pravilnik o opazovanju seizmičnosti na območju velike pregrade. Uradni list Republike Slovenije št. 92/99, Ljubljana.
4. Zadnik, B., 1997. Tehnični slovar za pregrade. Slovenski nacionalni komite za velike pregrade, Ljubljana.

Opomba:

Vse fotografije: M. Godec in P. Sinčič

All photos: M. Godec and P. Sinčič