

OSMATRANJE SEIZMIČNOSTI NA PODRUČJU VELIKIH BRANA U SLOVENIJI

Matjaž Godec¹, Renato Vidrih¹, Peter Sinčič¹

SAŽETAK

Svake godine na našoj planeti nastane više moćnih potresa (zemljotresa) sa opsežnim posljedicama takođe na većim objektima. Tu svrstavamo takođe velike brane od kojih su mnoge izgrađene na potresno aktivnim područjima. Za prosuđivanje projektnih opterećenja i ponašanje brana, u Sloveniji smo se odlučili, da je za obezbjeđenje sigurnosti brana potrebno nastaviti posmatranje njihove seizmičnosti.

Postavljanje instrumenata je jedan od najracionalniji oblika i metoda zaštite pred potresom na branama. Podaci, dobijeni sa instrumentima za zapisivanje moćnih potresa, mogu se koristiti kao osnovni podaci za definisanje projektnih kriterija i parametara. Bez odgovarajućih bilježenja takođe nije moguće upoređivati ponašanje brane u vrijeme djelovanja potresa sa projektnim seizmičnim parametrima. Bez tih podataka takođe nije moguće odlučivati da li je još brana sigurna ili je potrebno sanirati neposredno po potresu.

Iz navedenoga se preporučuje seizmično osmatranje sa instalacijom instrumenata za bilježenje (zapisivanje) potresa na svim hidrotehničkim objektima, a posebno na velikim branama, koje su izgrađene na potresno aktivnim područjima.

Još u SFRJ je važio Pravilnik o tehničkim normama za posmatranje visokih brana (Sl.l. SFRJ 6/1988). Na njegovoj osnovi je bio pripremljen i u službenem listu RS godine 1999. objavljen Pravilnik o osmatranju seizmičnosti na području velikih brana, koji propisuje načine osmatranja seizmičnosti, tehničke normative seizmoloških instrumenata te uslove koje mora ispunjevati izvođač osmatranja uticaja seizmičnosti na velike brane. Pravilnik između nabrojanih uslova odlučuje

¹ *Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, e-mail: matjaz.godec@gov.si, renato.vidrih@gov.si, peter.sincic@gov.si*

takođe o pojmu velike brane, nadzor nad njegovim izvođenjem izvršavaju inspektori, nadležni za čuvanje okoline.

Uvođenje svakog Pravilnika je povezano sa finansijskim sredstvima, a tu su po običaju takođe teškoće. Zato se postavljanje instrumenata na branama ne odvija kao što je bilo predviđeno. Uprkos tome, u Sloveniji smo u fazi kada se opremaju tako brane na Soči i na Savi i neki vodoprivredni objekti.

U Sloveniji je ukupno 32 brana, koje odgovaraju definiciji velike brane. Od toga je 10 brana na rijeci Dravi, 5 na rijeci Savi i 3 na rijeci Soči, te 12 vodoprivrednih objekata, i još 2 za sprečavanje muljastih otpadaka. Na tim branama biće potrebno postaviti ukupno 76 akceleroografa i 6 seizmometara.

UVOD

Godišnje je na zemlji zabilježenih preko 3 miliona potresa. Većina od njih je tako slaba da ih ljudi ne osjete. Međutim, bar 900 potresa godišnje je moćniji od magnitude 5. Takvi potresi mogu prouzrokovati takođe opsežne posljedice. Od godine 1900. je u zemljotresima izgubilo život preko 1,6 miliona ljudi, posljedice potresa u pojedinim državama znače pravu privrednu katastrofu. Mnoge brane u svijetu su izgrađene na potresno aktivnim područjima i po znanim podacima je 74 brana pretrpjelo oštećenje zbog potresa, od toga 27 brana teška ili vrlo teška oštećenja. Zbog potresa su tako pretrpjele oštećenja takođe nama blizu brane u Makedoniji, Rumuniji i Velikoj Britaniji (Pregledna tablica 1).

Doba gradnje	Visina	Ubrzanje (g)	Tip	Oštećenja
Do 1910.	13,4	?	zemljana	teška
	14,0	0,18	zemljana	teška
	14,0	0,21	zemljana	teška
	23,0	0,80	zemljana	teška
	30,0	0,80	zemljana	teška
1911-1930.	16,2	0,25	zemljana	teška
	20,0	0,09	zemljana	teška
	20,0	0,12	zemljana	teška
	20,0	0,12	zemljana	teška
	24,0	0,25	zemljana	teška
	25,0	0,55	zemljana	vrlo teška
	27,0	?	zemljana	teška
	30,3	?	brana sa stjenovitom oblogom	teška
	37,5	0,70	zemljin	teške
	42,2	0,50	zemljin	vrlo teška
	49,3	0,30	zemljin	teška

Doba gradnje	Visina	Ubrzanje (g)	Tip	Oštećenja
1937-1950.	62,0	0,50	zemljin	teška
	72,0	0,41	brana sa stjenovitom oblogom	teška
	82,7	0,15	brana sa stjenovitom oblogom	teška
1951-1965.	66,0	0,10	zemljin	vrlo teška
	103,0	0,60	betonska – gravitacijska	teška
	105,0	0,45	stub	teška
	106,0	?	stub	teška
1966-1986.	ništa	nije	zabilježeno	
nepoznato	17,0	?	zemljin	teška
	22,0	0,40	zemljin	teške
	46,0	0,17	zemljin	teške
	98,0	?	brana sa stjenovitom oblogom	teške

Pregledna tablica 1. Teška i vrlo teška oštećenja na branama [1].

OSMATRANJE SEIZMIČNOSTI

Sastavni dio ocjene potresne opasnosti područja i lokaliteta brana objekata je osmatranje seizmičnosti branskih objekata. Osim toga, to je osmatranje bitno za ocjene potresne otpornosti objekata. Tako dobijeni podaci omogućavaju smislaonost projektne odluke kod novogradnji, kod postojećih brana pa omogućavaju realnije odluke kod popravaka ili ojačavanja poslije mogućnih oštećenja zbog potresa. Bilješke stvarnih potresa nam znače jedine prave rezultate. Tako dobijeni rezultati nam služe za prosuđivanje projektnih opterećenja, ponašanje i cjelokupnu ocjenu sigurnosti brana.

Na osnovu Pravilnika o tehničkim normativih za seizmičko osmatranje visokih brana (Sl. l. SFRJ 6/88) i Zakona o zaštiti okoline (Sl. l. RS 32/93) smo se zato u Sloveniji odlučili da je za obezbjeđivanje sigurnosti brana potrebno nastaviti sa njihovim potrebnim osmatranjem. Kod pripremanja pravilnika bila su upotrebljena kod osiguravanja potresnog osmatranja takođe iskustva drugih država. Iskustva sa potresnim osmatranjem imaju između ostalih u Australiji, Austriji, Kanadi, Italiji, Japanu, Švajcarskoj i SAD [3].

Pravilnik o osmatranju seizmičnosti na području velikih brana, objavljen u Službenem listu RS br. 92 godine 1999, propisuje:

- način osmatranja inducirane seizmičnosti; koju pričinjava voda u sabirniku, ograđenom sa velikom branom,
- način osmatranja dinamičnog ponašanja tijela i temelja velikih brana, sabirnika (kolektora) vode, odnosno prostora za njima, te slobodne površine u njihovoj direktnoj blizini prilikom djelovanja potresa,
- tehničke normative seizmoloških instrumenata i normative za njihovo

održavanje,

- uslove koje mora ispunjavati izvođač osmatranja uticaja seizmičnosti na velike brane.

Velika brana

Velika brana (dalje u tekstu – brana) po tom pravilniku je:

- svaka brana koja je viša od 15 metara ili
- svaka brana između 10 i 15 metara visine, koja ispunjava bar jedan od sljedećih uslova:
 - dužina krune manja od 500 metara,
 - sadržaj sabirnika, koji napravi brana nije manja od jednog miliona kubnih metara,
 - maksimalna visoka voda, koja utiče na branu, nije manja od 2000 kubnih metara na sekundu,
 - brana je imala teške uslove kod postavljanju temelja i
 - brana je neuobičajene konstrukcije.

Visina brane je opredijeljena prema terminologiji vezanoj za velike brane, a visina brane mjeri se od najniže tačke temelja do vrha brane [2].

Cilj pravilnika

Namjera pravilnika je osigurati osmatranje inducirane seizmičnosti i osmatranje dinamičnog ponašanja brane.

To znači:

- osmatranje inducirane seizmičnosti obilježavanje i zapisivanje promjena potresne aktivnosti, koje nastaje zbog vode u sabirniku, obuzdane u prostoru za velikom branom,
- osmatranje dinamičnog ponašanja brane je označavanje i bilježenje odziva tijela i temelja brane, te slobodne površine oko nje na potres.

Za obezbjeđivanje osmatranja inducirane seizmičnosti i osmatranje dinamičnoga ponašanja brana po pravilniku odgovoran je vlasnik brane.

Vlasnik brane je obavezan za postavljanje instrumenta, odnosno instrumenata za osmatranje inducirane seizmičnosti (seizmograf) i instrumenata za osmatranje dinamičnoga ponašanja brane (akcelerograf).

Za obezbjeđenje izvođenja radnoga monitoringa zadužen je onaj koji upravlja branom.

INDUCIRANA (TRIGERIRANA) SEIZMIČNOST

Pojavljanje potresa, koji su povezani sa djelatnošću čovjeka nazivamo inducirana ili pravilnije triggerirana seizmičnost. Samo da se ta manifestuje u širokom prostorno-vremenskom i energetskom rasponu od mikropotresa u neposrednoj blizini izvora promjena do rušilačnih zemljotresa sa žarištem u dubini većoj od deset kilometara.

Znamo više uzroka za induciranu (triggeriranu) seizmičnost. Najčešći su:

- vodena akumulacija,
- injektiranje tečnosti i gasova u zemljinu unutrašnjost,
- crpenje nafte i gasa,
- rudarski radovi u kamenolomima,
- crpenje geotermalne energije,
- podzemne nuklearne probe.

Potresi triggerirani sa akumulacijama vode spadaju među moćnije. Do sada je nesumnjivo utvrđena i dokumentirana pojava promjene potresne aktivnosti na bar 120 vodenih akumulacija. Najmoćniji su bili:

Koyna, India, 10.12.1967, $M = 6,5$

Kremasta, Grčka 5.2.1966, $M = 6,3$

Kariba, Rodezija – Zambija, 23.9.1963, $M = 5,8$.

U svim tim primjerima je bila dubina vode veća od 80 m. Jednostavna statistika kaže da je svaka pedeseta vodena akumulacija sa dubinom vode većom od 80 metara aktiviralo potres magnitude 5,7 ali još više.

Najbliži primjeri Sloveniji su se desili u Piave de Cadore (Italija), gdje je 13.01.1960 nastao potres i Vajont u Italiji sa potresima magnitude oko 3.

Iako je istraženost ti pojava i znanje o njihovim uzrocima za sada prilično nepotpuno dosta je vjerovatno, da te potrese ne pričinjava čovjekova aktivnost. U području, gdje takvi potresi nastaju moraju postojati tektonsko pogodni uslovi za nastanak potresa i promjene seizmičnosti.

Za jedan put su utvrđena dva moguća mehanizma, koji mogu aktivirati promjenu prirodne seizmičnosti. U oba primjera dešavaju se smetnje u prirodnom naponskom stanju. Težina vode u akumulaciji izvodi dodatni pritisak u vertikalnom smjeru. Potresi, aktivirani sa tim mehanizmom su po pravilu slabiji (jer je masa vode takođe kod najvećih akumulacija relativno mala u poređenju sa masom stijena ispod akumulacija) i pojavljuje se uskoro (nekoliko dana ili mjeseci) po začetku punjenja akumulacija na manjim dubina (do 3 km) i u neposrednoj blizini. Vrlo često je broj potresa povezan sa visinom vode ili sa brzinom punjenja i pražnjenja akumulacija. U određenim uslovima je promjena takva, da se prirodna seizmičnost smanji. Tako je u uslovima gdje je najveća napetost vertikalna ili ima strm pad, očekivati pojavu novi potresa (područja, u kojima preovlađuju normalni i smičući rasjedi) jer težina vode povećava prirodne napetosti. U područjima, u kojima je

najveća napetost horizontalna, česta je pojava smanjenje prirodne seizmičnosti jer težina vode djeluje suprotno od prirodnih uslova.

Drugi mehanizam je povećanje pornog pritiska podzemnih voda koji smanjuje otpor stijene uz rasjed protiv smičućih napona. Potresi, aktivirani na taj način nastaju u većim dubinama (takođe većim od 10 km) mogu takođe na većoj udaljenosti (nekoliko puta deset kilometara) od vodenih akumulacija. Pošto je vodi potrebno prilično vremena da prodre do dubina (zavisno od permeabilnosti stijena) taki potresi se prvi put pojavljuju takođe više godina po punjenju (do 20 godina). Potresi većih magnituda nastaju uz veće rasjede i njihovo postajanje je preduslov takođe uz pojavu potresa. Vodene akumulacije su po pravilu u riječnim dolinama, koje su nastale sa erozijom u područjima sa aktivnom tektonikom, koja većinom presijecaju brojni rasjedi.

Dinamika pojava trigerirane seizmičnosti može biti različita. Za sada su upoznali nekoliko »tipičnih« ponašanja:

- potresi odmah po punjenju (najčešći) su povezani sa promjenom nivoa vode i ponekad se prestanu ponavljati poslije nekoliko godina,
- stalni potresi (rjeđa pojava) govore na stalnu promjenu seizmičnosti,
- seizmičnost u područjima krasa, koji je ponekad takođe u vezi sa vrlo malim akumulacijama,
- aseizmične akumulacije, kod kojih dolazi do smanjenja potresne aktivnosti,
- miješana, u kojima sa vremenom dolazi do prelaza iz jednog tipa u drugi.

Pojavljivanje inducirane seizmičnosti predstavlja opasnost kako za sam nasip tako i za okolinu. U slučaju moćnijeg potresa može doći do oštećenja brane i oticanja vode, ili do klizišta u vodno zajažanje, koja brzo dignu vodni nivo i aktiviraju vodeni talas. Riziku su posebno izložena područja sa niskom prirodnom seizmičnošću jer brane nisu projektovane za moćnije potrese, kao što je to po pravilu u područjima sa visokom seizmičnošću i jakim potresima u prošlosti. (slika 1a i 1b).

Poznavanje problema inducirane seizmičnosti u vodenim akumulacijama je nedovoljno i nije moguće sa sigurnošću tvrditi da bi bilo kakva vodena akumulacija bilo gdje na svijetu sigurno pred mogućnostima induciranih potresa.

Kontinuirano praćenje potresne aktivnosti u blizini vodene akumulacije pomaže boljem razumijevanju pojava trigerirane seizmičnosti i mehanizama. Za osmatranje slabijih potresa je potrebna upotreba osjetljivih instrumenata u neposrednoj blizini, da možemo utvrditi nastanak potresa i probamo ga usporediti sa drugim parametrima (visina vode, brzina promjene nivoa vode ...). Za sve do sada utvrđene moćne trigerirane potrese je ustanovljeno da su im prethodili brojni manji potresi. Osmatranje trigeriranih potresa je specifično područje seizmologije, u kojem se stručnjaci slažu, da je prognoziranje potresa moguće. Neki autori su čak mišljenja da je trigeriranu seizmičnost moguće kontrolirati sa režimom djelovanja vodne brane.

Osmatranje inducirane seizmičnosti se mora izvesti na branama čija je visina veća od 40 metara i to:

- brana čija visina je veća od 100 m mora imati na slobodnoj površini u udaljenosti do 5 km od obale sabirnika vode (kolektora) lokalnu mrežu najmanje od tri seizmografa,
- brana čija je visina između 40 m i 100 m mora imati na slobodnoj površini u udaljenosti do 5 km od obale sabirnika najmanje jedan seizmograf.

Za garantovanje optimalnog označavanja i zapisivanja te određivanja parametara lokalnih potresa je potrebno izraditi posebni projekat, u kojem se određuju lokaliteti seizmografa, vrsta opreme i način njenog postavljanja. Posebni projekat odobrava ministarstvo, nadležno za zaštitu okoline. Ta posebni projekat je sastavni dio projekta za dobijanje dozvole za posezanje u prostor za gradnju brane.

Vlasnik brane mora osigurati početak osmatranja inducirane seizmičnosti najmanje tri godine prije početka punjenja sabirnika, odnosno prostora za branom, te obezbijediti to posmatranje deset godina poslije (prvog) punjenja do kote punjenja, određene sa projektom za dobijanje dozvole za posezanje u prostor za gradnju brane.

Ministarstvo može poslije isteka predviđenog roka na predlog obveznika odlučiti da osmatranje inducirane seizmičnosti prestane ako iz analize s posmatranjem dobijenih podataka proizlazi da se seizmičnost područja na kojem stoji brana zbog brane nije promijenila.

U pravilniku je određena oprema seizmografa.

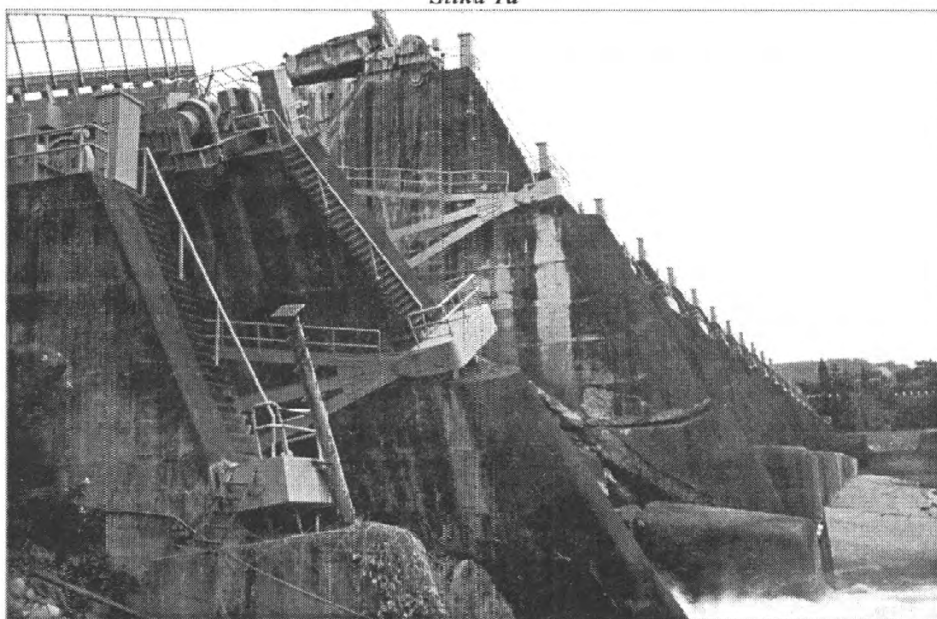
OSMATRANJE DINAMIČNOG PONAŠANJA BRANE

Zahtjevi pravilnika:

- za brane s visinom 60 ili više metara mora biti postavljena mreža od najmanje četiri akceleroografa, od koji je jedan u temelju, dva u tijelu brane, jedan na slobodnoj površini,
- za brane visine od 30 do 60 metra mora biti postavljena mreža od najmanje tri akceleroografa, od koji je jedan u temelju, jedan u tijelu brane i jedan na slobodnoj površini,
- za druge brane moraju biti postavljena najmanje dva akceleroografa, od kojih je jedan u temelju brane, drugi na slobodnoj površini.



Slika 1a



Slika 1b

Razorena brana prilikom zemljotresa 20. septembra 1999. na Tajvanu. Brana Ši – Gang je bila postavljena na tektonskom rasjedu, gdje je došlo pri potresu do površinskog pretrganja. Na jednoj strani rasjeda je došlo do dizanja 3 – 4 m, na drugoj do tonjenja (spuštanja) 1 – 2 m. Slika 1a prikazuje cijelu pregradu, 1b pa samo detalj rušenja (foto R. Vidrih).

Osmatranje seizmičnosti na področju velikih brana u Sloveniji

	BRANA	AKUMULACIJA	GODINA IZGRADNJE	KONSTRUKTIVNA VISINA (m)	HIDRAULIČNA VISINA (m)	DUŽINA KRUNE (m)	ZAPREMENA AKUMULACIJA (1000m ³)	DUŽINA AKUMULACIJA (km)	VELIKA BRANA	BROJ AKCELEROGRAFA	BROJ SEIZMOGRAFA
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	Melie		1977	17,0	8,2	160	4600	6,0	DA	2	
8	Zlatoličie		1968	54,0	24,8	50		17,0	DA	3	1
9	Markovci	Ptujsko iez.	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	Zbilisko iez.	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	Doblarsko i.	1939	55,0		56	5800	8,0	DA	3	1
17	Aiba		1940	39,0		72	1600	5,0	DA	3	
18	Solkan		1984	35,0	22,0	138	7600	10,0	DA	3	
19	Loče	Šmartinsko i.	1970	16,0	11,0	205	6500	2,0	DA	2	
20	Tratna	Slivniško i.	1975	17,0	13,0	81	4000	2,5	DA	2	
21	Račigai	Braslovško i.		cca 20					DA	2	
22	Trnava	Žovneško i.	1978	13,5	7,5	333	1720	1,5	DA	2	
23	Vodnarie	Sotelsko iez.	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	Putrihove klavže		1779	15,0		44			DA	0	
32	Ovčiaske klavže		1812	16,0		35			DA	0	
33	Bukovžlak			41,0		520			DA	3	1
34	ZaTravnikom			49,0		630			DA	3	1
	UKUPNO									76	6

Pregledna tablica 2. Spisak brana u Sloveniji.

POSTAVLJANJE INSTRUMENATA

Instrumenti na slobodnoj površini

Zapisuju potresno njihanje tla, na koje ne utiče postojanje brane i vodene akumulacije. Pokazuje njihanje, koje bi bilo na području brane, ako je ne bi bilo. Instrumenti moraju biti postavljeni što bliže brani. Međutim, dovoljno daleko, da možemo zanemariti uticaj objekta na bilješke (zapise). Ta udaljenost bi morala biti jednaka duploj visini brane.

Instrumenti u temelju brane

Te instrumente instaliramo na karakteristična temeljna tla. Lokacijsko se postavljaju u ćelije na betonskim temeljima, koje omogućuju povezanost sa osnovnom stijenom, na kojoj stoji brana.

Instrumenti u tijelu brane

Tim instrumentima se mjeri odziv konstrukcije. Glavno mjesto je na najvećoj visini brane, gdje očekujemo najveće pomjerenje objekta.

OBEZBJEĐIVANJE OSMATRANJA

Osmatranje inducirane seizmičnosti i dinamičnog ponašanja brane može za obveznika iz pravilnika da izvodi pravna ili fizička osoba koja ima punomoć ministarstva. Ovlašćenje ministarstva može dobiti pravna ili fizička osoba, koja ima registrovanu geofizikalnu ili drugu odgovarajuću djelatnost osmatranja, mjerenja i kartiranja (seizmološki osmatrač).

Ministarstvo izdaje ovlašćenje uz ispunjavanje uslova iz pravilnika u obimu za koji obveznik, odnosno osoba zamoli, s obzirom na vrstu i obim izvođenja osmatranja.

Seizmološki osmatrač mora za pridobijanje ovlašćenja ispunjavati sljedeće uslove:

- da je privredna organizacija, zavod ili samostalni preduzimač,
- da ima sjedište u Republici Sloveniji.

Seizmološki osmatrač dobija ovlašćenje na osnovu molbe ministarstvu. Molba mora sadržavati podatke o moliocu te opis vrste i obimu izvođenja seizmološkog osmatranja, za koje molilac želi punomoć.

Seizmološkom osmatraču se može izdati punomoć za najviše šest godina. Punomoć se može obnoviti na osnovu nove molbe, ako ispunjava uslove određene u 26. članu toga pravilnika.

O osmatranju inducirane seizmičnosti te osmatranju dinamičnog ponašanja brane za vrijeme potresa, seizmološki osmatrač je dužan svake godine izraditi godišnji izvještaj u propisanom obliku, najkasnije do 31. marta za prošlu godinu.

Seizmološki osmatrač je dužan da prilikom svakog potresa, pri kojem ubrzanje na vrhu slobodne površine prelazi vrijednost 5 procenata zemljinog ubrzanja, pripremi poseban izvještaj, koji mora sadržavati sve originalne registracije potresnoga njihanja i odgovarajuću obradu. Taj izvještaj je potrebno dostaviti ministarstvu u roku 30 dana nakon događaja. Izvještaj mora obveznik čuvati deset godina.

Nadzor nad izvođenjem toga pravilnika vrše inspektori, nadležni za očuvanje okoline.

Bez obzira na odredbe pravilnika može seizmološki osmatrač do 31.12.2004. dobiti punomoć takođe, ako ispunjava sljedeće uslove:

- da je privredna organizacija, zavod ili samostalni preduzimač,
- da ima sjedište u Republici Sloveniji,
- da ima odgovarajući broj tehnički i stručno osposobljenih radnika sa odgovarajućom stručnom spremom i iskustvom za vršenje seizmološkoga osmatranja po tom pravilniku,
- da raspolaže odgovarajućim instrumentima te probnu i mjernu opremu za izvođenje seizmološkoga osmatranja te za održavanje opreme u skladu sa tim pravilnikom.

Ispunjavanje uslova utvrđuje ministarstvo u saradnji sa upravnim organom, nadležnim za standardizaciju i mjere.

Obveznici za izvođenje seizmološkoga osmatranja moraju za postojeće brane osigurati osmatranje u skladu sa tim pravilnikom najkasnije u jednoj godini po njegovoj važnosti. U istom roku moraju obveznici usaglasiti sa odredbama pravilnika takođe postojeće sisteme seizmološkog osmatranja, koji su bili postavljeni po Pravilniku o tehnički normativi za seizmičko osmatranje visokih vodenih brana (Službeni list SFRJ broj 6/88).

Bez obzira na odredbe 8. člana toga pravilnika, obveznici moraju najkasnije godinu od početka važenja toga pravilnika obezbijediti takođe osmatranje inducirane seizmičnosti za brane iz 5. člana pravilnika. To osmatranje mora trajati najmanje tri godine po isteku toga vremena, pa može prestati uz propisane uslove i po propisanom postupku.

ZAKLJUČAK

U preglednoj tabeli 2 je prikazan spisak brana u Sloveniji. S obzriom na raspolagajuće podatke ocenjujemo da je u okviru izvođenja pravilnika potrebno instalirati 76 akceleroografa i 6 seizmometara.

Iskustvo sa sprovođenjem pravilnika upućuje da će biti potrebne promjene kod poglavlja o utvrđivanju ispunjavanja uslova osmatrača.

LITERATURA

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