

Stručni rad

Professional paper

UDC: 624.042.7:669.841

DOI: 10.5825/afts.2012.0407.001N

NEKI ASPEKTI SEIZMIČKOG RIZIKA GRAĐEVINSKOG PROSTORA TERMoeLEKTRANE UGLJEVIK – 3

Nedeljković Slobodan¹, Đurić Neđo², Popović Miodrag¹

¹GEO-IN internacional Beograd, E.mail: geo.in.internacional@gmail.com

²Tehnički institut Bijeljina, E.mail: nedjo@tehnicki-institut.com

REZIME

Izgradnja Termoelektrane Ugljevik 3, snage 2 x 300 MW, zahtijevala je detaljnije proučavanje terena, posebno sa aspekta njegove seizmičnosti. Na terenu je ranije konstatovan rasjed u dijelu gdje su planirani budući objekti termoelektrane. Prethodnim terenskim istražnim radovima potvrđeno je njegovo prisustvo, što je što je zahtijevalo detaljnije analiziranje seizmičnosti terena u dijelu prostiranja rasjeda i neposredne okoline.

Za analizu zemljotresnog hazarda korištene su seizmološke karte i tumač karte, gdje su izdvojena ograničavajuća područja očekivanih maksimalnih intenziteta temljotresa po MSK-64 skali, za određeni period sa vjerovatnoćom 63%. Analiza je pokazala da prisutni rasjedi na lokaciji nemaju seizmo kapacitet da izazovu seizmotektonske deformacije terena na lokaciji objekata i njihovoj okolini.

Ključne riječi: *seizmički rizik, zemljotresi, hazard, seizmološka karta*

SOME ASPECTS OF SEISMIC HAZARD FOR CONSTRUCTION AREA OF THE THERMAL POWER PLANT UGLJEVIK – 3

ABSTRACT

Construction of the Thermal Power Plant Ugljevik 3, power 2 x 300 MW, demanded more detailed study of the terrain, especially from seismic aspect. During the previous terrain research works, its presence was established, which, again, demanded more detailed analysis of terrain seismicity in the fault spreading part and surrounding area.

For the earthquake hazard analysis, we used the seismicity maps and map legend, dividing the limiting areas of expected maximum earthquake intensities according to the MSK-64 scale, for the certain period with probability of 63%. The analysis showed that the present faults at the location do not have seism-capacity to cause seism-tectonic deformations of terrain at the location of facilities and their surrounding areas.

Key words: *seismic hazard, earthquakes, hazard, seismic map*

UVOD

Termoelektrana Ugljevik – 3, snage 2 x 300 MW je nastavak ranije započete izgradnje energetskih kapaciteta u okviru ugljevičkog basena, koji se nalazi u sjeveroistočnom dijelu Republike Srpske. Izgradnja ovako značajnog termoenergetskog objekta zahtijeva detaljno proučavanje terena, gdje se poseban značaj daje proučavanju seizmičnosti terena.

Ranijim geološkim istraživanjima definisan je rasjed koji prolazi preko lokacije budućih objekata termoelektrane. Prethodnim istražnim bušenjem potvrđeno je prisustvo rasjeda, što je zahtijevalo detaljnije proučavanje u smislu njegove seizmičnosti. U tu svrhu provedena su nova istraživanja, među kojima i seizmička proučavanja radi sagledavanja značaja rasjeda i da li ima uticaja na gradnju budućih objekata.

Analiza seizmičnosti provedena je u dijelu procjene makro seizmičnosti, gdje su analizirane Seizmološke karte SFRJ za povratni period zemljotresa od 50 – 1000 godina, odnosno prirast stepena seizmičnosti u navedenom periodu.

OSNOVE ZA PROUČAVANJE TERENA

Seizmički rizik elemenata stvorene sredine u tijsnoj vezi je sa seizmičkim rizikom terena na kome oni egzistiraju. Kada se očekuje da će teren pod uticajem dinamičkog opterećenja nastalog zemljotresom biti u stanju elastičnosti u tom slučaju govorimo o seizmičkom hazardu. No, kada se očekuju deformacije terena tada pored seizmičkog hazarda govorimo i o seizmičkom riziku terena.

Prostor na kome se dešavaju manifestacije zemljotresa čine tri čvrsto povezane sredine i to: teren, stvorena i društvena sredina. Rezultat delovanja na ove tri sredine ocjenjuje se seizmičkim stepenima koje objedinjuje seizmička skala kao što je Evropska seizmička skala ili MSK-1964 godine. Seizmičkim stepenima mjeri se jačina potresa na površini terena, na osnovu inventarizacije šteta koje su imale pri datom potresu na sve tri pomenute sredine. Seizmički stepeni nisu instrumentalni podaci o jačini potresa na površinskom prostoru pogođenim čulnim osjećajem zemljotresa, i njima se preko karte izoseista, opisuje i raspored jačine potresa. Inženjersku komponentu jačine potresa seizmički stepeni dobili su korelacionim pripisivanjem ubrzanja oscilovanja tla koja posredno odgovaraju konstatovanim oštećenjima.

Kada je u pitanju poređenje zemljotresa po jačini, pokazuje se, da treba uvažiti i dimenzije plestoseista jer isti intezitet može zahvatiti veći ili manji prostor na površini terena. Otuda je za potrebe poređenja zemljotresa po jačini tražen način da se uporede njihove energije u ognjištu. Za ove potrebe u seizmologiji se koristi magnitudna (Rihterova skala). Magnituda pokazuje relativnu jačinu potresa, odnosno koliko je puta predmetni potres jači od izabranog nultog te kao takva nije karakteristika ognjišta potresa. Magnituda ukazuje na količinu elastične energije potresa koja je iznesena na površinu terena, dok je energija zemljotresa mnogo veća. Koji se dio energija zemljotresa transformisao u elastičnu (koeficijent korisnog dejstva) to nam nije poznato. Više od 60 godina seizmolozi su se trudili da statistikom stvore takvu korelacionu zavisnost kojom je moguće sa zadovoljavajućom jednoznačnošću da se izračuna magnituda na različitim mjestima instrumentalne registracije datog potresa, i taj napor nije dao rezultat. Otuda magnitudu treba shvatiti kao orijantacioni instrumentalni podatak o jačini potresa. Ona, uslovno govoreći, daje jačinu potresa u dubini, na prostoru ognjišta potresa odnosno to je broj koji pokazuje koliko je puta dati potres veći od izabranog „nultog“ potresa.

Treba istaći, da se u energetskoj klasifikaciji zemljotresa koriste instrumentalni zapisi na osnovu kojih se ocenjuje parametar koji je nazvan seizmički moment $M_0 = \mu S D$. Parametar (M_0) ukazuje na potencijalni rad, odnosno na potrebnu energiju koju treba utrošiti da bi se savladale sile trenja po površini rasjeda (S) za međusobno pomeranje (srednje) krila rasjeda za rastojanje (D), pri čemu je površinska gustina sila jednaka modulu elastičnosti na smicanje (μ) stijenske mase koja se cijepa.

Parametar (M_0) je u tijesnoj vezi sa geometriskim dimenzijama ognjišta koje tretiramo kao rasjed. No, i ovaj parametar ima svoje nedostatke, kao što je: pri „puženju“ prisutan je veliki seizmički moment ali nema potresa.

Objekti stvorene sredine u tijesnoj vezi su sa terenom i preko njega ti objekti primaju zemljotresnu energiju koju zemljotresni talasi iznose iz ognjišta. Pri korišćenju seizmoloških karata polazi se od postavke da zemljotresna energija koju nose seizmički talasi ne izaziva deformacije terena i da se on ponaša u domenu elastičnosti. Međutim teren je povredljiv i u njemu su zastupljeni inženjersko geološki procesi koji dovode do inženjersko geoloških pojava. Ove pojave kada im je uzrok i zemljotresna energija zovemo seizmo deformacijama i seizmički rizik terena treba vezati za ove pojave. No, to je moguće realizovati detaljnim istraživanjima u okviru planske dokumentacije koja prethodi izgradnji elementa stvorene sredine.

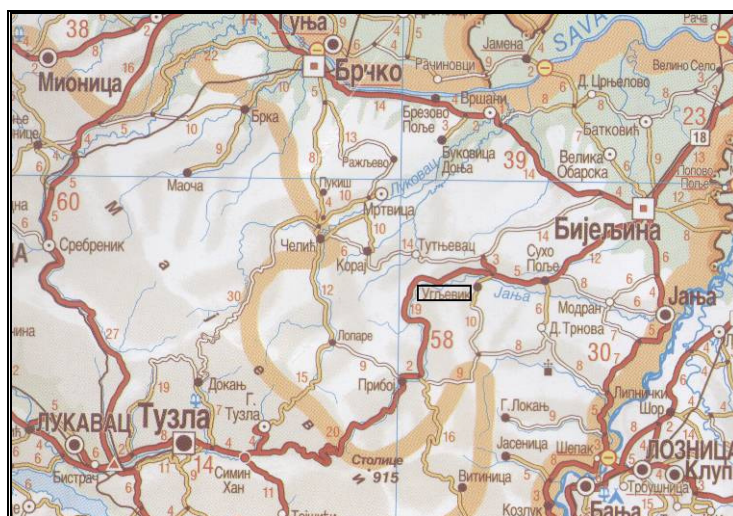
Dio terena sastavni je dio tehničko tehnološke cjeline datog objekta (temeljno tlo). Ovo tlo ima svoj kapacitet elastičnosti kao što ga ima i prostor u kome je temeljno tlo. Štetama na objektima svorene sredine utiču seizmo deformacija terena koji je u interakciji sa stvorenom sredinom i ove štete nisu u korelaciji sa ubrzanjem koje nose zemljotresni talasi pri datom zemljotresu.

SEIZMODEFORMACIJE TERENA

U zemljotresnoj skali, u okviru datih stepena koji čine seizmičku skalu, djelimično je opisana i povredljivost terena. Zemljotresni proračun seizmo otpornosti objekata polazi od postavke da je stanje njegovog temeljnog tla pri projektnom zemljotresu u domenu elastičnosti. No, teren je u uslovima zemljotresa povredljiv i ova povredljivost prisutna je u seizmičkoj skali ali ne i na inženjerski način.

Kada ognjište potresa izađe na površinu terena nastaju tzv. seizmotektonske deformacije terena. Pored ovih deformacija, javljaju se i deformacije kojima je uzrok ne samo dinamička zemljotresna sila, već svoj doprinos daje i sila zemljine teže, i takve deformacije terena zovemo seizmogravitacionim, dok se na ravnom terenu javljaju seizmodeformacije kojima je uzrok dinamička zemljotresna sila i njih zovemo seizmodinamičkim. Pored toga javljaju se i seizmodeformacije kojima je uzrok kako seizmogravitaciona sila tako i seizmodinamička, i takve seizmodeformacije zovemo smešanim.

Nastanak zemljotresa koji su relevantni za stvorenu sredinu vezan je za cijepanje stijenske mase u Zemljinoj kori tj. za seizmogene rasjede. Otuda, pri planiranju izgradnje značajnih objekata, vodi se računa da isti ne budu locirani u blizini ovih „živih“ rasjeda. Pri planiranju izgradnje Termoelektrane Ugljevik 3 na lokaciji u Ugljeviku čiji je geografski položaj dat na slici 1, geotehničkim istraživanjem konstatovano je prisustvo rasjeda za koje je bilo potrebno utvrditi njihovu seizmogenu potencijalnost.



Slika 1. Širi geografski položaj prostora Ugljevika
Figure 1 Broader geographic location of Ugljevik area

U EC8 dio 5 u poglavlju 4 koje se odnosi na zahtjeve u pogledu lokacije i temeljnog tla, rečeno je za blizinu seizmički aktivnih rasjeda, da zgrade kategorije značaja prve, druge i treće kategorije, načelno ne smiju biti podignute u neposrednoj blizini tektonskih rasjeda koji su označeni kao seizmički aktivni u zvaničnim dokumentima izdatim od kompetentnih nacionalnih vlasti

Pri procjeni seizmogenosti konstatovanih rasjeda na planiranoj lokaciji koristili smo orijentacione dimenzije rasjeda pri zemljotresima koji različitim magnitudama odnosno seizmičkim momentima [1]. Površina rasjedne površi (S) može se aproksimiramo tako, da je orijentaciono, može predstaviti proizvod $S = L W$, gde parametar (L) predstavlja dužinu ognjišta (dužina rasjeda po prostiranju) a parametar (W) predstavlja širinu rasjeda odnosno prostiranje raseda po padu. Praktično, navedena formula i parametri važe za slučaj kada se ognjište potresa nalazi u Zemljinoj kori. Često se ognjište potresa uzima da ima oblik elipse i iz takve aproksimacije može se uspostaviti odnos $(2R)^2 = L W$ pri čemu parametar (R) predstavlja srednji radijus ognjišta. U tabeli 1, date su orijentacione vrijednosti parametra ognjišta zemljotresa koji se nalaze u kori zemlje [1]. Iz tabele može se vidjeti da tek od magnitude $M=4$ ognjište ima relevantne geometriske dimenzije.

Tabela 1. Orijetacione vrijednosti parametara sa dimenzijama ognjišta temljotresa
Table 1 Orientation value of parameters with earthquake hearth dimensions

Magnituda M	Seizmički moment (din sm) M_0	Dužina raseda po pružanju (km) L	Prostiranje raseda po poadu (dubini) (km) W	Pomeranje duž rasednog ogledala (sm) D	Radijus ognjišta (km) R
1	$0,10 \times 10^{18}$	0,14	0,090	0,0033	0,056
2	$0,4 \times 10^{19}$	0,40	0,22	0,019	0,15
3	$0,16 \times 10^{21}$	1,10	0,56	0,11	0,39
4	$0,63 \times 10^{22}$	3,0	1,4	0,62	1,0
5	$0,25 \times 10^{24}$	8,3	3,6	3,50	2,7
6	$0,10 \times 10^{26}$	23	9,2	20	7,3
7	$0,4 \times 10^{27}$	62	24	120	19
8	$0,16 \times 10^{29}$	170	60	660	51

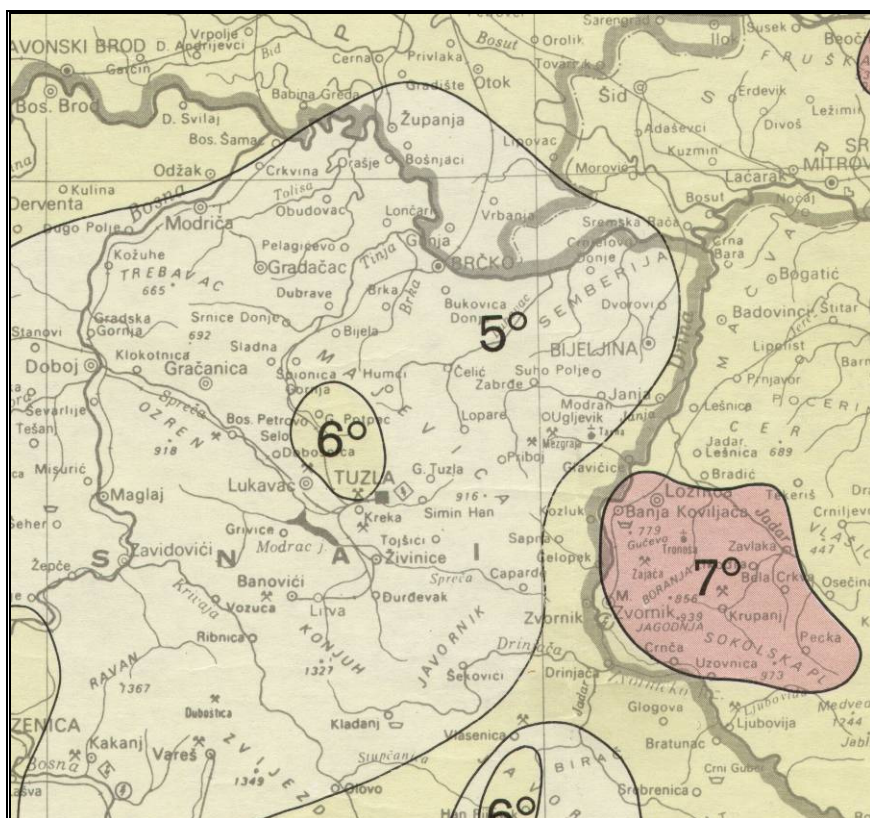
ANALIZA SEIZMIČKOG HAZARDA

Zemljotresni hazard zauzima posebno interesovanje kada se očekuje da će teren pod uticajem dinamičkog opterećenja nastalog zemljotresom biti u stanju elastičnosti. Nacionalne seizmološke karte definišu seizmički hazard i našim istraživanjima oficijalna seizmološka karta bila je plolzani osnov. Oficijalna seizmološka karta ima 6 oleata koje se odnose na vremenske periode od 50, 100, 200, 500, 1000 i 10 000 godina. Isječci sa ovih oleata na kojima je širi prostor Ugljevika, predstavljani su na slikama 2, 3, 4, 5 i 6.

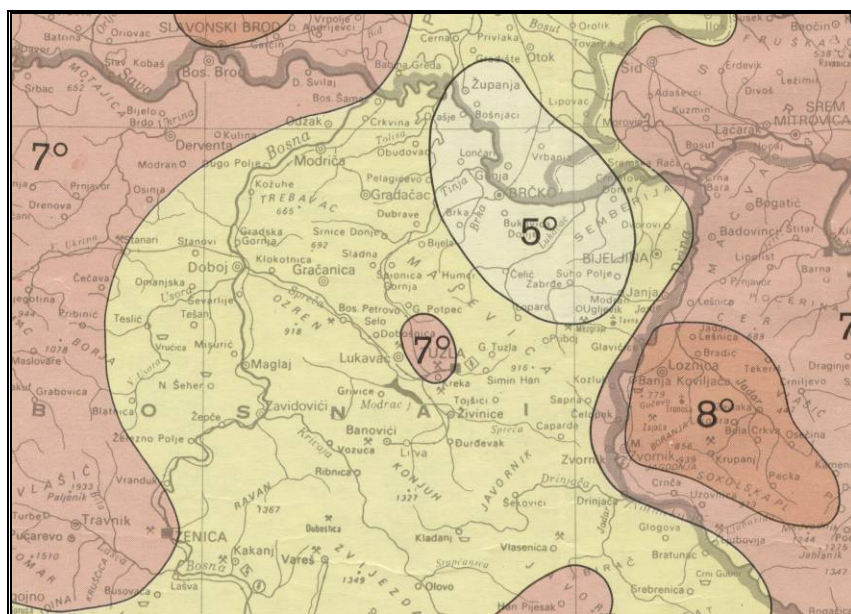
Korišćenje odgovarajuće oleate seizmološke karte zavisi od kategorije objekta koji se gradi, a sama kategorija objekta definisana je u kategorizaciji koja je navedena u odgovarajućem dokumentu (Sl. list SFRJ 21/88). Pored toga, seizmički stepen koji je naveden na oleatama odnosi se na „prosečno tlo obuhvaćeno izoseistom datog intenziteta“. No, obzirom da je teren po pravilu litološki heterogen, praktično je srednje tlo fiktivnog tipa.

U tumaču ove seizmološke karte navedeno je „Linije na svakoj karti ograničavaju područja očekivanih maksimalnih intenziteta zemljotresa po skali MSK-1964 za dotični povratni period (T) u godinama sa vjerovatnoćom od 63%. Stepene intenziteta se odnose na prosječne karakteristike tla dotične zone“ [2].

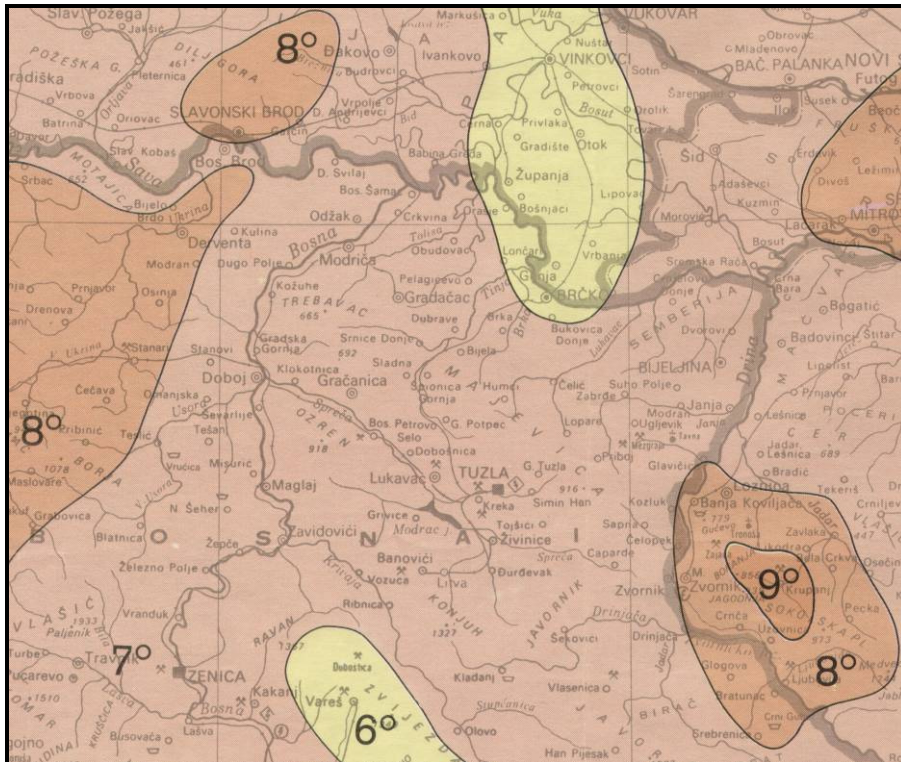
Ilustraciju intenziteta, odnosno stepena predmetne lokacije na oledatama seizmološke karte predstavljena je na slikama 2 – 6.



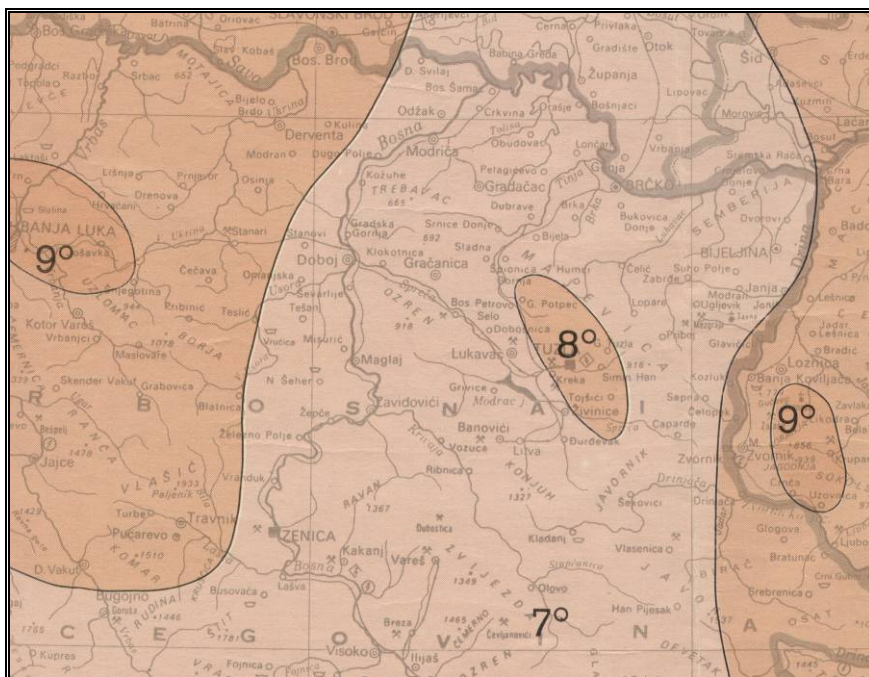
Slika 2. Isječak Seizmološke karte SFRJ za povratni period zemljotresa 50 godina.
 Predmetna lokacija nalazi se u zoni 5⁰ seizmičke MSK-1964 skale
 Figure 2 Section of Seismic map of SFRY for the earthquake return period of 50 years.
 The subjected location is at the zone 5⁰ of seismic MSK-1964 scale



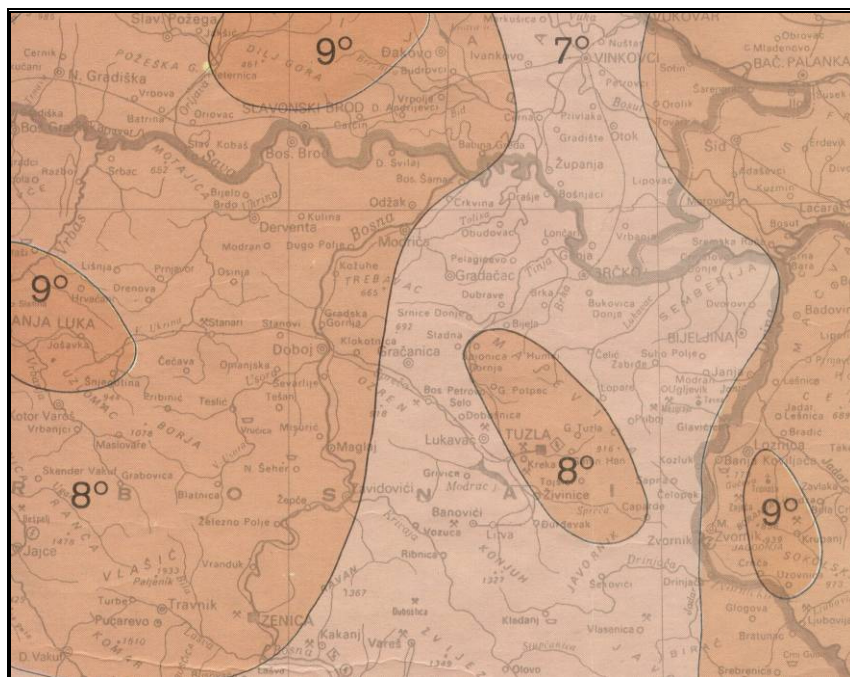
Slika 3. Isječak Seizmološke karte SFRJ za povratni period zemljotresa 100 godina.
 Predmetna lokacija takođe se nalazi u zoni 5⁰ seizmičke MSK-1964 skale
 Figure 3 Section of Seismic map of SFRY for the earthquake return period of 100 years.
 The subjected location is at the zone 5⁰ of seismic MSK-1964 scale



Slika 4. Isječak Seizmološke karte SFRJ za povratni period zemljotresa 200 godina.
 Predmetna lokacija nalazi u zoni 7⁰ seizmičke MSK-1964 skale
 Figure 4 Section of Seismic map of SFRY for the earthquake return period of 200 years.
 The subjected location is at the zone 7⁰ of seismic MSK-1964 scale



Slika 5. Isječak Seizmološke karte SFRJ za povratni period zemljotresa 500 godina.
 Predmetna lokacija nalazi u zoni 7⁰ seizmičke MSK-1964 skale
 Figure 5 Section of Seismic map of SFRY for the earthquake return period of 500 years.
 The subjected location is at the zone 7⁰ of seismic MSK-1964 scale



Slika 6. Isječak Seizmološke karte SFRJ za povratni period zemljotresa 1000 godina.

Predmetna lokacija nalazi u zoni 7⁰ seizmičke MSK-1964 skale

Figure 6 Section of Seismic map of SFRY for the earthquake return period of 1000 years.

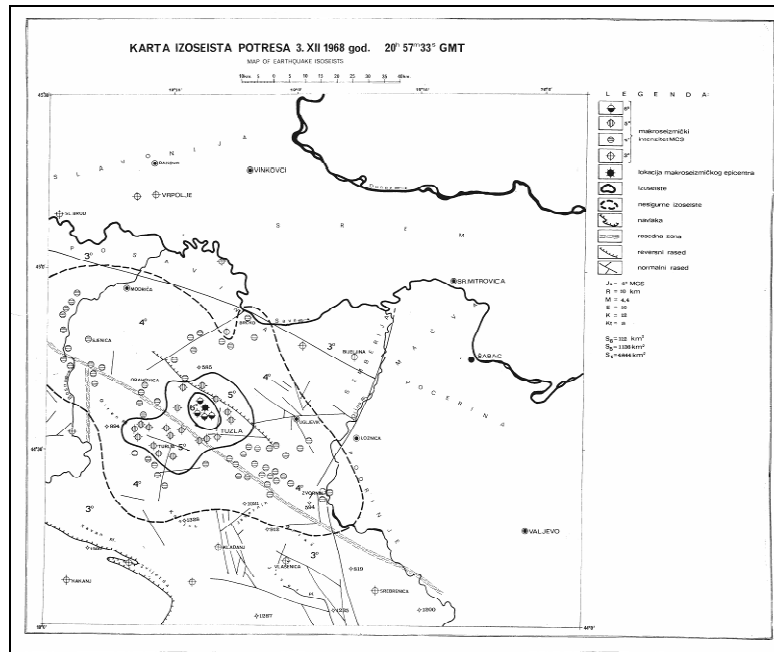
The subjected location is at the zone 7⁰ of seismic MSK-1964 scale

Analiza isječaka seizmološke karte pokazuje da nema epicentralne zone na prostoru Ugljevika koja može da generiše zemljotrese inteziteta većeg od 5⁰ stepeni seizmičke skale. Najbliže epicentralne zone iz koji potiču jaki potresi su epicentralno područje Tuzle i Loznice. Sa navedenih slika vidi se da je dominantno prostiranje seizmičke energije zemljotresa iz epicentralnog područja Tuzle sjeverozapad – jugoistok pa tako svojim pleistoseistom ne zahvata područje Ugljevika [3].

U prilog navedenoj konstataciji navedena je karta izoseista potresa koji je generisalo Tuzlansko epicentralno područje 1968 godine, slika 7.

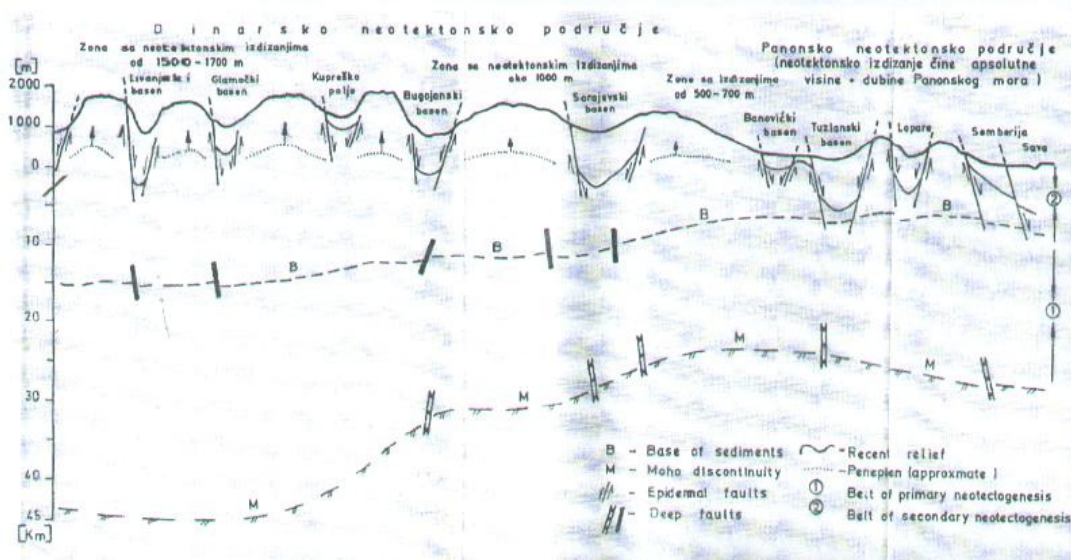
Predmet analize bili su i materijali dugogdišnjeg Projekta izučavanja seizmičnosti Balkanskog poluostrva koje je finansirao UNDP – UNESCO i to naročito materijala koji se odnosi na seizmotektonske uslove nastanka potresa na ovom prostoru [4]. Predmetni Projekat odvijao se u periodu 1972 – 1976 godina, i učestvovala sve zemlje sa prostora Balkanskog poluostrva uključujući i Tursku. Tako su konsultovane i paleografske karte Paleogena, Miocena, Pliocena i Kvartara, Taktonska mapa, karta Maksimalno dogođenih inteziteta, mapa Epicentralnih područja u kojima su generisani potresi magnitude veće od 5,1, karta shematske Neotektonske rejonizacije Balkanskog poluostrva, i Neotektonska karta prostora bivše Jugoslavije sa elementima seizmotektonske karte. Paleografske karte Paleogena, Miocena, Pliocena i Kvartara, korištene su za ocjenu debljine terciarnog punjenja koje prihvata eventualne impulsne tektonske pokrete dubinskih delova rasjeda koji su uzrok autohtone seizmičnosti na predmetnom prostoru.

Takođe korišćena je i monografija „Geološki prilozi za izučavanje seizmičnosti terena Bosne i Hercegovine“ – Sarajevo 1974. godine [5]. Iz te monografije naveden je šematski neotektonski profil prezentiran na slici 8. Sa ove slike može se vidjeti da Tuzlanska zona i Loparska zona kao i Semberija pripada Panonskom neotektonskom području. Za ove zone posebno je analizirana na osnovu podataka navedenih u monografiji geneza nastanka terciarnog punjenja depresija i njihova debljina. Naime, kao što je ranije istaknuto, pri dešavanju jakih potresa, među ostalim manifestacijama, dešavaju se i seizmotektonske deformacije odnosno događa se „izlazak“ ognjišta na površinu terena. Takve pojave predstavljaju ograničavajući faktor za izgradnju objekata. Takve pojave su realne na rasjedima koji mogu da generišu zemljotrese koji imaju magnitudu $M \geq 6,5$ Rihterove skale.



Slika 7. Karta izoseista potresa iz 1968 godine sa regionalnom geološkom građom prostora na kome se on čulno osjetio
 Figure 7 Isoseismic map of the earthquake from 1968 with regional geological area structure where it was clearly sensed

Na širem prostoru Ugljevika zastupljen izolovani skup normalnih rasjeda koji nemaju navedenu magnitudnu potencijalnost. M. Vidović [5] ističe da “prema vremenu nastajanja i genezi to su neotektonski normalni rasjedi epidermalnog karaktera, neposredno izraženi u reljefu Zamljine površine. Smatra se da su pretežno formirani vertikalnim spregom, po sistemu rifta, prilikom svodastog diferencijalnog izdizanja Dinarida kroz mlađi neogen i pleistocen. Kroz neogene naslage, kao najmlađu strukturnu etažu, prenosilo se primarno neotektonsko naprezanje iz dubljih dijelova podloge i litosfere uopšte do Zemljine površine. Neogeni kompleks vjerno reaguje na denivelaciju labilnih blokova u podlozi kako po vertikali tako i po horizontali.”



Slika 8. Ilustracija detalja neotektonske rejonizacije kontakta Dinarskog i Panonskog dela i položaja Semberije unutar koga je predmetna lokalnost
 Figure 8 Illustration of details of neo tectonic regionalization contact of Dinaric and Pannonia area and position of Semberija within which the respective locality is

Pri analizi seizmičnosti predmetne lokalnosti i seizmogenosti konstatovanih rasjeda korišten je katalog potresa sa nazivom „Tabelarni pregled epicentara potresa na teritoriji SR Bosne i Hercegovine za period /306 god/ - $I_0 \geq 9^0$ MCS skale; /1386/ - $I_0 \geq 8^0$ MCS skale; /1434 – 1487/ - $I_0 \geq 7^0$ MCS skale; /1800 – 1900/ - /1901 – 1968/ - $I_0 \geq 3^0$ MCS skale [6]. Ovaj katalog je urađen u zajedništvu Seizmološkog zavoda u Sarajevu i Beogradu 1965 godine. U katalogu u okviru površine obuhvaćene navedenim geografskim koordinatama konstatovani su epicentri zemljotresa koje su naveeni u tabeli 2.

Tabela 2. Katalog epicentara zemljotresa
Table 2 Catalogue of earthquake epicentre

Datum	Vrijeme sat i minut	Geografske koordinate		Intezitet MCS skala	Magnituda	Napomena
		φ	λ			
06.01.1905	04 00	44 ⁰ 37N	19 ⁰ 07E	IV	3,34	Tavna
06.01.1905	23 45	44 ⁰ 36N	19 ⁰ 01E	III	2,83	Teočak
17.11.1922	09 06	44 ⁰ 39N	19 ⁰ 12E	IV	3,34	Janja
15.03.1923	05 45	44 ⁰ 53N	18 ⁰ 48E	III	2,83	Brčko

Sprovedena analiza pokazuje da je sjeverni dio Majevice zajedno sa ravničarskim dijelom u kojoj je predmetna lokalnost u seizmičkom pogledu daleko pasivnija od južnog dijela Majevice, kako po učestanosti potresa tako i po njihovom intezitetu. Uzrok ovoj pojavi je činjenica da je na južnoj strani Majevice prisutna rasedna zona sa daleko većom potencijalnom seizmičkom aktivnošću u odnosu na sjevernu stranu. Ova južna rasjedna zona kontinuirano nastavlja svoje pružanje lijevo i desno od Tuzlanske epicentralne zone i duž nje se javljau nove epicentralne zone kao što je Zvornička epicentralna zona.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Sprovedena analiza ukazala je da prisutni rasjedi na lokaciji nemaju seizmo kapacitet da izazovu seizmotektonske deformacije terena na lokaciji objekata i njihovoj okolini.

Potencijal autohtone seizmičnosti je ispod šestog stepena seizmičke skale. Debljina tercijarnih sedimenata na prostoru Ugljevika veća je od 1000 m. Otuda, sva pomeranja pri rasjedanju blokova koji su u podini tercijara pri zemljotresima koji se mogu dogoditi na prostoru lokacije, bivaju apsorbovana ovim punjenjem. Prisutnost rasjeda čak i da imaju očekivani seizmogeni potencijal ($M=3,5$) isti nisu ograničenje izgradnji objekata termoelektrane na predmetnoj lokaciji.

Uticaj heterogenosti litološke građe terena lokalnosti koju uzrokuju prisutni rasjedi i zemljotresni uticaj treba uvažiti u uslovima koji definišu izabrani način fundiranja objekata. Prakatično govoreći, sprovedena analiza odnosi se na procjenu makro zamljotresnih uslova izgradnje, dok mikro zemljotresni uslovi treba da uvaže i interakciju tlo – objekat, za svaki značajniji objekat visokogradnje ali i niskogradnje.

LITERATURA:

- [1]. Rizcenko, O.JU.V. (1976). Razmeri očaga korovogo zemletrjasenija i sejsmičeski moment. Moskva. Isledovanija po fizike zemletrjasenij, ANSSSR, „Nauka“ Moskva.
- [2]. Sunarić, D., Nedeljković, S. (1990). Reinterpretation of historic data on destrucitve earthquakes and seismodeformations of land on the teritory Yugoslavia. Tokyo. 8th EE JSSMFF.
- [3]. Sikošek, B. Vukačinović, M. (1969). Seizmičke karakteristike područja Tuzle sa naročitim osvrtom na zemljotres od 3 decembra 1968 godine. Sarajevo. Geološki glasnik br. 13.
- [4]. UNDP – UNESCO Survey of the seismicity of the Balkan region. (1973). Poceedings of the seminar on the seismotectonic map of the Balkan region. Dubrovnik.

- [5]. Vidović, M. (1974). Geološki prilozi za izučavanje seizmičnosti terena Bosne i Hercegovine. Sarajevo.
- [6]. Tabela pregled epicentara potresa na teritoriji SR Bosne i Hercegovine. Sarajevo – Beograd. Seizmološki zavod Sarajevo – Seizmološki zavod Beograd.