

## **POLIGON OS RH „EUGEN KVATERNIK” SLUNJ**

### **REZULTATI PRAĆENJA LOKALNE SEIZMIČKE AKTIVNOSTI U 2020. GODINI - STUDIJA -**

Tomislav Fiket, dipl.ing. fizike

doc. dr. sc. Iva Dasović, dipl.ing. fizike

prof. dr. sc. Marijan Herak, dipl.ing. fizike

mr. sc. Ines Ivančić, dipl.ing. fizike

Krešimir Kuk, dipl. ing. fizike

izv. prof. dr. sc. Snježana Markušić, dipl.ing. fizike

Snježan Prevolnik, dipl.ing. fizike

dr. sc. Ivica Sović, dipl.ing. fizike

doc. dr.sc. Josip Stipčević, dipl.ing. fizike

Danijel Štih, ing.

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet

Geofizički odsjek



Zagreb, studeni 2021

Voditelj Projekta:

Ines Ivančić

mr. sc. Ines Ivančić, dipl.ing. fizike

## **SADRŽAJ**

1. UVOD .....	1
2. METODE RADA.....	2
3. REZULTATI RADA .....	7
3.1. Potresi epicentralnih udaljenosti do 50 km od Slunja .....	14
3.2. Potresi epicentralnih udaljenosti od 50 do 100 km od Slunja .....	20
3.3. Lokalni potresi na području Slunja locirani u razdoblju od 1. siječnja 2007. godine do 31. prosinca 2020. godine .....	30
4. ZAKLJUČAK .....	35
5. LITERATURA .....	38

## **1. UVOD**

Zahvaljujući sklapanju Okvirnog sporazuma između Ministarstva obrane Republike Hrvatske i Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu stvoreni su preduvjeti za izradu ove studije. Na osnovi navedenog Okvirnog sporazuma sklopljen je i Ugovor o nabavi usluge praćenja stanja okoliša - seismološki monitoring na VP „E. Kvaternik“ Slunj. Sve navedno omogućilo je nastavak istraživanja lokalne seizmičnosti VP „E. Kvaternik“ Slunj (u dalnjem tekstu Poligona) i okolice. Istraživanje se od kraja 2006. godine do danas odvija bez prekida, i ima za najvažnije ciljeve istraživanja sljedeće zadaće:

- 1) Praćenje recentne seizmičke i seismotektonske aktivnosti šireg prostora oko Poligona, kontinuirano upotpunjavajući saznanja o istoj
- 2) Ukloniti nedoumice oko eventualnih šteta na civilnim objektima u okolini Poligona i razlučiti uzroke oštećenja time ukloniti bilo kakve nedoumice oko porijekla oštećenja
- 3) Odrediti uzroke potencijalno nastalih oštećenja sa sigurnošću.

Tijekom 2020., kao i prethodne godine, nastavljeno je instrumentalno praćenje lokalne seizmičke aktivnosti na seismološkoj postaji Slunj na Kuranovom vrhu kao nastavak navedenih istraživanja koja su započela 2006. godine.

Već samim početkom istraživanja (2006. godine) Seismološka postaja Slunj je opremljena modernim digitalnim širokopojasnim trokomponentnim seismografom engleske firme Guralp. Ovakav visokoosjetljivi seismograf omogućuje precizno i jednoznačno određivanje osnovnih parametara potresa lokalnog područja oko Poligona, što se može vidjeti iz niže prikazanih tehničkih karakteristika uređaja u metodama rada.

Ova Studija prikazuje rezultate rada postaje Slunj tijekom 2020. godine.

## **2. METODE RADA**

Odmah po početku istraživanja 2006. godine Seizmološka postaja Slunj opremljena je digitalnim mjernim sustavom engleskog proizvođača Güralp Systems Ltd. Redovnim održavanjem i uz manje izmjene ista oprema se i danas nalazi na postaji. Postaja se na zahtjev MORH-a sa početne lokacije Čatrnja premjestila na lokaciju Kuranov vrh gdje je i danas, ali oprema se nije mijenjala, tj. cijelo vrijeme je praćena širokopojasnim trokomponentnim seismometrom. Baš kao i prethodnih godina i ove, 2020. godine, postaja je locirana na Kuranovom vrhu.

Tijekom ovog promatranog razdoblja (od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine) na postaji je bio postavljen širokopojasni trokomponentni seismometar tipa *CMG-3ESP*, 24-bitni analogno-digitalni (AD) pretvornik tipa *CMG-DM24 S3* te GPS (Global Positioning System) vremenski modul.

Navedeni model seismometra ima ukupno tri senzora, od kojih je jedan vertikalni (Z) i dva horizontalna senzora (N-S, E-W) koji su međusobno okomiti s točnošću većom od 0.1 stupnja. Navedenim razmještajem senzora omogućeno je istovremeno mjerjenje gibanja tla u smjerovima gore-dolje (Z), sjever-jug (N-S) i istok-zapad (E-W). Instrument radi po principu naponske vase, koristeći silu povratne sveze za uravnoteženje mase njihala za vrijeme gibanja uzrokovani potresom. Time je u području frekvencija od 0.03 do 50 Hz postignut ravan frekvencijski odziv instrumenta u odnosu na brzinu gibanja tla. Dakle, instrument frekventno prekriva gotovo cijelo područje gibanja tla izazvanog potresima i k tome bilježi sve tri prostorne komponente gibanja istovremeno. Linearnost je zadovoljena u području preko 100 dB, a dinamički raspon veći je od 140 dB.

Tri senzora seismometra kao izlazni signal daju električni napon koji je proporcionalan brzini gibanja tla. Zatim se analogni signal digitalizira pomoću 24-bitnog trokanalnog AD pretvornika. Vremenski niz mjerenih podataka uzorkovan je s frekvencijom uzorkovanja od 50 Hz, dok je za vrijeme potresa („trigger“ mod) frekvencija uzorkovanja postavljena na 200 Hz što omogućuje prikupljanje većeg broja podataka za analizu. Na AD pretvornik priključen je GPS prijemnik koji daje vremensku bazu pomoću koje pripadni mikroprocesor u pretvorniku svakom

pojedinom uzorku iz vremenskog niza mjerениh podataka pridjeljuje točno vrijeme. Upareni podaci o gibanju tla i točnom vremenu spremni su za pohranu na računalu, šalju se sustavom podatkovne veze u centar u Zagrebu, te su spremni za daljnju računalnu obradu.

Osim navedenih instrumenata, kako bi se osigurao nesmetani rad postaje u što dužem vremenskom razdoblju, na postaji je postavljen još i sustav autonomnog napajanja koji omogućuje rad opreme u slučaju nestanka električne energije (npr. zbog udara groma, radova na održavanju mreže i sl.). Time je osiguran neprekidni rad instrumenta kroz razdoblje od nekoliko dana. Nakon povratka električne energije kao izvor napajanja ponovno se koristi javna elektronaponska mreža.

Satelitskim sustavom podatkovne veze osiguran je prijenos podataka u približno realnom vremenu u centar za obradu seismoloških podataka koji se nalazi na Geofizičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu. Na taj način se osigurava bolja kontrola rada seismološke postaje Slunj, trenutni uvid u probleme u protoku podataka, kao i rana detekcija kvara postaje, što značajno skraćuje vrijeme reakcije na eventualne probleme u radu postaje.

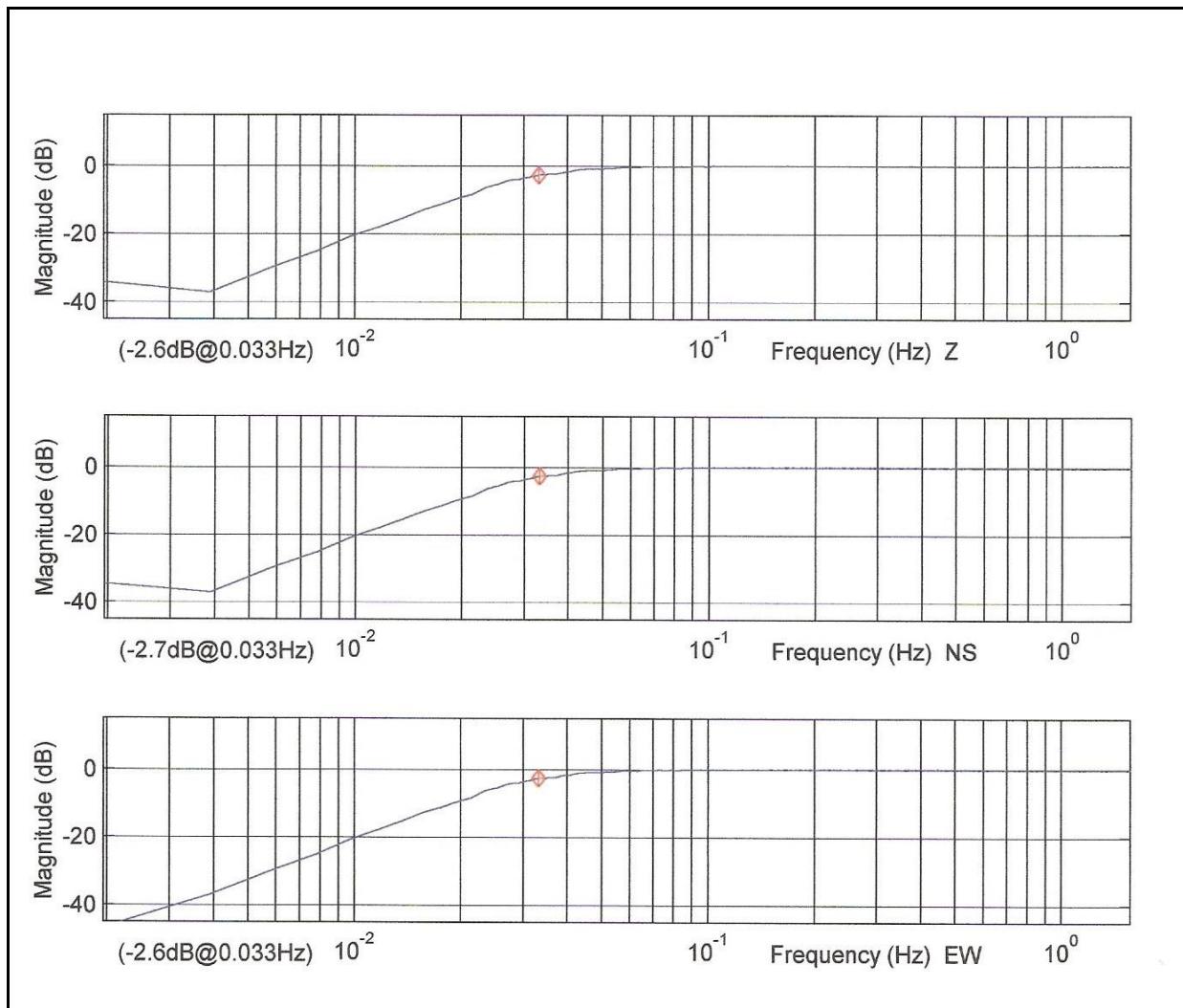
Prikupljeni digitalni zapisi seismograma seismološke postaje Slunj analiziraju se od strane seismologa programom SANDI2 koji je u tu svrhu razvijen na Geofizičkom zavodu. Kao što je već navedeno, točno vrijeme se pomoću GPS prijamnika kontinuirano uskladjuje, a nastupna vremena su mjerena točno do na 0.001 s.

Iz podataka sa postaje Slunj i ostalih postaja seismološke mreže Republike Hrvatske (po potrebi i šire okolice, tj. podataka iz okolnih zemalja) određuju se osnovni parametri potresa. To su redom: koordinate epicentra, dubina žarišta, vrijeme nastanka potresa. Navedeni osnovni parametri potresa izračunati su HYPOSEARCH programom (Herak, 1989), pri čemu su uz registraciju seismografa na Poligonu, korišteni podaci stalnih i privremenih seismoloških postaja na području Republike Hrvatske, kao i svi dostupni podaci postaja iz susjednih i drugih država.

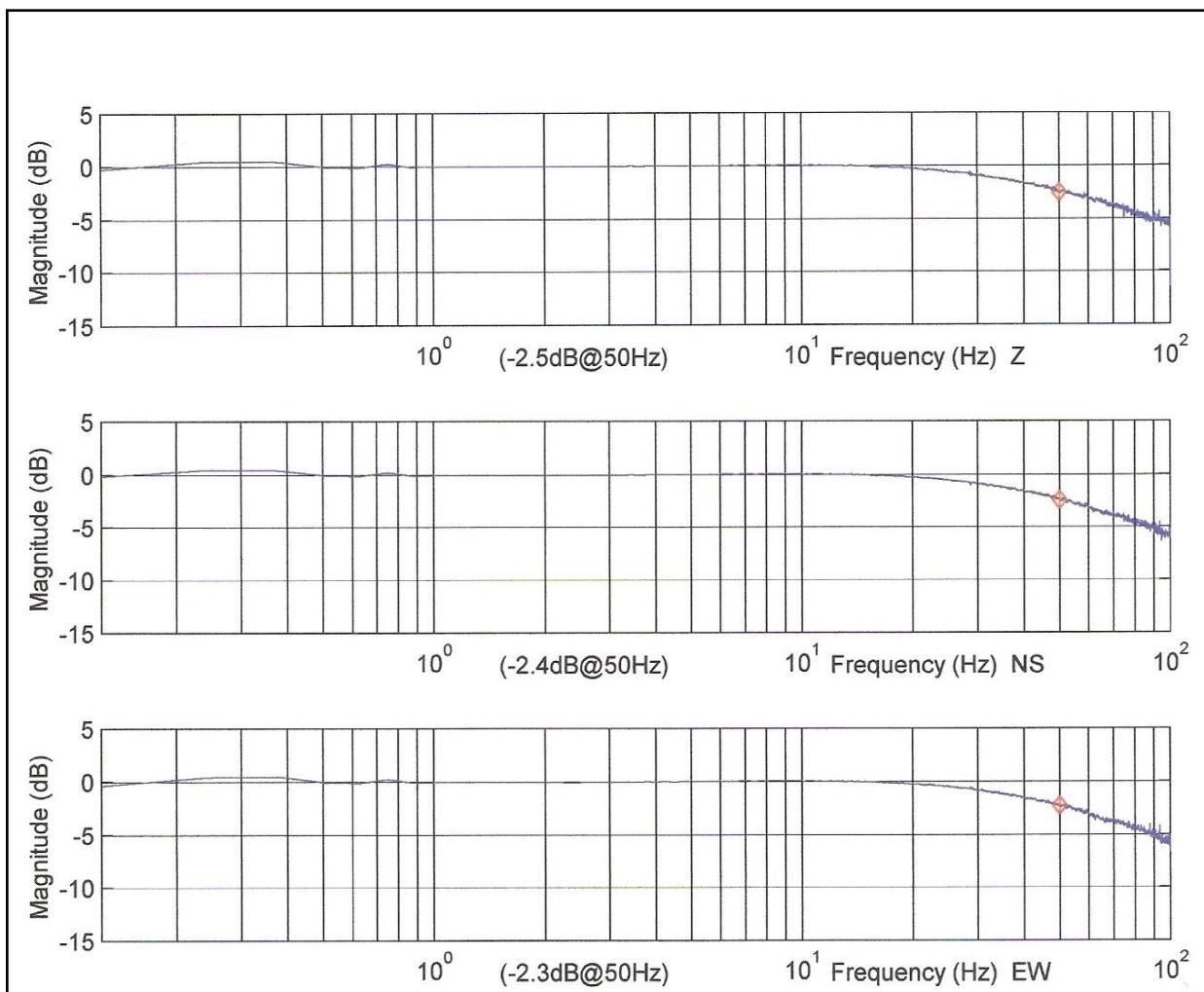
Kao što je već spomenuto, na zahtjev MORH-a, 2011. godine izvršeno je izmještanje postaje s dotadašnje lokacije (Čatrnja) na novu lokaciju (Kuranov vrh), gdje se i trenutno nalazi.

Do 2011. godine za potrebe istraživanja lokalne seizmičnosti Poligona radila je i seismološka postaja Kukača. Prestankom rada te postaje smanjena je kvaliteta i mogućnost detaljnijeg izučavanja lokalne seizmičnosti Poligona.

Na temelju maksimalne amplitude brzine osciliranja tla određuje se magnituda potresa. Maksimalna amplituda brzine osciliranja tla određuje se iz zapisa registracije potresa pa je nužno poznavati značajke seismometra za svaki period osciliranja tla (tj. povećanje seismometra). Takva frekventna karakteristika, definirana kao ovisnost odnosa registrirane amplitude i amplitude brzine gibanja tla o pripadnoj frekvenciji, prikazana je krivuljom dinamičkog povećanja instrumenta u odnosu na brzinu. Zbog velike dinamike digitalnog mjernog sustava postavljenog na postaji Slunj, krivulja dinamičkog povećanja instrumenta u odnosu na brzinu prikazana je u logaritamskom mjerilu. Uobičajena je praksa zasebno prikazati niskofrekventni i visokofrekventni dio te krivulje zbog širokog pojasa frekvencija unutar kojeg seismometar može registrirati gibanje tla. Prikazana je krivulja dinamičkog povećanja u odnosu na brzinu seismometra postavljenog na seismološkoj postaji Slunj (slike 2.1.a. i 2.1.b.).



**Slika 2.1.a.** Krivulja dinamičkog povećanja u odnosu na brzinu u niskofrekventnom području za seismometar postavljen na seizmološkoj postaji Slunj na vojnom poligonu „Eugen Kvaternik”.



**Slika 2.1.b.** Krivulja dinamičkog povećanja u odnosu na brzinu u visokofrekventnom području za seizmometar postavljen na seismološkoj postaji Slunj na vojnom poligonu „Eugen Kvaternik”.

Kao i većina ostalih seismoloških instrumenata, tako je i instrument postavljen na seismološkoj postaji Slunj namijenjen radu u terenskim uvjetima. Iako se radi o uređaju koji zahtjeva vrlo malo održavanja, za uredan i kvalitetan rad nužan je obilazak, kontrola ispravnosti rada i umjeravanje seismometra od strane stručnih osoba, što je redovito obavljano i 2020. godine. Umjeravanje je provedeno korištenjem pomoću dvije metode: metode simulacije potresa sinusnom strujom iz AD pretvornika (Willmore, 1959) i metode primjene funkcije skoka akceleracije na njihalo seismometra (Wielandt, 2002).

### **3. REZULTATI RADA**

Prateći protekli rad postaje, i ove godine su od prikupljenih i lociranih potresa tijekom 2020. godine, izdvojeni potresi locirani unutar kruga radiusa 100 km oko seizmološke postaje Slunj (u dalnjem tekstu samo Slunj). Navedeni potresi nalaze se u Katalogu potresa Hrvatske i susjednih područja za 2020. godinu, koji je sačinjen na temelju zapisa seismografa Slunj (smještenog unutar Poligona na Kuranovom vrhu) te ostalih naših i inozemnih seizmoloških postaja. Kao i u prethodnim studijama, izvršena je podjela lociranih potresa prema epicentralnim udaljenostima na dvije grupe. **Bliži lokalni** potresi do 50 km epicentralne udaljenosti čine prvu grupu, dok drugu grupu čine **dalji lokalni** potresi od 50 do 100 km epicentralne udaljenosti.

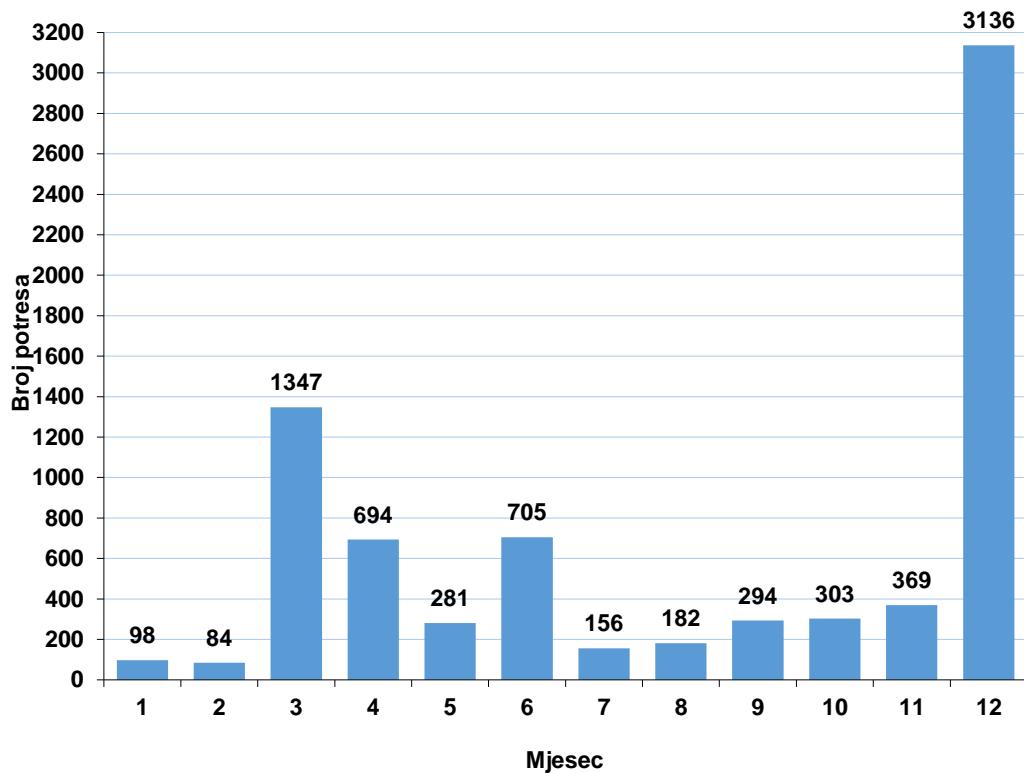
Tijekom 2020. godine unutar kruga radiusa 100 km oko Slunja locirano je sveukupno **7649** potresa (2019. godine bilo ih je 1511, ovo povećanje je stoga jer su oba velika potresa u 2020. godini bila unutar kruga radiusa od 100 km od postaje Slunj). Od toga je:

- **352** potresa iz epicentralnih udaljenosti do 50 km (**bliži lokalni potresi**)  
i
- **7297** potresa iz epicentralnih udaljenosti od 50 do 100 km (**dalji lokalni potresi**).

Za dobivanje kvalitetnijeg i temeljitijeg uvida u najosnovnije značajke lokalne seizmičnosti promatranog područja nužno je navedene potrese analizirati, kako s obzirom na vremensku, tako i prostornu raspodjelu.

1. **Mjesečna razdioba čestina potresa** lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine prikazana je u obliku histograma na slici 3.1. Broj potresa lociranih po pojedinim mjesecima varira od 84 potresa, koliko je locirano tijekom veljače do 3136 potresa, koliko je locirano tijekom prosinca. Ove godine mjesečna razdioba potresa je određena serijama nakon jakih potresa u ožujku i prosincu. Seizmička aktivnost bila je raspoređena na razdoblja prije jakih

potresa i razdoblja nakon jakih potresa. Većinom godine dominirala je Zagrebačka serija potresa, međutim, u samo tri dana je Petrinjska serija potresa preuzeila apsolutni primat, rezultirajući gotovo polovinom svih potresa u 2020. godini na promatranom području.



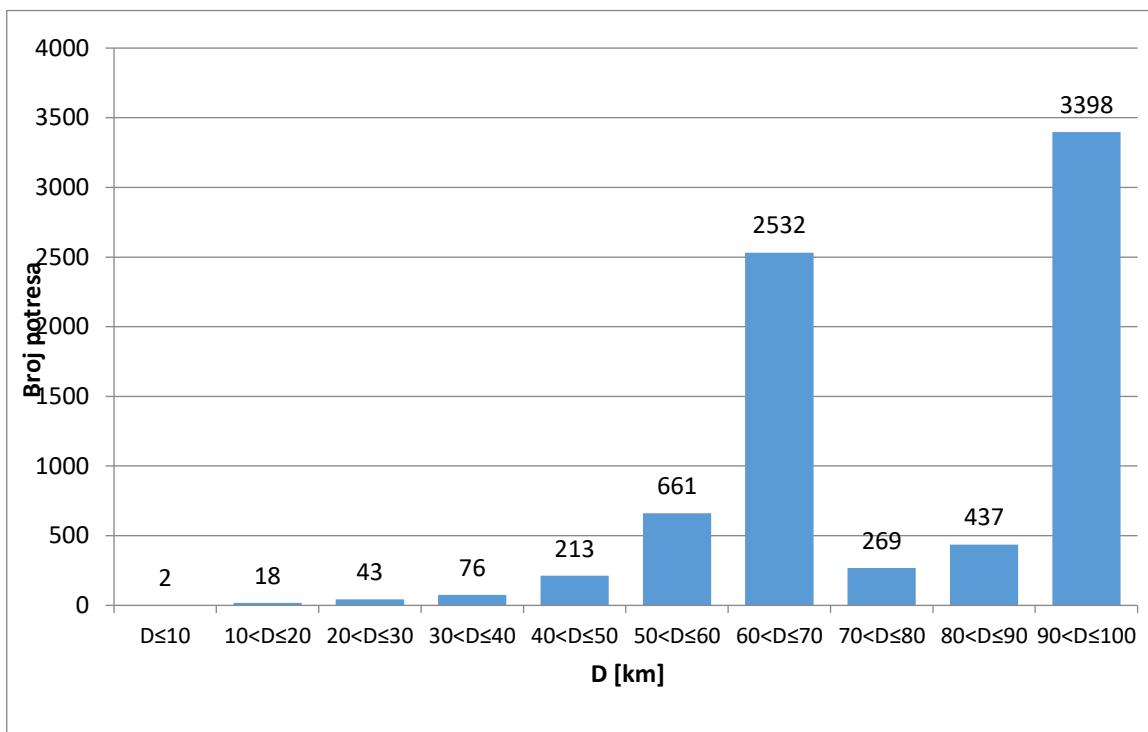
**slika 3.1.** Histogram razdiobe lokalnih potresa po mjesecima iz epicentralnih udaljenosti do 100 km od Slunja, lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine.

Mjesečna razdioba potresa po epicentralnim udaljenostima (bliži i dalji lokalni potresi) prikazana je u tablici 3.1. Kao što je bio slučaj i prethodnih godina uključenih u ovo istraživanje, postoji velika razlika u udjelu bližih i daljih lokalnih potresa u ukupnom broju potresa. Razumljivo, kako je većina potresa bila posljedica serija potresa nakon Zagrebačkog potresa 22. ožujka i Petrinjskog potresa 29. prosinca, unutar udaljenosti od 50-100 km od postaje Slunj.

**Tablica 3.1.** Mjesečna razdioba čestina lokalnih potresa po epicentralnim udaljenostima  $D$  (km) od Slunja, lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2019. godine.

Mjesec	0< $D \leq$ 50	50< $D \leq$ 100	Ukupno
Siječanj	26	72	98
Veljača	11	73	84
Ožujak	21	1326	1347
Travanj	24	670	694
Svibanj	14	267	281
Lipanj	33	672	705
Srpanj	16	140	156
Kolovoz	25	157	182
Rujan	25	269	294
Listopad	20	283	303
Studeni	36	333	369
Prosinac	101	3035	3136
<b>Ukupno</b>	<b>352</b>	<b>7297</b>	<b>7649</b>

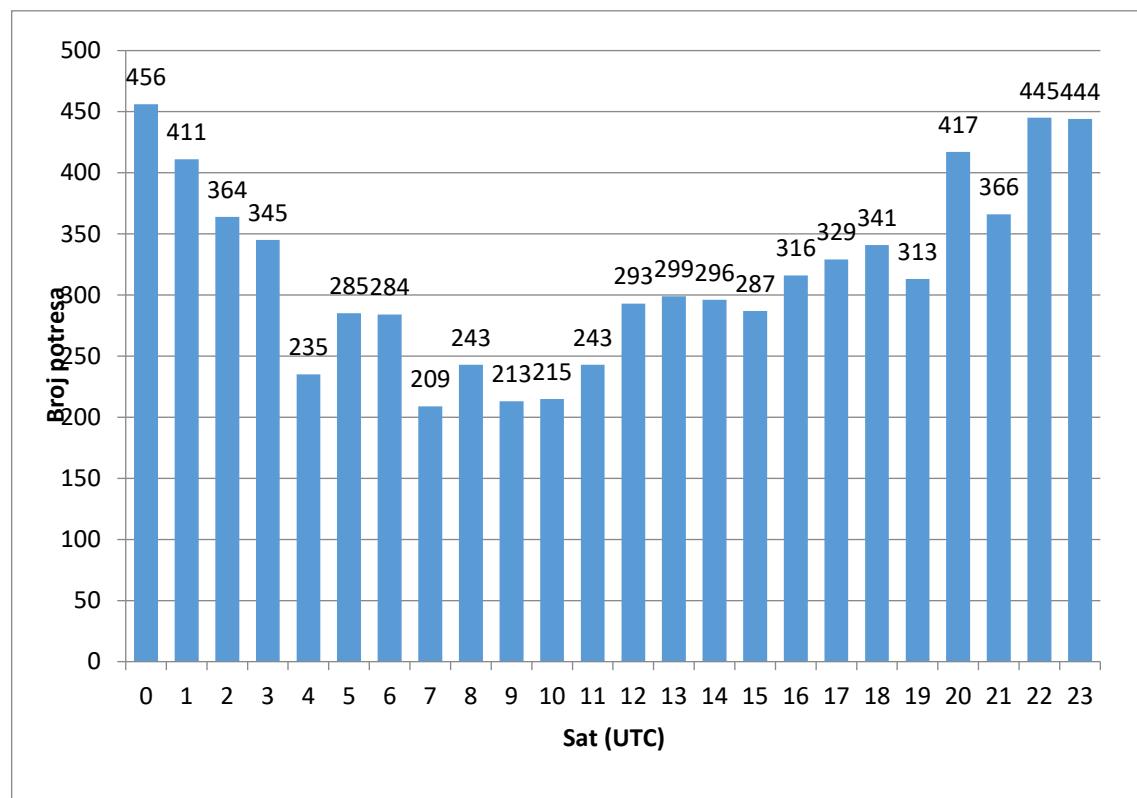
**2. - Histogram čestina potresa** po epicentralnim udaljenostima do 100 km od Slunja, lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine, prikazan je na slici 3.2. Kao širina razreda epicentralnih udaljenosti odabrana je širina od 10 km. Trend općeg porasta broja lociranih potresa unutar razreda kako se udaljujemo od postaje Slunj naročito je izražen ove godine. Ove godine je izuzetno izražena razlika u seizmičkoj aktivnosti prema broju lociranih potresa bližih i daljih epicentralnih udaljenosti kao posljedica serija naknadnih potresa nakon dva jaka potresa 2020. godine, Zagrebačkog potresa od 22. ožujka 2020. i Petrinjskog potresa od 29. prosinca. U području epicentralnih udaljenosti do 50 km locirano je svega 352 potresa, što čini tek 4.6 % od ukupnog broja lociranih potresa. U području epicentralnih udaljenosti od 50 do 100 km locirano je 7297 potresa, što čini 95.4 % od ukupnog broja potresa.



**Slika 3.2.** Histogram čestina potresa po epicentralnim udaljenostima do 100 km od Slunja lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine.

**3. - Dnevni hod čestina potresa** lociranih unutar epicentralnih udaljenosti do 100 km od Slunja, u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine prikazan je na slici 3.3. Dnevni hod čestina potresa daje korisne informacije o mogućim umjetno izazvanim potresima (eksplozijama). Takve umjetne potrese potrebno je prepoznati i izdvojiti prije provođenja analize kako bi se stekao što kvalitetniji uvid u stvarnu seizmičnost promatranog područja. Eksplozije uzrokuju slabe potrese čiji su seizmogrami slični seismogramima prirodnih potresa. Međutim, eksplozije je moguće razlikovati od prirodnih potresa na temelju analize prvih pomaka, ali samo ako ih je zabilježio veći broj seismografa raspoređenih ravnomjerno u sva četiri kvadranta oko mjesta gdje se događaju. Zbog prerijetke mreže seismografa i činjenice kako se radi o slabim potresima, eksplozije najčešće ne registrira dovoljan broj seismoloških postaja da bi ih se sa sigurnošću moglo identificirati. Stoga povećanje broja lociranih potresa tijekom dana često može biti posljedica krive interpretacije eksplozija kao potresa. S druge pak strane, ako su

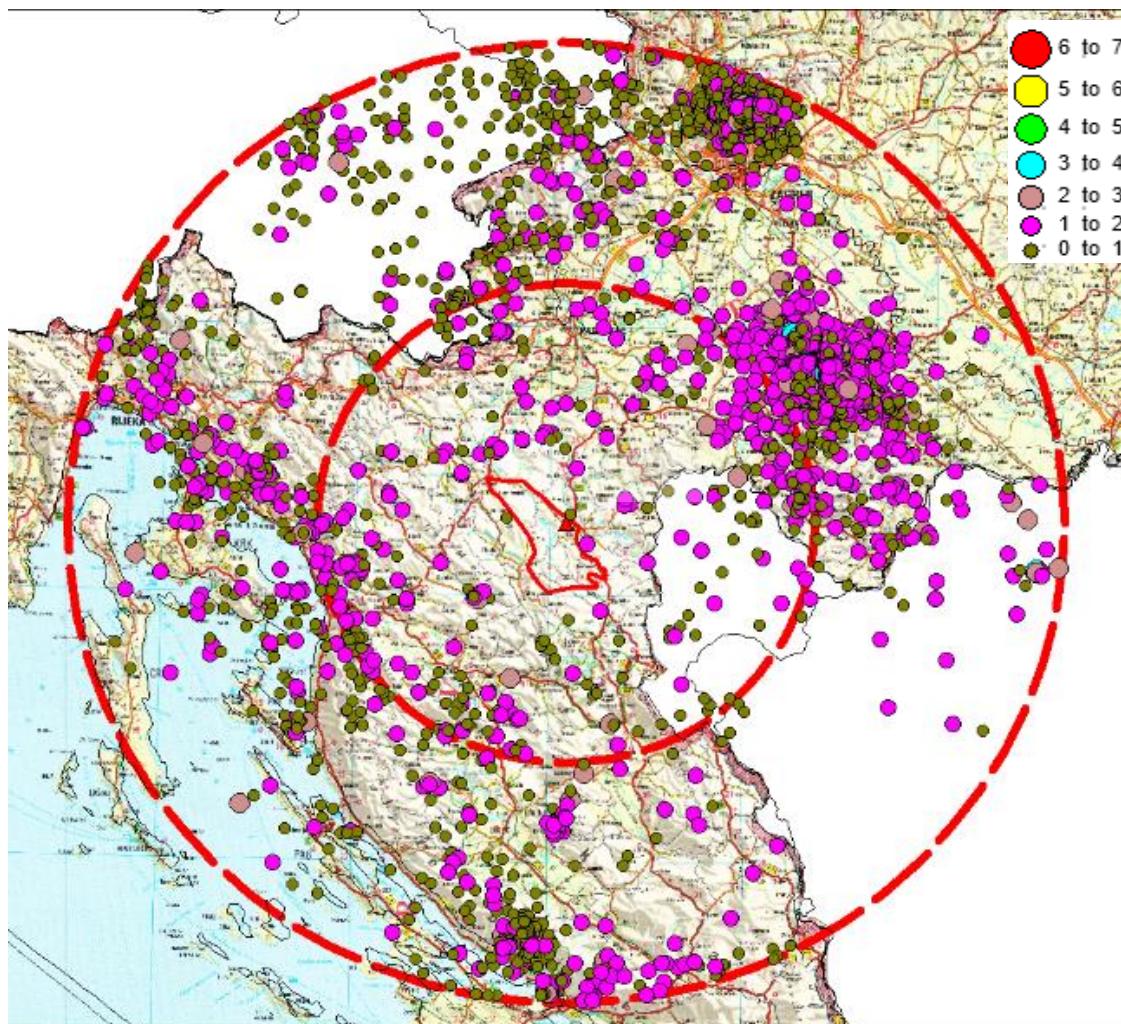
žarišta potresa plitka, relativno blizu seismografa i malih magnituda, to može ukazivati na njihovo umjetno porijeklo.



**Slika 3.3.** Dnevni hod čestina lokalnih potresa iz epicentralnih udaljenosti do 100 km od Slunja lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine.

Iz dnevnog hoda čestina potresa lociranih tijekom 2020. godine (slika 3.3.) vidljivo je da je broj lociranih potresa ujednačen kroz cijeli dan, uz manja odstupanja. Tijekom noćnih sati maksimalan broj potresa zabilježen je od 20 do 3 sata (ukupno 3248 potresa – 42.5% svih potresa).

**4. - Karta epicentara potresa lociranih unutar kruga radijusa 100 km od Slunja u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine prikazana je na slici 3.4.**



**Slika 3.4.** Karta epicentara potresa lociranih unutar kruga radijusa 100 km od Slunja u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine. Seizmološka postaja Slunj označena je crvenim trokutom. Granice poligona OS RH „Eugen Kvaternik“ Slunj iscrtane su crvenom tankom linijom. Crvene kružnice odgovaraju kružnicama radijusa 50 i 100 km od seizmološke postaje Slunj.

Karta predstavlja detaljni prikaz prostorne razdiobe epicentara potresa i na njoj se uočavaju područja na kojima se dogodila većina potresa tijekom 2020.

godine. Ta područja obuhvaćaju područje Sjevernog Jadrana i Sjevernog Velebita između Rijeke i Senja (uključujući otok Krk), zatim područje Siska, Zrinske Gore te šire područje Novog Mesta u Sloveniji (izraženo kod Črnomelja, Metlike i Brežica), Žumberak, Medvednicu i šиру okolicu Zagreba. Najjači potres koji se dogodio unutar kruga radiusa 100 km od Slunja tijekom 2020. godine bio je magnitude  $M = 6.2$ , s epicentrom lociranim u blizini Petrinje. Drugi najjači je bio potres magnitude  $M = 5.5$ , s epicentrom u Zagrebu.

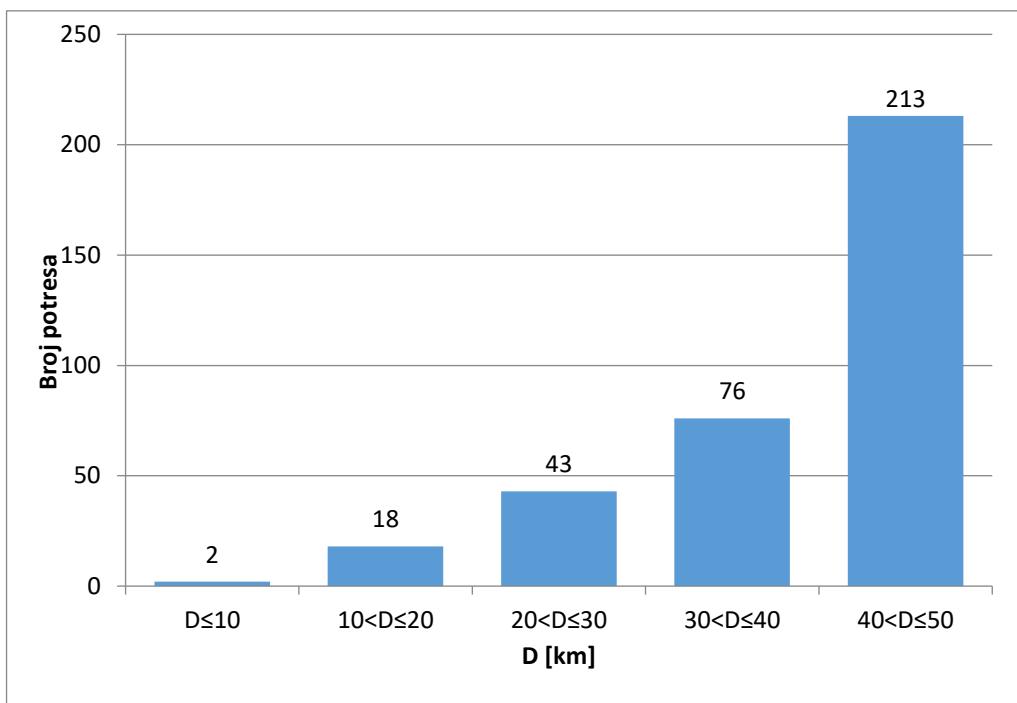
Tijekom 2020. godine dogodilo se ukupno 11 potresa magnitude veće od 4.0. Sve navodimo ispod prema magnitudi:

- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 19^{min} 53.7^s$  (UTC), magnitude  $M = 6.2$ , epicentralne udaljenosti 61 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.417^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.203^\circ\text{E}$ . To je ujedno i najjači potres tijekom 2019. godine u krugu od 100 km od postaje Slunj.
- 22. ožujka 2020. godine u  $05^h 24^{min} 2.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 5.5$ , epicentralne udaljenosti 92 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.876^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.023^\circ\text{E}$ ,
- 28. prosinca 2020. godine u  $05^h 28^{min} 6.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 5.0$ , epicentralne udaljenosti 62 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.417^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.219^\circ\text{E}$ ,
- 22. ožujka 2020. godine u  $06^h 01^{min} 19.3^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.7$ , epicentralne udaljenosti 92 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.876^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.024^\circ\text{E}$ ,
- 01. studenog 2020. godine u  $13^h 15^{min} 41.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.7$ , epicentralne udaljenosti 87 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 44.339^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.452^\circ\text{E}$ ,
- 30. prosinca 2020. godine u  $05^h 15^{min} 4.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.7$ , epicentralne udaljenosti 61 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.441^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.176^\circ\text{E}$ ,

- 29. prosinca 2020. godine u  $11^{\text{h}} 23^{\text{min}} 46.5^{\text{s}}$  (UTC), magnitude  $M = 4.6$ , epicentralne udaljenosti 61 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.444^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 16.178^{\circ}\text{E}$ ,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^{\text{h}} 22^{\text{min}} 36.8^{\text{s}}$  (UTC), magnitude  $M = 4.5$ , epicentralne udaljenosti 59 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.419^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 16.174^{\circ}\text{E}$ ,
- 30. prosinca 2020. godine u  $05^{\text{h}} 26^{\text{min}} 40.2^{\text{s}}$  (UTC), magnitude  $M = 4.4$ , epicentralne udaljenosti 61 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.438^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 16.180^{\circ}\text{E}$ ,
- 28. prosinca 2020. godine u  $06^{\text{h}} 49^{\text{min}} 55.5^{\text{s}}$  (UTC), magnitude  $M = 4.4$ , epicentralne udaljenosti 62 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.413^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 16.218^{\circ}\text{E}$ ,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^{\text{h}} 25^{\text{min}} 38.4^{\text{s}}$  (UTC), magnitude  $M = 4.1$ , epicentralne udaljenosti 61 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.454^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 16.159^{\circ}\text{E}$ .

### **3.1. Potresi epicentralnih udaljenosti do 50 km od Slunja**

Od ukupno 7649 potresa lociranih tijekom 2020. godine unutar kruga radijusa 100 km od Slunja, njih 352 (4,6 %) bilo je iz područja epicentralnih udaljenosti do 50 km. Histogram čestina tih potresa prema epicentralnim udaljenostima prikazan je na slici 3.5.



**Slika 3.5.** Histogram čestina potresa po epicentralnim udaljenostima do 50 km od Slunja lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine.

Seizmička aktivnost prema broju lociranih potresa vrlo je slabo izražena unutar područja epicentralnih udaljenosti do 20 km, te postaje sve izraženija kako razredi obuhvaćaju veće epicentralne udaljenosti, što je bio slučaj i prethodnih godina uključenih u ovo istraživanje. Više od polovine svih potresa lociranih unutar kruga radijusa 50 km od Slunja (točnije, 61%) locirano je unutar područja epicentralnih udaljenosti od 40 do 50 km, njih 213.

U okolini Ogulina tijekom 2020. godine lociran je 21 potres, s najjačim potresom magnitudo 1.8 po Richteru. Navedeni potres dogodio se

- 31. siječnja 2020. godine u  $23^{\text{h}} 11^{\text{min}} 19.9^{\text{s}}$  (UTC), magnitudo  $M = 1.8$ , epicentralne udaljenosti 22 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.251^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 15.324^{\circ}\text{E}$ .

Na području Velike i Male Kapele dogodilo se 37 potresa. Najjači potres imao je magnitudu  $M = 2.2$ , i dogodio se:

- 17. rujna 2020. godine u  $20^h\ 40^{\text{min}}\ 43.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , epicentralne udaljenosti 24 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 44.980^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.316^\circ\text{E}$ .

Na području od Ribičkog bila preko Brinja do Otočca pa do Kosinja, dogodilo se ukupno 85 potresa, a najjači je bio:

- 20. travnja 2020. godine u  $19^h\ 17^{\text{min}}\ 37.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , epicentralne udaljenosti 34 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 44.833^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.396^\circ\text{E}$ .

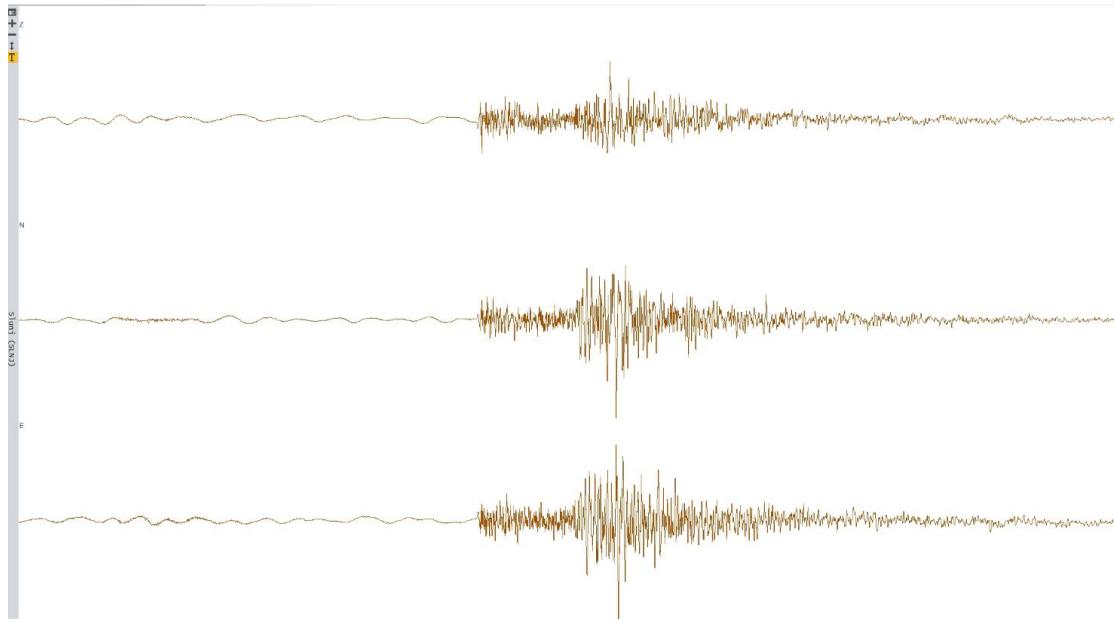
Šire Karlovačko područje bilježi 65 potresa, od kojih je najjači potres:

- 06. listopada 2020. godine u  $19^h\ 45^{\text{min}}\ 21.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , epicentralne udaljenosti 45 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.456^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.861^\circ\text{E}$ .

Područje Zrinske i Petrove gore bilježi 109 potresa, s najjačim potresom koji se dogodio

- 31. prosinca 2020. godine u  $20^h\ 00^{\text{min}}\ 50.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.8$ , epicentralne udaljenosti 46 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.154^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.127^\circ\text{E}$ . Ovo je ujedno i najjači bliži potres postaji Slunj u 2020. godini.

Kao seizmički najaktivnije područje unutar kruga radijusa 50 km od Slunja izdvaja se područje koje obuhvaća Zrinsku i Petrovu goru, što je posljedica serije naknadnih potresa nakon razornog potresa koji je pogodio Petrinju 29. prosinca 2020. godine. Navedena serija će i sljedeće godine imati dominantan utjecaj na seizmičnost promatranog područja. Unutar navedenog područja locirano je 109 svih potresa lociranih unutar promatranog područja epicentralnih udaljenosti. Najjači potres zabilježen u ovom području imao je magnitudu 2.8 prema Richteru. Također, na ovom području je bilo ukupno 9 potresa magnitude veće ili jednake 2.0.



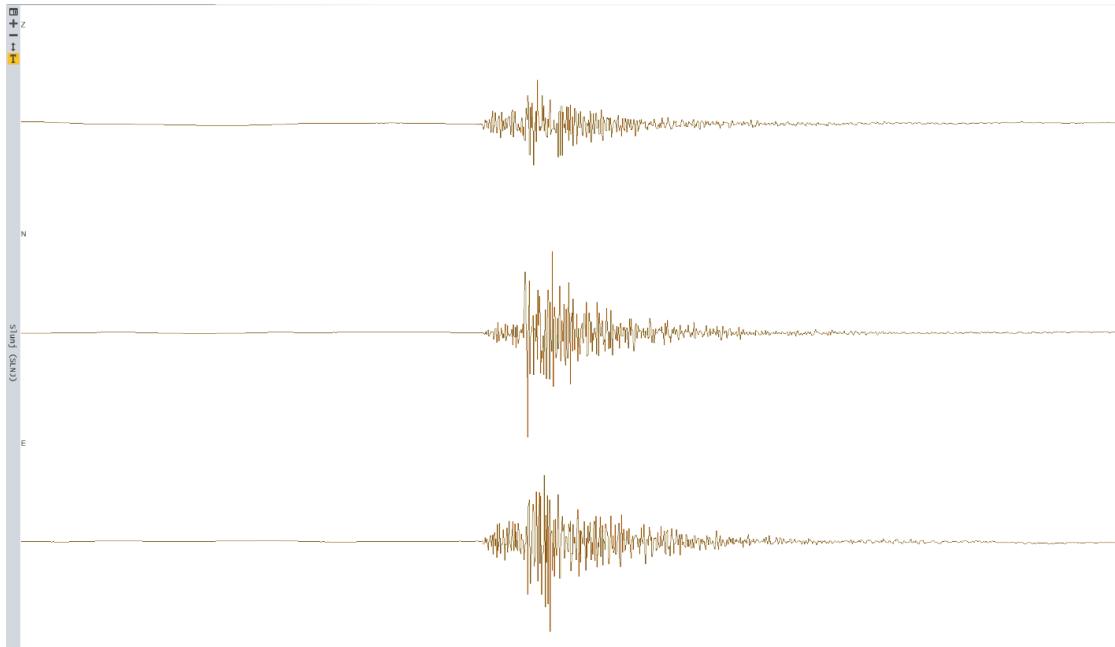
**Slika 3.6.** Seizmogram potresa magnitude  $M = 2.8$  koji se dogodio 31. prosinca 2020. godine u  $20^h 00^{\text{min}} 50.1^s$  (UTC), epicentralne udaljenosti  $D = 46$  km od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.154^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.127^\circ\text{E}$ , zabilježen na seizmološkoj postaji Slunj.

Izdvajanjem potresa s najvećim magnitudama stječe se uvid u energetske značajke seizmičnosti promatranog područja. Izdvojeni su potresi s magnitudom većom ili jednakom 2.0. Tijekom 2020. godine od ukupno 352 lociranih potresa unutar kruga radiusa 50 km oko Slunja dogodilo se dvanaest takvih potresa i navodimo ih kronološkim redom:

- 03. veljače 2020. godine u  $09^h 25^{\text{min}} 46.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.3$ , epicentralne udaljenosti 48 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.183^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.149^\circ\text{E}$ ,
- 19. veljače 2020. godine u  $12^h 06^{\text{min}} 30.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , epicentralne udaljenosti 43 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 44.746^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.652^\circ\text{E}$ ,
- 20. travnja 2020. godine u  $19^h 17^{\text{min}} 37.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , epicentralne udaljenosti 34 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 44.833^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.396^\circ\text{E}$ ,

- 23. kolovoza 2020. godine u  $17^h\ 03^{\text{min}}\ 52.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.8$ , epicentralne udaljenosti 44 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.232^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.081^\circ\text{E}$ ,
- 01. rujna 2020. godine u  $17^h\ 39^{\text{min}}\ 33.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.6$ , epicentralne udaljenosti 44 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.256^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.078^\circ\text{E}$ ,
- 17. rujna 2020. godine u  $20^h\ 40^{\text{min}}\ 43.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , epicentralne udaljenosti 24 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 44.980^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.316^\circ\text{E}$ ,
- 06. listopada 2020. godine u  $19^h\ 45^{\text{min}}\ 21.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , epicentralne udaljenosti 45 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.456^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.861^\circ\text{E}$ ,
- 29. prosinca 2020. godine u  $13^h\ 34^{\text{min}}\ 31.3^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.1$ , epicentralne udaljenosti 47 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.352^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.040^\circ\text{E}$ ,
- 30. prosinca 2020. godine u  $06^h\ 57^{\text{min}}\ 55.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.1$ , epicentralne udaljenosti 36 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.208^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.988^\circ\text{E}$ ,
- 31. prosinca 2020. godine u  $15^h\ 53^{\text{min}}\ 40.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.1$ , epicentralne udaljenosti 35 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.305^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.908^\circ\text{E}$ ,
- 31. prosinca 2020. godine u  $19^h\ 59^{\text{min}}\ 59.7^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.4$ , epicentralne udaljenosti 47 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.149^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.148^\circ\text{E}$ ,
- 31. prosinca 2020. godine u  $20^h\ 00^{\text{min}}\ 50.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.8$ , epicentralne udaljenosti 46 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.154^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.127^\circ\text{E}$ .

Najближи потрес postoji Slunj dogodio se 09. studenog 2020. godine u  $20^h\ 46^{\text{min}}\ 34.7^s$  (UTC), na epicentralnoj udaljenosti od 2.2 km sjeverno od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.139^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.555^\circ\text{E}$ . Potres je imao malu magnitudu  $M = 0.6$ .

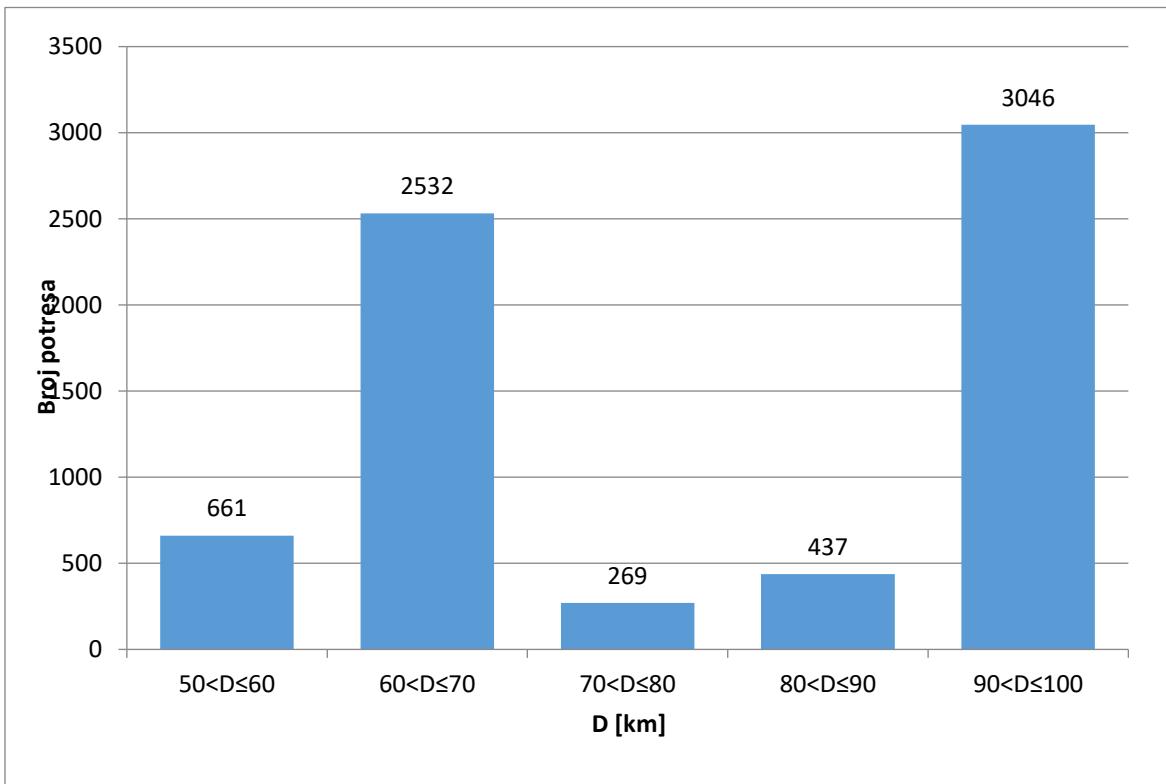


**Slika 3.7.** Seizmogram potresa magnitude  $M = 0.6$  koji se dogodio 09. studenog 2020. godine u  $20^h 46^{min} 34.7^s$  (UTC), na epicentralnoj udaljenosti od 2.2 km sjeverno od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.139^\circ N$  i  $\lambda = 15.555^\circ E$ , zabilježen na seizmološkoj postaji Slunj.

S obzirom na energetsку karakteristiku seizmičnosti promatranog područja unutar kruga radijusa 50 km od Slunja, tijekom 2020. godine zabilježeno je usporedivo potresa magnitude veće ili jednake 2.0 s razdobljem 2019. godine.

### 3.2. Potresi epicentralnih udaljenosti od 50 do 100 km od Slunja

Od ukupno 7649 potresa koji su locirani na cjelokupnom analiziranom području u 2020. godini, njih 7297, odnosno 95.4%, pripada grupi daljih lokalnih potresa čija je epicentralna udaljenost između 50 i 100 km od Slunja. Na slici 3.8 prikazan je histogram čestina tih potresa s obzirom na epicentralnu udaljenost.

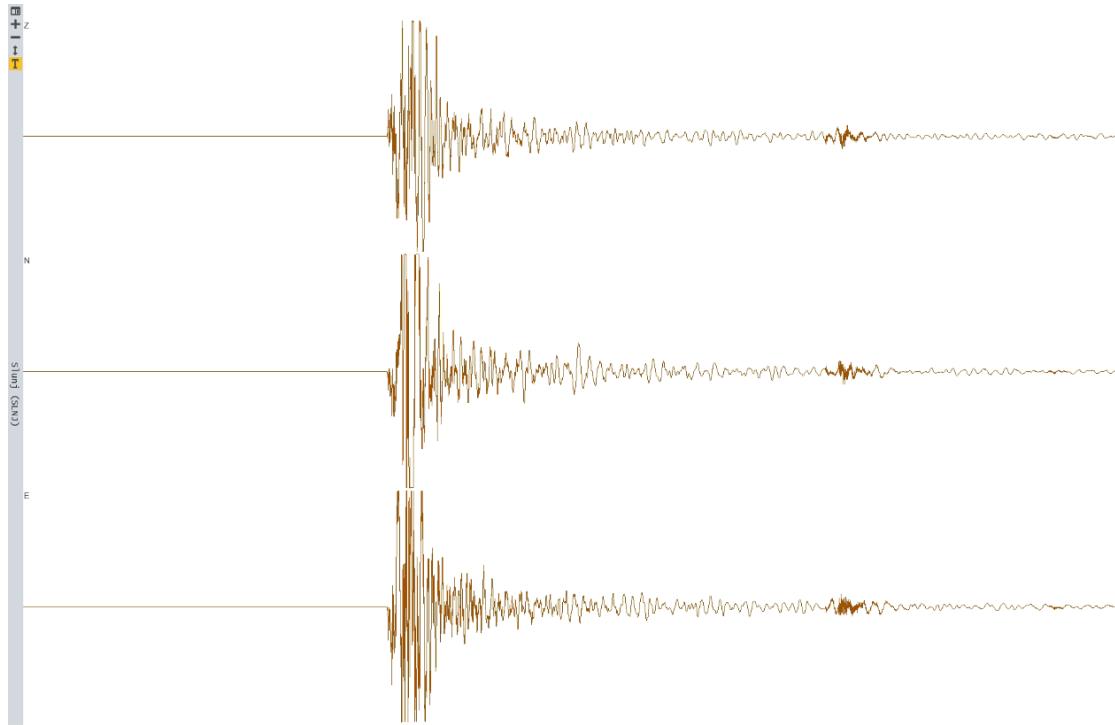


**Slika 3.8.** Histogram čestina potresa po epicentralnim udaljenostima  $D$  (km) od 50 do 100 km od Slunja lociranih u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine.

Za razliku od istraživanja proteklih godina, kada je seizmička aktivnost prema broju lociranih potresa postajala sve izraženija kako su razredi obuhvaćali veće epicentralne udaljenosti, ove godine vidljiva je jasna podjela na razrede udaljenosti 60-70 km (Petrinjska serija potresa) i 90-100 km (Zagrebačka serija potresa).

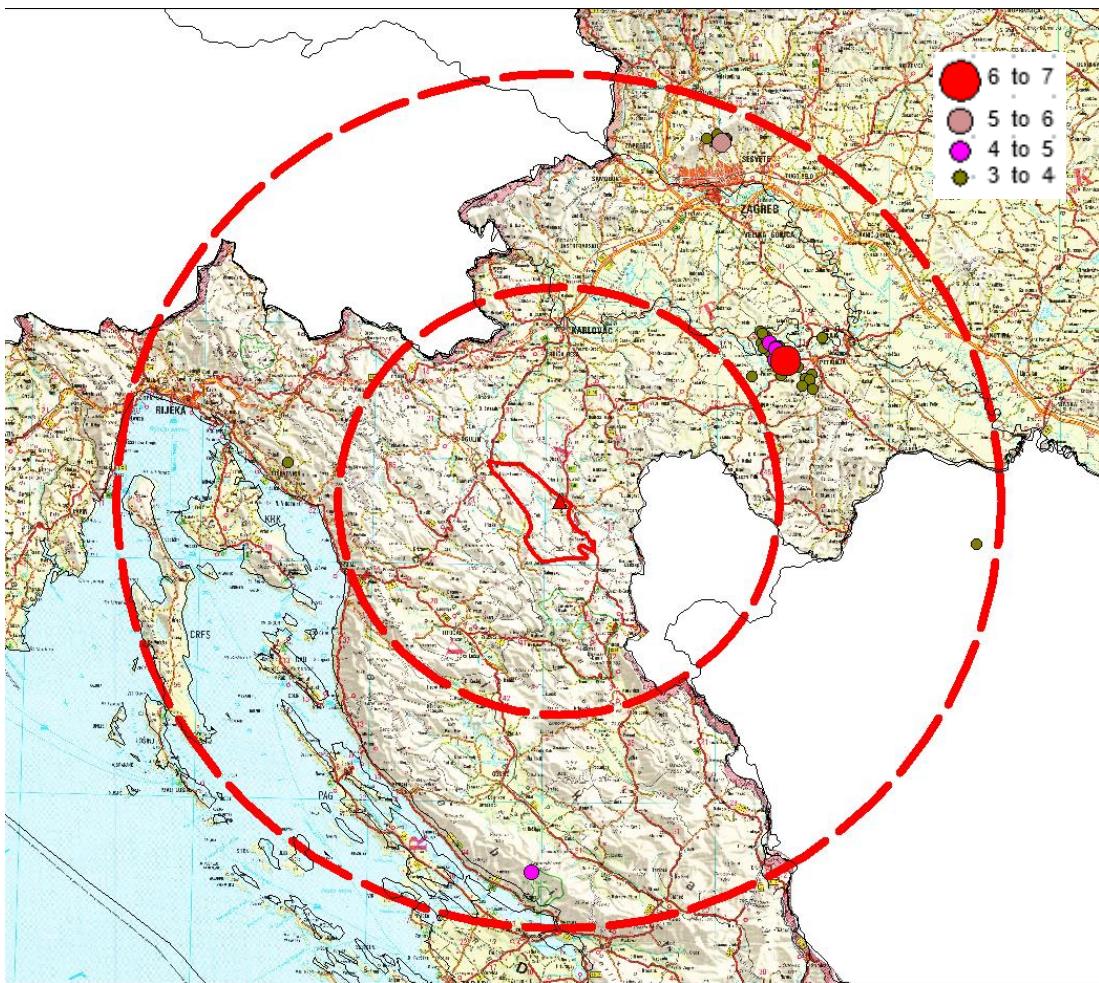
Promatrajući kartu prostorne raspodjele potresa na slici 3.4, kao seizmički najaktivnija ističu se sljedeća područja: područje Medvednice i područje Petrinje. Najjači dalji lokalni potres bio je magnitude 6.2 i dogodio se 29. prosinca 2020. godine u  $11^{\text{h}} 19^{\text{min}} 53.7^{\text{s}}$  (UTC) u blizini Petrinje, na epicentralnoj udaljenosti od

61 km sjeveroistočno od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.417^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.203^\circ\text{E}$ . Seizmogram navedenog potresa zabilježenog na seizmološkoj postaji Slunj prikazan je na slici 3.9.



**Slika 3.9.** *Seizmogram najjačeg daljeg lokalnog potresa magnitude  $M = 6.2$  koji se dogodio 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 19^{min} 53.7^s$  (UTC), epicentralne udaljenosti  $D = 61$  km sjeveroistočno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.417^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.203^\circ\text{E}$ , zabilježen na seizmološkoj postaji Slunj.*

Kako bismo stekli uvid u energetske značajke seizmičnosti promatranog područja, izdvajamo potrese s najvećim magnitudama. Izdvojeni su potresi s magnitudom većom ili jednakom 2.0. Tijekom 2020. godine od ukupno 7297 daljih lociranih potresa dogodio se ukupno 579 potresa magnitude veće ili jednake 2.0. Kako bi izlistavanje svih ovih potresa prešlo opseg ove studije, pogledat ćemo potrese magnitude veće ili jednake 3.0. Takvih potresa je bilo 65 tijekom 2020. godine i vezani su uz serije jakih potresa u 2020. godini. U sljedećim odlomcima navest ćemo ih sukladno područjima u kojima su se dogodili.



**Slika 3.10.** Karta epicentara potresa lociranih unutar kruga radijusa 100 km od Slunja u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2020. godine. Seizmološka postaja Slunj označena je crvenim trokutom. Granice poligona OS RH „Eugen Kvaternik“ Slunj iscrtane su crvenom tankom linijom. Crvene kružnice odgovaraju kružnicama radijusa 50 i 100 km od seizmološke postaje Slunj. Prikazani su samo potresi magnitude 3.0 po Richteru i veće.

U području Medvednice, locirano je devet potresa magnitude veće ili jednake 3.0, i to redom:

- 22. ožujka 2020. godine u  $05^h 24^{min} 2.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 5.5$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.876^\circ N$  i  $\lambda = 16.023^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 92 km,

- 22. ožujka 2020. godine u  $05^h 29^{min} 34.7^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.2$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.874^\circ N$  i  $\lambda = 16.032^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 92 km,
- 22. ožujka 2020. godine u  $06^h 01^{min} 19.3^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.7$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.876^\circ N$  i  $\lambda = 16.024^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 92 km,
- 22. ožujka 2020. godine u  $06^h 41^{min} 5.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.3$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.886^\circ N$  i  $\lambda = 16.029^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 93 km,
- 22. ožujka 2020. godine u  $08^h 04^{min} 1.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.882^\circ N$  i  $\lambda = 16.038^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 93 km,
- 22. ožujka 2020. godine u  $09^h 11^{min} 56.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.884^\circ N$  i  $\lambda = 16.039^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 93 km,
- 23. ožujka 2020. godine u  $10^h 12^{min} 52.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.880^\circ N$  i  $\lambda = 16.021^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 92 km,
- 24. ožujka 2020. godine u  $19^h 53^{min} 49.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.894^\circ N$  i  $\lambda = 16.012^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 93 km,
- 23. travnja 2020. godine u  $07^h 52^{min} 33.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.885^\circ N$  i  $\lambda = 15.891^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 91 km.

Kod Petrinje, bilježimo 53 potresa magnitude veće ili jednake 3.0 i to:

- 28. prosinca 2020. godine u  $05^h 28^{min} 6.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 5.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.417^\circ N$  i  $\lambda = 16.219^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 28. prosinca 2020. godine u  $06^h 49^{min} 55.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.4$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.413^\circ N$  i  $\lambda = 16.218^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,

- 28. prosinca 2020. godine u  $06^h 51^{min} 27.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.7$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.404^\circ N$  i  $\lambda = 16.241^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 63 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 19^{min} 53.7^s$  (UTC), magnitude  $M = 6.2$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.417^\circ N$  i  $\lambda = 16.203^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 22^{min} 36.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.5$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.419^\circ N$  i  $\lambda = 16.174^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 59 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 23^{min} 46.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.6$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.444^\circ N$  i  $\lambda = 16.178^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 25^{min} 38.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.454^\circ N$  i  $\lambda = 16.159^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 26^{min} 28.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.3$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.448^\circ N$  i  $\lambda = 16.185^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 27^{min} 9.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.3$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.384^\circ N$  i  $\lambda = 16.106^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 53 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 29^{min} 6.3^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.6$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.420^\circ N$  i  $\lambda = 16.198^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 30^{min} 7.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.2$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.449^\circ N$  i  $\lambda = 16.180^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 30^{min} 36.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.409^\circ N$  i  $\lambda = 16.224^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 32^{min} 16.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.423^\circ N$  i  $\lambda = 16.212^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,

- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 36^{min} 22.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.2$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.438^\circ N$  i  $\lambda = 16.207^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 37^{min} 24.9^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.4$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.421^\circ N$  i  $\lambda = 16.198^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 38^{min} 27.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.456^\circ N$  i  $\lambda = 16.157^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 40^{min} 43.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.3$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.462^\circ N$  i  $\lambda = 16.148^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 43^{min} 21.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.379^\circ N$  i  $\lambda = 16.260^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 63 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 43^{min} 36.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.386^\circ N$  i  $\lambda = 16.190^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 58 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 45^{min} 50.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.433^\circ N$  i  $\lambda = 16.222^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 63 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 49^{min} 26.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.3$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.378^\circ N$  i  $\lambda = 16.274^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 64 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 54^{min} 50.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.409^\circ N$  i  $\lambda = 16.220^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $11^h 58^{min} 7.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.416^\circ N$  i  $\lambda = 16.206^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 53 km,
- 12. siječnja 2019. godine u  $3^h 9^{min} 50.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 2.2$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.247^\circ N$  i  $\lambda = 16.173^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,

- 29. prosinca 2020. godine u  $12^h\ 00^{min}\ 7.3^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.6$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.404^\circ N$  i  $\lambda = 16.238^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 63 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $12^h\ 34^{min}\ 42.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.431^\circ N$  i  $\lambda = 16.172^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 60 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $12^h\ 43^{min}\ 12.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.5$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.409^\circ N$  i  $\lambda = 16.204^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $13^h\ 01^{min}\ 31.3^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.2$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.457^\circ N$  i  $\lambda = 16.154^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $13^h\ 27^{min}\ 17.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.433^\circ N$  i  $\lambda = 16.193^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $16^h\ 11^{min}\ 36.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.428^\circ N$  i  $\lambda = 16.194^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $17^h\ 29^{min}\ 4.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.6$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.422^\circ N$  i  $\lambda = 16.166^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 59 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $17^h\ 42^{min}\ 4.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.399^\circ N$  i  $\lambda = 16.216^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $17^h\ 57^{min}\ 32.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.7$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.418^\circ N$  i  $\lambda = 16.187^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 60 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $18^h\ 21^{min}\ 7.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.4$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.468^\circ N$  i  $\lambda = 16.145^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $18^h\ 23^{min}\ 11.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.466^\circ N$  i  $\lambda = 16.310^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 71 km,

- 29. prosinca 2020. godine u  $19^h\ 04^{min}\ 5.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.388^\circ N$  i  $\lambda = 16.280^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 65 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $19^h\ 31^{min}\ 39.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.5$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.419^\circ N$  i  $\lambda = 16.210^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $20^h\ 07^{min}\ 29.9^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.4$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.408^\circ N$  i  $\lambda = 16.219^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 29. prosinca 2020. godine u  $20^h\ 23^{min}\ 30.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.2$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.404^\circ N$  i  $\lambda = 16.207^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $01^h\ 07^{min}\ 21.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.403^\circ N$  i  $\lambda = 16.215^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $03^h\ 14^{min}\ 7.0^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.1$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.403^\circ N$  i  $\lambda = 16.208^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $05^h\ 15^{min}\ 4.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.7$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.441^\circ N$  i  $\lambda = 16.176^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $05^h\ 26^{min}\ 40.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.4$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.438^\circ N$  i  $\lambda = 16.180^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $05^h\ 29^{min}\ 16.5^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.8$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.443^\circ N$  i  $\lambda = 16.175^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $05^h\ 33^{min}\ 35.9^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.4$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.357^\circ N$  i  $\lambda = 16.282^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 63 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $07^h\ 24^{min}\ 51.9^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.455^\circ N$  i  $\lambda = 16.134^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 59 km,

- 30. prosinca 2020. godine u  $08^h 21^{min} 23.2^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.7$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.444^\circ N$  i  $\lambda = 16.139^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 59 km,
- 30. prosinca 2020. godine u  $19^h 31^{min} 31.9^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.4$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.437^\circ N$  i  $\lambda = 16.154^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 59 km,
- 31. prosinca 2020. godine u  $03^h 33^{min} 44.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.8$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.364^\circ N$  i  $\lambda = 16.251^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km,
- 31. prosinca 2020. godine u  $03^h 33^{min} 46.1^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.8$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.413^\circ N$  i  $\lambda = 16.203^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 31. prosinca 2020. godine u  $04^h 24^{min} 13.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.3$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.448^\circ N$  i  $\lambda = 16.149^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 60 km,
- 31. prosinca 2020. godine u  $05^h 23^{min} 6.9^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.3$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.478^\circ N$  i  $\lambda = 16.132^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 31. prosinca 2020. godine u  $08^h 15^{min} 45.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.7$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.474^\circ N$  i  $\lambda = 16.136^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km,
- 31. prosinca 2020. godine u  $10^h 42^{min} 0.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.469^\circ N$  i  $\lambda = 16.149^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 61 km.

Kod Banja Luke u BiH lociran je jedan potres magnitude veće ili jednake 3.0 i to:

- 8. veljače 2020. godine u  $03^h 11^{min} 47.4^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.0$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.032^\circ N$  i  $\lambda = 16.754^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 96 km.

Kod Starigrada Paklenice lociran je jedan potres magnitude veće ili jednake 3.0:

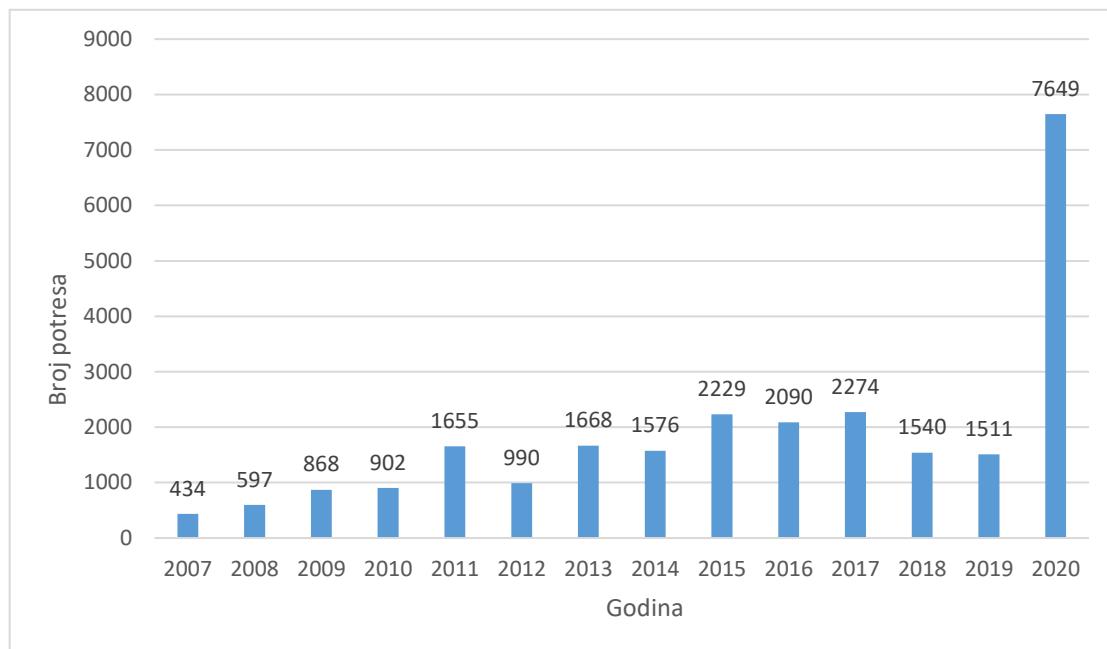
- *01. studenog 2020. godine u  $13^h\ 15^{min}\ 41.6^s$  (UTC), magnitude  $M = 4.7$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 44.339^\circ N$  i  $\lambda = 15.452^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 87 km.*

Zaleđe Crikvenice, tj. Grižane, također ima lociran jedan potres magnitude veće ili jednake 3.0:

- *13. svibnja 2020. godine u  $09^h\ 09^{min}\ 44.8^s$  (UTC), magnitude  $M = 3.6$ , sa zemljopisnim koordinatama  $\varphi = 45.202^\circ N$  i  $\lambda = 14.758^\circ E$  i epicentralne udaljenosti 62 km.*

### 3.3. Lokalni potresi na području Slunja locirani u razdoblju od 1. siječnja 2007. godine do 31. prosinca 2020. godine

U razdoblju od 1. siječnja 2007. do 31. prosinca 2020. godine locirano je sveukupno **25983 potresa** iz epicentralnih udaljenosti do 100 km od Slunja. Histogram čestina tih potresa po godinama prikazan je na slici 3.11.

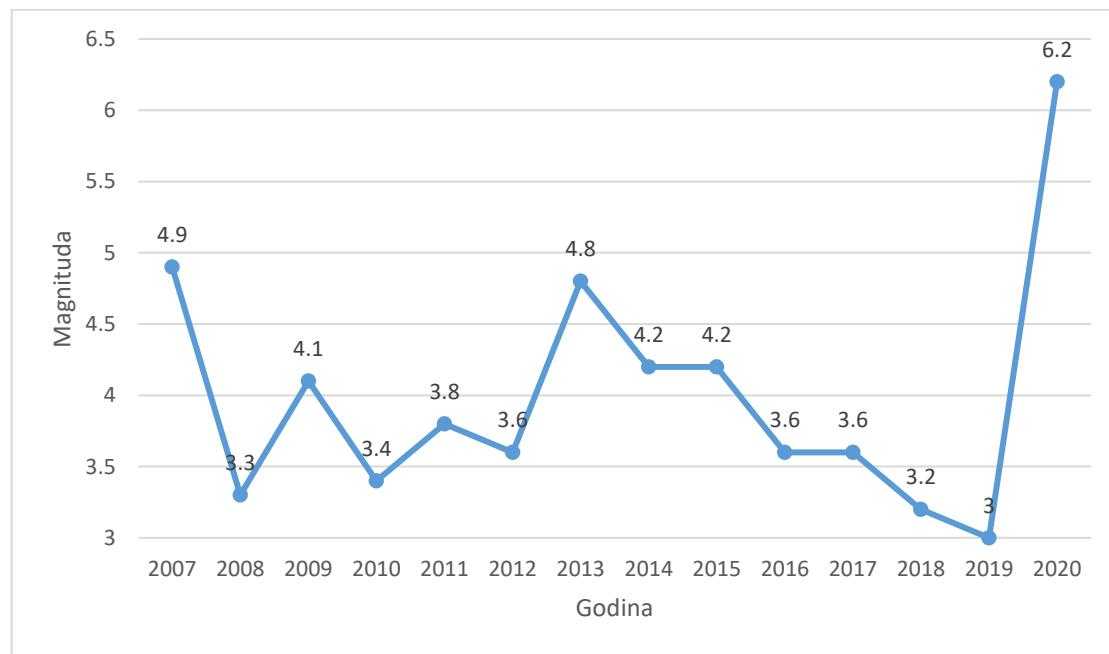


**Slika 3.11.** Histogram čestina lociranih potresa po godinama unutar kruga radijusa 100 km od Slunja u razdoblju od 1. siječnja 2007. godine do 31. prosinca 2020. godine.

Pogledom na proteklo istraživano razdoblje, uočavamo da je ova 2020. najaktivnija od svih promatranih godina. To ne iznenađuje, budući je Republiku Hrvatsku u 2020. zadesio Zagrebački potres od 22. ožujka i Petrinjski potres od 29. prosinca. Broj potresa lociranih tijekom 2020. godine u skladu je s brojem potresa lociranih tijekom izraženijih rojeva potresa. Porast broja lociranih potresa po pojedinim godinama istraživanja se i dalje vidi. Ovaj porast dijelom je posljedica stalnog poboljšanja instrumentalnog praćenja seizmičnosti i unaprjeđenja programa i aplikacija za lociranje potresa, a većim dijelom je

posljedica porasta seizmičke aktivnosti šireg lokalnog područja Slunja u promatranom razdoblju.

Na slici 3.12. prikazane su magnitudo najjačih lokalnih potresa po pojedinim godinama u promatranom razdoblju s ciljem uvida u energetske karakteristike seizmičnosti promatranog područja. Najjači potres magnitudo 6.2 dogodio se upravo ove, 2020. godine, a tijekom koje je ujedno locirano i najviše potresa, njih 7649. Drugi najjači potres, magnitudo 5.5 dogodio se također ove, 2020. godine.



**Slika 3.12.** Maksimalne magnitudo lokalnih potresa lociranih unutar kruga radijusa 100 km od Slunja u razdoblju od 1. siječnja 2007. do 31. prosinca 2020. godine.

Lokalni potresi najveće magnitudo unutar promatranog vremenskog razdoblja po godinama dogodili su se (poredani kronološki):

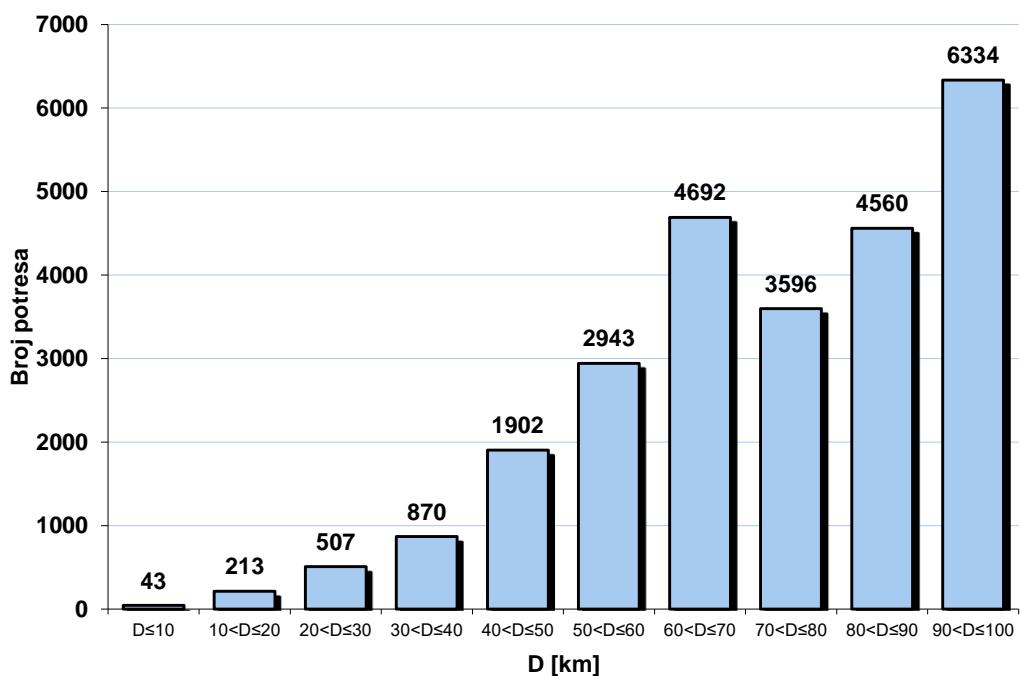
- **5. veljače 2007. u 8<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 04.5<sup>s</sup> (UTC), magnitudo  $M = 4.9$ , epicentralne udaljenosti  $D = 47 \text{ km}$  zapadno od Slunja, kod Drežnice, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi=45.070^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda=14.950^{\circ}\text{E}$ ,**

- **23. svibnja 2008.** u  **$11^h\ 09^m\ 25.5^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 3.3$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 49\ km$**  jug-jugoistočno od Slunja, nedaleko Korenice, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 44.713^\circ N$  i  $\lambda = 15.773^\circ E$ ,
- **21. lipnja 2009.** u  **$10^h\ 54^m\ 37.1^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 4.1$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 96\ km$**  južno od Slunja, nedaleko Starigrad-Paklenice, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 44.261^\circ N$  i  $\lambda = 15.419^\circ E$ ,
- **3. studenog 2010.** u  **$15^h\ 08^m\ 9.0^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 3.4$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 68\ km$**  sjeverno od Slunja, nedaleko Jastrebarskog, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.703^\circ N$  i  $\lambda = 15.796^\circ E$ ,
- **6. svibnja 2011.** u  **$23^h\ 44^m\ 52.0^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 3.8$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 42\ km$**  zapad-jugozapadno od Slunja, u zaledju Senja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 44.997^\circ N$  i  $\lambda = 15.023^\circ E$ ,
- **18. svibnja 2012.** u  **$20^h\ 38^{min}\ 53.0^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 3.6$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 41\ km$**  jugozapadno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 44.913^\circ N$  i  $\lambda = 15.115^\circ E$
- **30. srpnja 2013.** u  **$12^h\ 58^{min}\ 30.0^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 4.8$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 40\ km$**  zapadno-jugozapadno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.068^\circ N$  i  $\lambda = 15.030^\circ E$
- **13. ožujka 2014.** u  **$17^h\ 31^{min}\ 59.3^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 4.2$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 86\ km$**  sjeverozapadno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.751^\circ N$  i  $\lambda = 15.851^\circ E$
- **1. studenog 2015.** u  **$7^h\ 52^{min}\ 32.9^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 4.2$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 82\ km$**  sjeverno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.868^\circ N$  i  $\lambda = 15.531^\circ E$
- **9. travnja 2016.** u  **$13^h\ 2^{min}\ 33.3^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 3.6$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 89\ km$**  sjeverno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.929^\circ N$  i  $\lambda = 15.603^\circ E$
- **8. kolovoza 2017.** u  **$20^h\ 42^{min}\ 36.7^s$**  (UTC), magnitude  **$M = 3.6$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 73\ km$**  zapadno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.190^\circ N$  i  $\lambda = 14.619^\circ E$ ,

- **27. ožujka 2018.** u  **$15^h 28^{min} 30.2^s$  (UTC)**, magnitude  **$M = 3.2$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 96 \text{ km}$**  istočno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.072^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.772^\circ\text{E}$ ,
- **24. veljače 2019.** u  **$14^h 17^{min} 56.4^s$  (UTC)**, magnitude  **$M = 3.0$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 45 \text{ km}$**  sjeveroistočno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.491^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 15.802^\circ\text{E}$ ,
- **22. ožujka 2020.** u  **$05^h 24^{min} 2.5^s$  (UTC)**, magnitude  **$M = 5.5$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 92 \text{ km}$**  sjeveroistočno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.876^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.023^\circ\text{E}$ ,
- **29. prosinca 2020.** u  **$11^h 19^{min} 53.7^s$  (UTC)**, magnitude  **$M = 6.2$** , epicentralne udaljenosti  **$D = 61 \text{ km}$**  sjeveroistočno od Slunja, zemljopisnih koordinata epicentra  $\varphi = 45.417^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.203^\circ\text{E}$ .

U četrnaest godina rada postaje (od 1. siječnja 2007. godine do 31. prosinca 2020. godine) na seismološkim postajama Slunj i Kukača prikupljena je i napravljena kumulativna razdioba lokalnih potresa po razredima epicentralne udaljenosti širine 10 km (Slika 3.13). Svaka godina tijekom koje se provodio monitoring istraživanja seizmičnosti povećava uzorak lociranih potresa na temelju kojeg se izučava prostorna karakteristika seizmičnosti promatranog područja. Povećanjem uzorka, uvid u prostornu karakteristiku seizmičnosti promatranog područja postaje kvalitetniji i pouzdaniji. Uočava se kako broj lociranih potresa raste kako razredi obuhvaćaju veće epicentralne udaljenosti. Nadalje, prema broju lociranih potresa izdvajaju se dva područja epicentralnih udaljenosti. Prvo, koje obuhvaća epicentralne udaljenosti do 40 km od Slunja, okarakterizirano je znatno manjim brojem lociranih potresa. Drugo područje, koje obuhvaća epicentralne udaljenosti od 40 do 100 km, okarakterizirano je znatno većim brojem lociranih potresa. Takva razdioba broja potresa logičan je slijed prostornog rasporeda glavnih zona seizmičke aktivnosti unutar promatranog područja. Naime, glavne zone seismotektonske aktivnosti, a koje obuhvaćaju područje Sjevernog Jadrana i Sjevernog Velebita od Rijeke

do Senja, zatim područje Žumberak – Brežice – Krško i šire područje Novog Mesta u Sloveniji te Medvednicu, nalaze se upravo na tim udaljenostima.



**Slika 3.13.** Kumulativna razdioba lokalnih potresa po epicentralnim udaljenostima  $D$  (km) do 100 km od Slunja za razdoblje od 1. siječnja 2007. godine do 31. prosinca 2020. godine.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Koristeći zapise seizmografa u Slunju, te ostalih naših i inozemnih seizmoloških postaja, sačinjen je Katalog potresa koji predstavlja osnovu za analizu značajki lokalne seizmičke aktivnosti područja Poligona Slunj. Prema podacima iz tog Kataloga, unutar kruga radijusa 100 km oko Slunja, u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2019. godine **locirano je 7649 potresa**, od kojih je:

- **352** iz epicentralnih udaljenosti do 50 km (**bliži lokalni potresi**) i
- **7297** iz epicentralnih udaljenosti od 50 do 100 km (**dalji lokalni potresi**).

**Od 352 potresa iz epicentralnih udaljenosti do 50 km** najveći broj (njih 213) potječe iz područja epicentralnih udaljenosti  $40 < D \leq 50$  km. Kao seizmički najaktivnije izdvaja se područje Zrinske i Petrove gore (kao posljedica serije potresa na Petrinjskom području).

**Najjači potres** unutar kruga radijusa 50 km od seizmološke postaje Slunj dogodio se:

- 31. prosinca 2020. godine u  $20^{\text{h}} 00^{\text{min}} 50.1^{\text{s}}$  (UTC), magnitude  $M = 2.8$ , epicentralne udaljenosti 46 km od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.154^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 16.127^{\circ}\text{E}$ .

**Najbliži potres** postaji Slunj dogodio se 09. studenog 2020. godine u  $20^{\text{h}} 46^{\text{min}} 34.7^{\text{s}}$  (UTC), na epicentralnoj udaljenosti od 2.2 km sjeverno od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.139^{\circ}\text{N}$  i  $\lambda = 15.555^{\circ}\text{E}$ . Potres je imao malu magnitudu ( $M=0.6$ ).

**Od 7297 potresa iz epicentralnih udaljenosti od 50 do 100 km** njih 579 imalo je magnitudu veću ili jednaku 2.0. Seizmička aktivnost je raspoređena u dva aktivna područja, sjevernoistočno kod Zagreba i Petrinje, što je vidljivo iz slike 3.10. i slike 3.4.

Najjači dalji lokalni potres bio je magnitude 6.2 i dogodio se 29. prosinca 2020. godine u  $11^{\text{h}} 19^{\text{min}} 53.7^{\text{s}}$  (UTC) kod Petrinje, na epicentralnoj udaljenosti od

61 km sjeveroistočno od Slunja, sa zemljopisnim koordinatama epicentra  $\varphi = 45.417^\circ\text{N}$  i  $\lambda = 16.203^\circ\text{E}$ .

Tijekom 2020. godine **potres koji se makroseizmički izraženije manifestirao na širemu području Slunja bio je Petrinjski potres od 29. prosinca 2020. godine, magnitude M = 6.2.**

Proteklih četrnaest godina rada seismografa postavljenih na privremenim seismološkim postajama Slunj i Kukača omogućavaju nam donošenje nekih zaključaka. U razdoblju **od 1. siječnja 2007. do 31. prosinca 2020. godine** sveukupno **je locirano 25983 potresa** iz epicentralnih udaljenosti do 100 km od Slunja. Tijekom 2020. godine locirano je najviše potresa, njih 7649. Može se zaključiti kako je i dalje prisutan generalni trend porasta broja lociranih potresa po pojedinim godinama istraživanja. Ovaj porast dijelom je posljedica stavnog poboljšanja instrumentalnog praćenja seizmičnosti i unaprijeđenja programa i aplikacija za lociranje potresa, a dijelom je posljedica porasta seizmičke aktivnosti šireg lokalnog područja Slunja u promatranom razdoblju. Lokalni potres najveće magnitude lociran je upravo ove, 2020. godine tijekom koje je ujedno locirano i najviše potresa. Iz razdiobe epicentara lokalnih potresa po epicentralnim udaljenostima u promatranom razdoblju, mogu se izdvojiti područja unutar kojih se dogodila većina potresa. Riječ je o područjima epicentralnih udaljenosti od 40 do 100 km od Slunja, unutar kojeg su epicentri velike većine potresa locirani u području Sjevernog Jadrana i Sjevernog Velebita od Rijeke do Senja, zatim u području Žumberak – Brežice – Krško i širem području Novog Mesta u Sloveniji te na Medvednici. Naravno, veliki potresi 2020. godine su značajno istaknuli ta dva epicentralna područja, Medvednicu i okolicu Petrinje. Petrinjska serija potresa prenosi se i u 2021. godinu i sigurno će značajno utjecati na raspodjelu potresa u 2021. godini.

Kako je iz rada seismografa na seismološkoj postaji u Slunju tijekom proteklih 14 godina nedvojbeno pokazano da je i **u najužem lokalnom području oko Slunja prisutna izražena seizmička aktivnost** (baš što je naglašavano i u prethodnim Izvješćima), ukazuje se potreba nastavka rada seismološke postaje

Slunj. Također, nameće se i potreba instaliranja barem još jedne seizmološke postaje u okolini (npr. povratak seizmološke postaje Kukača), čime bi se opseg i mogućnost detaljnijeg izučavanja seizmičnosti užeg i šireg lokalnog područja oko Poligona bitno poboljšala. Na taj način bila bi povećana mogućnost lociranja slabijih potresa epicentralnih udaljenosti do 50 km od same postaje, a koji predstavljaju vrlo vrijedan izvor podataka jer je za istraživanje seizmoloških parametara za neku lokaciju najvažnija lokalna seizmičnost. Stoga je neophodno nastaviti seizmološka istraživanja područja Poligona iz razloga što rezultati imaju veću težinu ako je vremenski niz mikroseizmičkih mjerena duži. Dugačak niz mikroseizmičkih mjerena omogućava bolje određivanje relevantnih parametara potresa za buduća razdoblja, što je važan element za procjenu rizika. Navedeno bi omogućilo kvalitetniju analizu seizmičnosti s ciljem utvrđivanja što točnijih seismotektonskih modela, što je osnova za sve daljnje preventivne aktivnosti.

## **5. LITERATURA**

Herak, M. (1989):

HYPOSEARCH - An earthquake location program. Computers & Geosciences, Vol.15, No.7, 1157-1162.

Katalog potresa Hrvatske i susjednih područja. Arhiv Geofizičkog odsjeka Prirodoslovno – matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu.

Kuk V. et al. (2008):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2007. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Kuk V. et al. (2009):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2008. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Kuk V. et al. (2010):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2009. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Kuk V. et al. (2011):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2010. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Kuk V. et al. (2012):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2011. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Kuk V. et al. (2013):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2012. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Allegretti I. et al. (2014):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2013. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Fiket T. et al. (2015):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2014. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Fiket T. et al. (2016):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2015. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Fiket T. et al. (2017):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2016. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Fiket T. et al. (2018):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2017. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Fiket T. et al. (2019):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2018. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Fiket T. et al. (2020):

Poligon OS RH "Eugen Kvaternik" Slunj: Rezultati praćenja lokalne seizmičke aktivnosti u 2019. godini. Geofizički zavod PMF-a, Zagreb.

Prelogović, E., Kuk, V., Marić, K., Kuk, K. (2003):

Studija ciljanog sadržaja za Vojno vježbalište «Eugen Kvaternik» Slunj,  
Geomorfologija, Seizmotektonika i Seismologija

Wielandt, E. (2002):

Seismic sensors and their calibration. U „IASPEI New Manual of Seismological Practise“ P. Borman (Editor), Geoforschungs Zentrum, Potsdam

Willmore, P. L. (1959):

The application of the Maxwell impedance bridge to the calibration of the electromagnetic seismographs. Bull. Seism. Soc. Am., Vol.49, pp. 99-114.