

Poročilo o delu Sekcije za seizmologijo in fiziko notranjosti Zemlje za leto 2019

s prispevki
GeoZS, Geoinženiring, Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU in ARSO
na letni skupščini SZGG


povzela Martina Čarman

Ljubljana, 30. 1. 2020

Institucije, ki so v Sloveniji dejavne na področju seizmologije in fizike notranjosti Zemlje ter so prispevale poročila so:

ARSO  REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Geoinženiring
Marjeta Car  **GEOINŽENIRING d.o.o.**
*Geotehnične, geološke in geofizikalne raziskave,
projektiranje, svetovanje in inženiring*

GeoZS
mag. Dušan Rajver, dr. Nina Rman,
Simona Adrinek, mag. Andrej Lapanje 

Inštitut za raziskovanje krasa
dr. Stanka Šebela  **ZRC SAZU** Znanstvenoraziskovalni center
Slovenske akademije znanosti in umetnosti

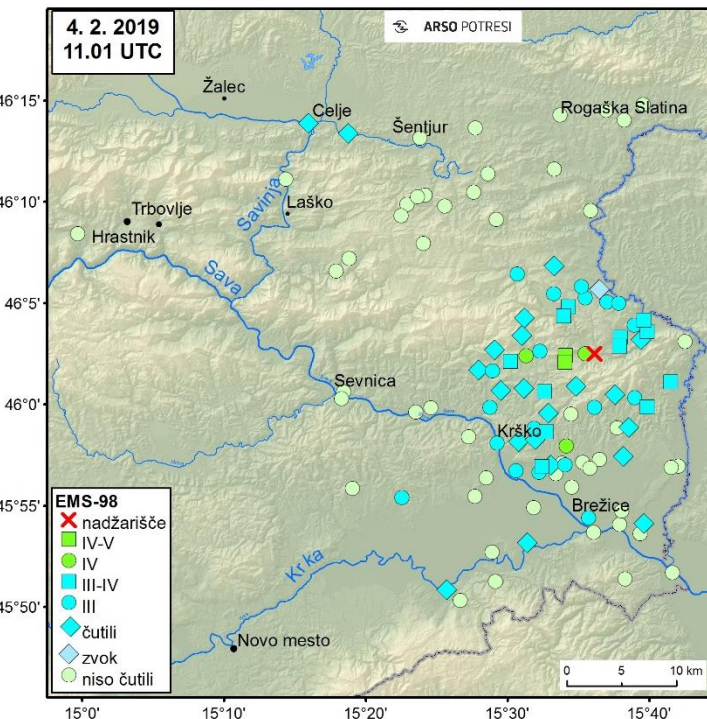
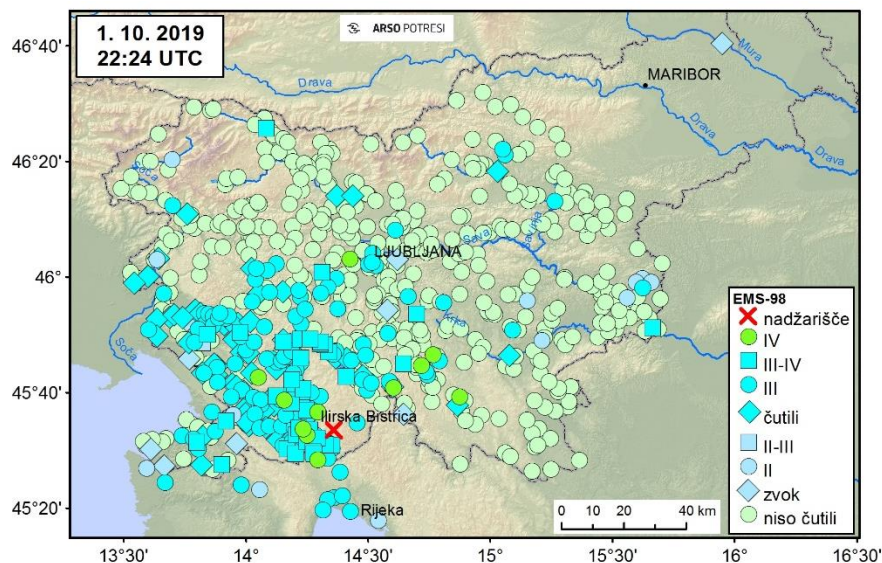
OSNOVNA DEJAVNOST:



- **Kontinuirano spremljanje potresne dejavnosti, obdelava podatkov in obveščanje o potresih**

Najmočnejša potresa leta 2019:

- 1. oktober 2019 ob 22:24 UTC, M3.4 nadžarišče pri Ilirski Bistrici, intenziteta IV EMS-98



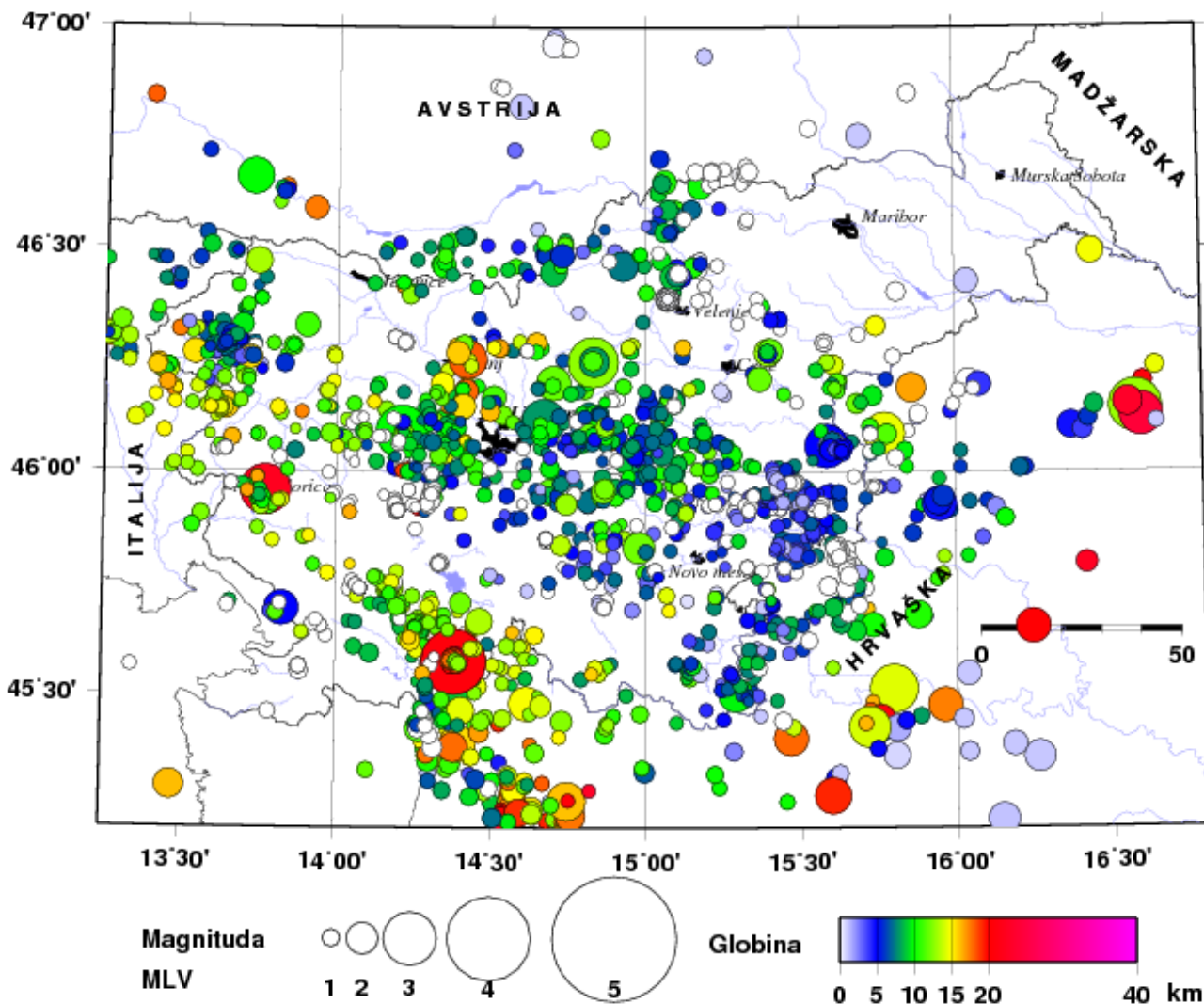
- prebivalci Slovenije so v 2019 čutili vsaj **141 potresov** (l. 2018: **126 potresov**, l. 2017: **93 potresov**, l. 2016: **126 potresov**, l. 2015: **116 potresov**).
- **60 obveščanj** javnosti (l. 2018: **63**)

OSNOVNA DEJAVNOST:



• Izdelava kataloga potresov za leto 2019

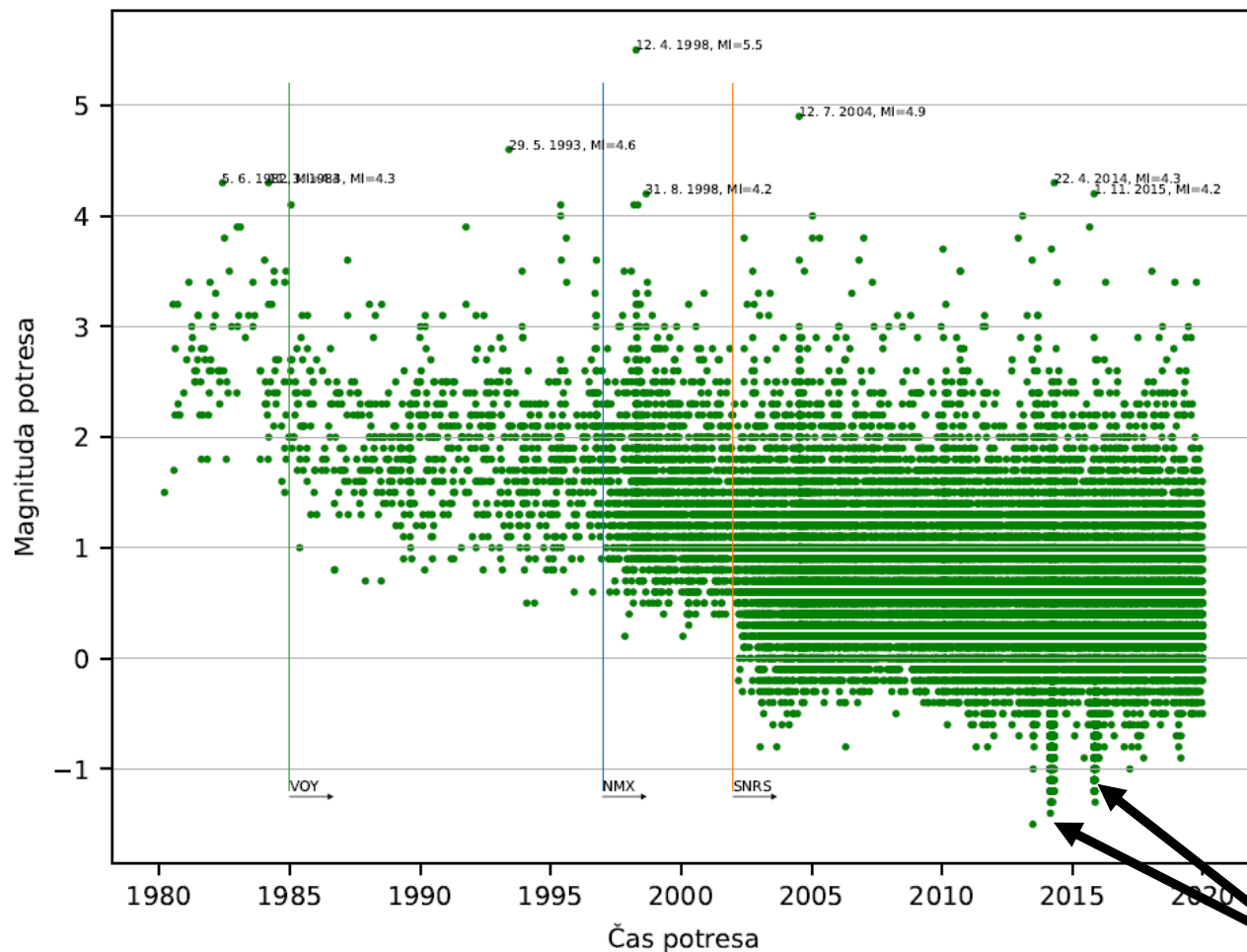
Vhodni podatek za seizmotektonske študije, izračun potresne nevarnosti.



Leto 2019:

2106 lokalnih,
338 regionalnih in
599 oddaljenih potresov.

Katalog potresov (1980 – 2019):



Porazdelitev lociranih lokalnih potresov po času in magnitudi (1980–2019)

Do leta 2002 je zabeleženih in lociranih malo šibkih potresov ($MLV < 1,0$). Leta 2002 se je število digitalnih opazovalnic povečalo s 6 na 14 in leto kasneje na 19, kar je skupaj z novim načinom zajemanja in hranjenja podatkov (neprekinjen zapis) omogočalo lociranje tudi šibkejših potresov.

Postavitev opazovalnic v nadžariščnem območju takoj po močnejšem potresu omogoča lociranje še šibkejših potresov.

- **Redna analiza učinkov potresov v 2019, ki so jih prebivalci zaznali (makroseizmika)**

- Prebivalci so zaznali vsaj 141 potresov.
- Vprašalnike o učinkih potresov smo poslali za 25 močnejših potresov.
- Poslali smo 9049 vprašalnikov:
 - 1886 papirnih; odziv 84 % in
 - 7163 elektronskih; odziv 42 %.
- Prejeli smo 1596 izpolnjenih papirnih vprašalnikov:
 - 193 poročil, da so zaznali potres
 - 1323 poročil, da niso zaznali potresa
 - 80 poročil, ki jih nismo mogli prirediti potresom
- Prejeli smo 8539 izpolnjenih spletnih vprašalnikov:
 - 5220 poročil, da so zaznali potres
 - 2873 poročil, da niso zaznali potresa
 - 436 poročil, ki jih nismo mogli prirediti potresom

OSNOVNA DEJAVNOST:

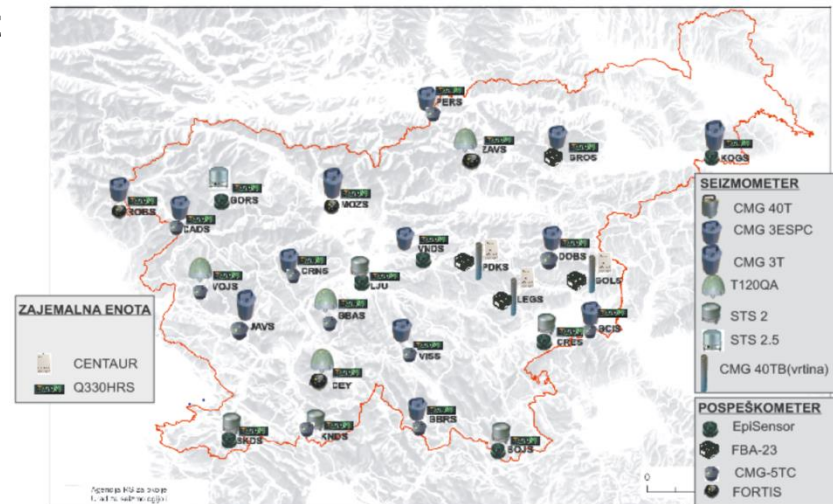


• Nprekinjeno vzdrževanje seizmoloških merilnih mest

Ob koncu leta 2019 smo imeli **39 merilnih mest** opremljenih z različno seizmološko merilno opremo.

- Zamenjava seizmometrov na 5 opazovalnicah.
- Postavitev začasnih opazovalnic za spremljanje povečane potresne aktivnosti.

CILJ: **odprava napak, okvar ter posodobitve.**

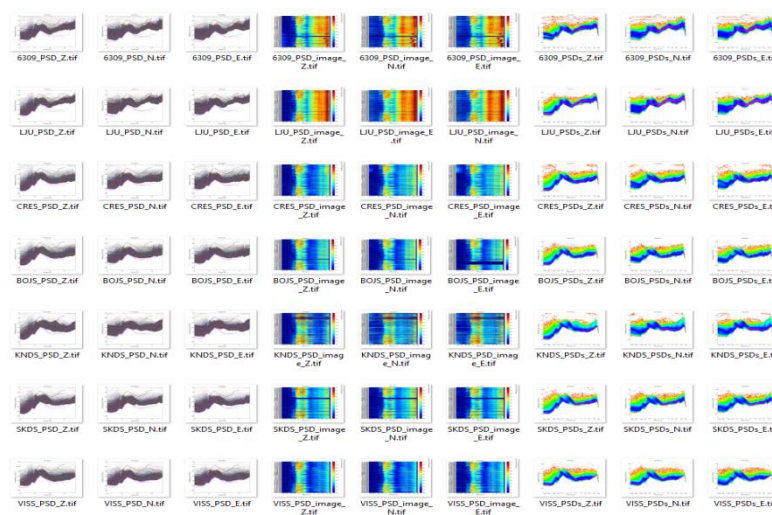


• Analiza delovanja državne mreže potresnih opazovalnic v I. 2019

Dokument, v katerem so

- povzete posodobitve, napake, okvare... ki so vplivale na delovanje DMPO v letu 2019;
- analizirani in ovrednoteni parametri, ki so vplivali na kakovost delovanja DMPO v letu 2019.

CILJ: **kvalitetne osnovne seizmološke informacije.**



MEDNARODNO SODELOVANJE:

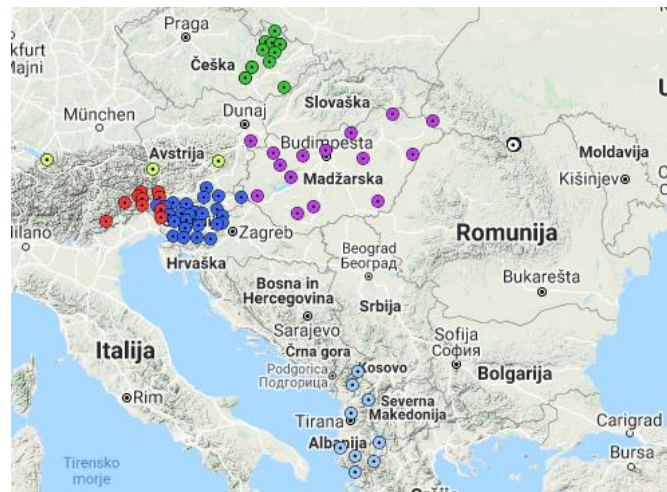


REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Sporazum **CE³RN - Central and East European Earthquake Research Network**

Virtualna mreža potresnih opazovalnic s prenosom podatkov v realnem času



EPOS - European Plate Observing System

Razvoj in povezovanje merilne infrastrukture na področju geoznanosti in seizmologije v Evropi.

AlpArray

Seizmološke in geofizikalne raziskave območja Alp.

Sodelovanje pri posodabljanju evropske karte potresne nevarnosti – projekt ESHM20 (Seismic hazard model for Europe)

Katalog potresov za območje Slovenije

Model potresnih izvorov na območju Slovenije

- **Predavanje Potres 29. januarja 1917 pri Brežicah in njegove posledice**
23. januar 2019; predavanje Ine Ceciĉ na Oddelku za geofiziko Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Zagrebu (Horvatovac 95, 10000 Zagreb)
- **Sodelovanje v oddaji RTV SLO, Ugriznimo v znanost, Rekonstrukcija potresov v preteklosti**
21. marec 2019; sodelovali so Miloš Bavec (GeoZS), Andrej Šmuc (UNI-LJ NTF) in Martina Ćarman (ARSO)
- **Sodelovanje na Vrtu eksperimentov na Znanstivalu 2019**
2. junij 2019 v Ljubljani; vrtnarili so Ina Ceciĉ, Polona Zupanĉiĉ, Jurij Pahor, Martina Ćarman
- **ARS, III. program Radia Slovenija, oddaja Glasovi sveta – Brežiški potres**
7. avgust 2019; gosta oddaje sta bila zgodovinar Dušan Neĉak in seizmologinja Ina Ceciĉ
- **Obisk hrvaških seizmologov in predavanja**
20. september 2019; sreĉanje je bilo v prostorih ARSO v Ljubljani
- **Izid letne publikacije Potresi v letu 2017**
5. november 2019;
<https://www.arso.gov.si/potresi/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Potresi%20v%20letu%202017.pdf>
- **Predstavitvev seizmologije v Domu ostarelih v Ćrni vasi**
12. december 2019; predavanje Jurija Pahorja
- **Predstavitvev zbornika o furlanskih potresih v Pušji vasi (Venezona) v Italiji**
14. december 2019; zbornik v angleščini so uredili Dario Slejko (OGS, Trst), Marcello Riuscetti (Univerza v Vidmu) in Ina Ceciĉ (ARSO)

Razvoj raziskovalne infrastrukture za mednarodno konkurenčnost slovenskega RRI prostora – RI-SI-EPOS

Namen: zbiranje, urejanje in shranjevanje podatkov o Zemlji s področja seizmologije, geologije, geodezije, magnetizma in vulkanologije.

Izvajalci: konzorcij partnerjev pod vodstvom Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU.

EPOS ERIC, TCS 8 – Seizmologija:

namestitev opreme za zelo širokopasovno potresno opazovalnico, kar bo prva slovenska RI v kraški jami.

EPOS ERIC, TCS 9 – Observatoriji v bližini prelomov:

nabava seizmološke opreme, za meritve in raziskave širšega ozemlja Postojnske jame, med Raškim in Idrijskim prelomom.

Nabava 6 prenosnih seizmoloških opazovalnic, ki bodo nameščene tam, kjer se bo zgodil potres.



Cecić, I., 2019. Potres 29. siječnja 1917 kraj Brežica i njegove posljedice. Seminar na Geofizičkom odsjeku PMF-a, Zagreb, 23.01.2019, O seminarju je posneta oddaja Eppur si muove za Hrvatski radio, <https://radio.hrt.hr/aod/potres-u-brežicama-1917/286013/>.

Cecić, I., D. Nečak, M. Berus, 2019. Potres 29. januarja 1917 pri Brežicah in njegove posledice. V: A. Gosar (ur.), Potresi v letu 2017, ARSO, 53-80.

Čarman, M., Živčič, M., 2019. Poročilo samodejno določenih magnitud na zapisih potresnih opazovalnic. V: A. Gosar (ur.), Potresi v letu 2017, ARSO, 39-42.

Čarman, M., Živčič, M., 2019. Analiza vršnih pospeškov tal na potresnih opazovalnicah v Sloveniji. V: A. Gosar (ur.), Potresi v letu 2017, ARSO, 43-45.

Čarman, M., Živčič, M., 2019. Razločevanje med naravnimi in umetnimi potresi V: A. Gosar (ur.), Potresi v letu 2017, ARSO, 46-52.

Čarman, M., I. Cecić, R. Krapež, 2019. Seizmološka knjižnica Agencije RS za okolje. V: A. Gosar (ur.), Potresi v letu 2017, ARSO, 92-101.

Gosar, A. 2019: The size of the area affected by earthquake induced rockfalls : comparison of the 1998 Krn Mountains (NW Slovenia) earthquake (Mw 5.6) with worldwide data. Acta geographica Slovenica, 59/1, 51-61.

Gosar, A. 2019: Review of geological and seismotectonic investigations related to 1998 Mw5.6 and 2004 Mw5.2 earthquakes in Krn Mountains. Geologija, 62/1, 59-71.

Gosar, A. 2019: Review of seismological investigations related to 1998 Mw5.6 and 2004 Mw5.2 earthquakes in Krn Mountains. Geologija, 62/1, 73-86.

Gosar, A. 2019: Meritve tektonskih mikropremikov v prelomni coni Idrijskega preloma. Ujma 33, 192-199.

Gosar, A. 2019: Sto let mednarodne zveze za geodezijo in geofiziko (IUGG). Ujma 33, 274-281.

Gosar, A. 2019: Meritve tektonskih mikropremikov v prelomni coni Idrijskega preloma v dolini Učje. V: Kuhar, M. (ur.), et al. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2018 : zbornik del, 24. srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, Ljubljana, 31. januar 2019. str. 31-40.

Herak, M., M. Živčič, I. Vrkić, D. Herak, 2019. The Međimurje earthquake of 1738 – from historical data to macroseismic parameters, 7th International Colloquium on Historical Earthquakes & Paleoseismology Studies, Barcelona (Spain) – 4-6 November 2019, poster.

Jerše Sharma, A., Jesenko, T., Šket Motnikar, B., Živčič, M., Zupančič, P., 2019. Potresi v Sloveniji leta 2017. V: A. Gosar (ur.), Potresi v letu 2017, ARSO, 13-29.

Jerše Sharma, A., Jesenko, T., Šket Motnikar, B., Živčič, M., 2019. Potresi v Sloveniji leta 2018. Ujma, 33, 119-129.

Jesenko, T., 2019. Najmočnejši potresi po svetu leta 2018. Ujma, 33, 142–148.

Jesenko, T., 2019. Najmočnejši potresi po svetu leta 2017. V: A. Gosar (ur.), Potresi v Sloveniji leta 2017, ARSO, 81–91.

Rebez, A., I. Cecić, G. Renner, D. Sandron, D. Slejko, 2018. Misunderstood »forecasts«: two case histories from former Yugoslavia and Italy. V: [The 1976 Friuli earthquake: lessons learned](#), ur. Slejko, D., M. Ruscetti, I. Cecić, Forum, Udine, 213-242.

Slejko, D., M. Ruscetti, I. Cecić, 2019. Il terremoto del 1976 in Friuli: un' introduzione. BGTA, 60, n. Suppl.1, 3-8.

Slejko, D., M. Ruscetti, I. Cecić, 2019. [The 1976 Friuli earthquake: lessons learned](#). V: [The 1976 Friuli earthquake: lessons learned](#), ur. Slejko, D., M. Ruscetti, I. Cecić, Forum, Udine, 13-22.

Tertulliani, A., I. Cecić, R. Meurers, I. Sović, D. Kaiser, G. Grunthal, J. Pazdirkova, C. Sira, B. Guterch, R. Kysel, T. Camelbeeck, T. Lecocq, G. Szany, 2018. The 6 May 1976 Friuli earthquake: re-evaluating and consolidating transnational macroseismic data. V: [The 1976 Friuli earthquake: lessons learned](#), ur. Slejko, D., M. Ruscetti, I. Cecić, Forum, Udine, 169-190.

Šket Motnikar B. in Zupančič P., Progress in PSHA of Slovenia (from June 2018 to March 2019), Regional harmonization meeting of the ESHM20, Ljubljana, 15. marec 2019.

Šket Motnikar B. in Zupančič P., New seismic hazard map of Slovenia, Peer Review Meeting for European seismic hazard model ESHM20, Atene, 2. -3. julij 2019.

Šket Motnikar B. in Zupančič P., Development of new seismic hazard map of Slovenia, Strokovno srečanje slovenskih in hrvaških seizmologov, Ljubljana, 19. september 2019.

Zupančič P. in Šket Motnikar B. Advances and update on seismic hazard models and assessment at national scale: Slovenia, Peer Review Meeting for European seismic hazard model ESHM20, Potsdam 12. - 13. junij 2019.

Zupančič P. in Šket Motnikar B., New seismic hazard map of Slovenia parameters estimation: Depth analysis, Rupture aspect ratio, Seismic coupling, Strokovno srečanje slovenskih in hrvaških seizmologov, Ljubljana, 19. september 2019.

Udeležba na letnem srečanju EPOS Seizmologija 2019, 6.–11. oktober 2019, Grenoble, Francija

• Projekt GeoPLASMA-CE: 2016 – 2019

(Shallow Geothermal Energy Planning, Assessment and Mapping Strategies in Central Europe)

Cilj projekta GeoPLASMA-CE je spodbujati povečanje deleža rabe plitve geotermije v strategijah ogrevanja in hlajenja objektov v Srednji Evropi.



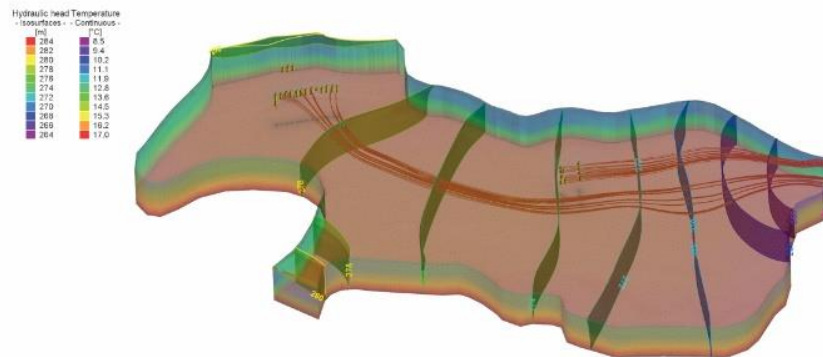
GeoPLASMA-CE: projekt v sklopu programa Interreg Srednja Evropa, ki se ukvarja z različnimi vidiki rabe plitve geotermalne energije za ogrevanje in hlajenje tako v urbanih, kot neurbanih območjih Srednje Evrope. V sodelovanju z geološkimi zavodi, univerzami, neprofitnimi organizacijami, upravnimi organi in zasebnimi podjetji bomo razvili nove strategije upravljanja za učinkovito in trajnostno rabo plitve geotermalne energije. V ta namen je v fazi preučevanja 6 različnih pilotnih območij: Vogtland / Zahodna Češka (1), Wałbrzych / Broumov (2), Krakov (3), Dunaj (4), Bratislava (5) in Ljubljana (6).

• Projekt GeoPLASMA-CE: 2016 – 2019

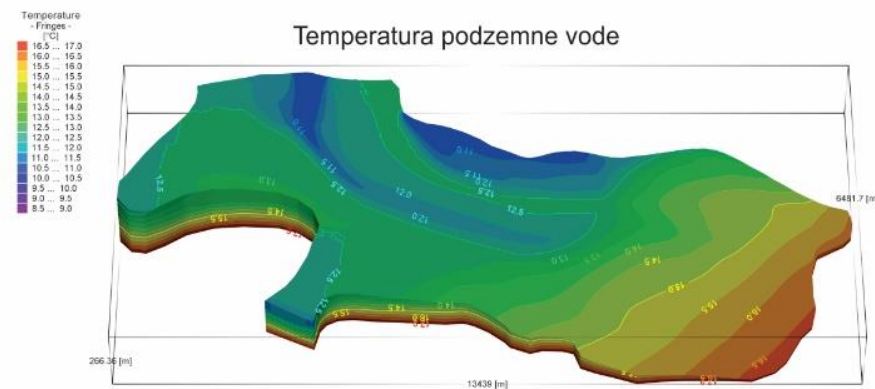
Pri projektu je bilo izdelano:

- spletni portal možnosti rabe plitvih geotermalnih sistemov za ogrevanje in hlajenje (<https://portal.geoplasma-ce.eu/webgis/ljubljana>),
- strokovna platforma za izmenjavo informacij o standardih in pristopih rabe PGE v Srednji Evropi (<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/GeoPLASMA-CE.html>),
- 3D geološki model Mestne občine Ljubljana (<https://geo-vi.giga-infosystems.com/webgui/?moma=Geoplasma.Ljubljana>),
- Katalog kriterijev uspešnosti za trajnostno rabo PGE,
- Strategija za spodbujanje rabe PGE v Srednji Evropi.

Temperatura in gladina podzemne vode s tokovnicami



Temperatura podzemne vode



- **Projekt DARLINGe**
(**D**anube **R**egion **L**eading **G**eothermal **e**nergy, 2017-2019)

Projektno območje in glavni cilji projekta DARLINGe:

- Povečati trajnostno in energetsko učinkovito rabo globokih geotermalnih virov energije v sektorju ogrevanja na območju Panonskega bazena.
- Specifični cilji:
 - Povečati delež energetsko učinkovitih kaskadnih geotermalnih sistemov.
 - Ustanoviti nadnacionalno upravljanje geotermalnih rezervoarjev.
 - Izboljšati institucionalne zmogljivosti in dialog zainteresiranih strani za pospešitev in spodbujanje geotermalnega razvoja.




DARLINGe projektno območje

PROJEKTI:

• Projekt DARLINGe (Danube Region Leading Geothermal energy, 2017-2019)

V DARLINGe projektu je bilo pripravljeno:

- akcijski načrt razvoja rabe geotermalne energije (GTE) v vzhodni Sloveniji,
- brošure o GTE, uspešnih projektih, reinjekciji ter rabi GTE v vzhodni Sloveniji (vse prosto dostopne na www.interreg-danube.eu/approved-projects/darlinge/section/dissemination-material),
- in DRGIP spletni pregledovalnik (www.darlinge.eu), ki vsebuje:
 - nabor gradiv o Panonskem bazenu in SV Sloveniji,
 - Geotermalni slovarček,
 - orodje za zmanjševanje tveganj, izračun primerjalne analize upravljanja in odločanja,
 - spletni pregledovalnik objektov in geotermičnih kart.



UDELEŽBA NA KONFERENCAH, KONGRESIH, DOGODKIH, SEMINARJIH:



- **25.-27. feb. 2019:** 10. European Geothermal PhD Day, GFZ Potsdam (Luka Serianz, Simona Adrinek)
- **28. maj 2019:** „Svetovni dan Sonca“, Tivoli, Ljubljana – Slovensko združenje za sončno energijo; tematika predstavitev večinoma o tehnologiji toplotnih črpalk in obnovljivih virih energije v sektorju ogrevanja in hlajenja (D. Rajver)
- **11.-14. jun. 2019:** Evropski geotermalni kongres v Hagu, Nizozemska (Nina Rman in Dušan Rajver), in pol-dnevna pokongresna strokovna ekskurzija 14.jun. (D. Rajver): obisk podjetja Huisman Geo.
- **12.-13. sept. 2019:** projekt DARLINGe:
 - Delavnica: Moravske Toplice Terme3000;
 - Ekskurzija: Velika Ciglena (HRV): obisk prve geotermalne elektrarne na Hrvaškem.
- **19. sept. 2019:** Pomurski forum, Murska Sobota (Nina Rman)
- **2.-4. okt. 2019:** 2. Kongres geologov BiH, Laktaši (D. Rajver).
- **29. nov. 2019:** 24. geološko posvetovanje, NTF Ljubljana (Rman in sod.)

PROJEKTI:



- **Projekt GeoConnect^{3d} (GeoERA)**

- Metodologija za podajanje geoinformacij za upravljanje s podpovšjem
- Preverjanje strukturnega modela z geomanifestacijami
- 3D strukturni model Panonskega bazena
 - Geološke plasti 1:500.000 do 1.000.000
- Geomanifestacije Mursko-Zalski bazen:
 - Mineralne & termalne vode
 - Geogeni plini
 - Orudenja, CH, zrelost OS
 - Toplotne anomalije
 - Časovna analiza stanja



Spletna stran:

<https://geoera.eu/projects/geoconnect3d6/>

Fb:

<https://www.facebook.com/GeoConnect3d/>

Twitter:

<https://twitter.com/connect3dgeo>

Blogi:

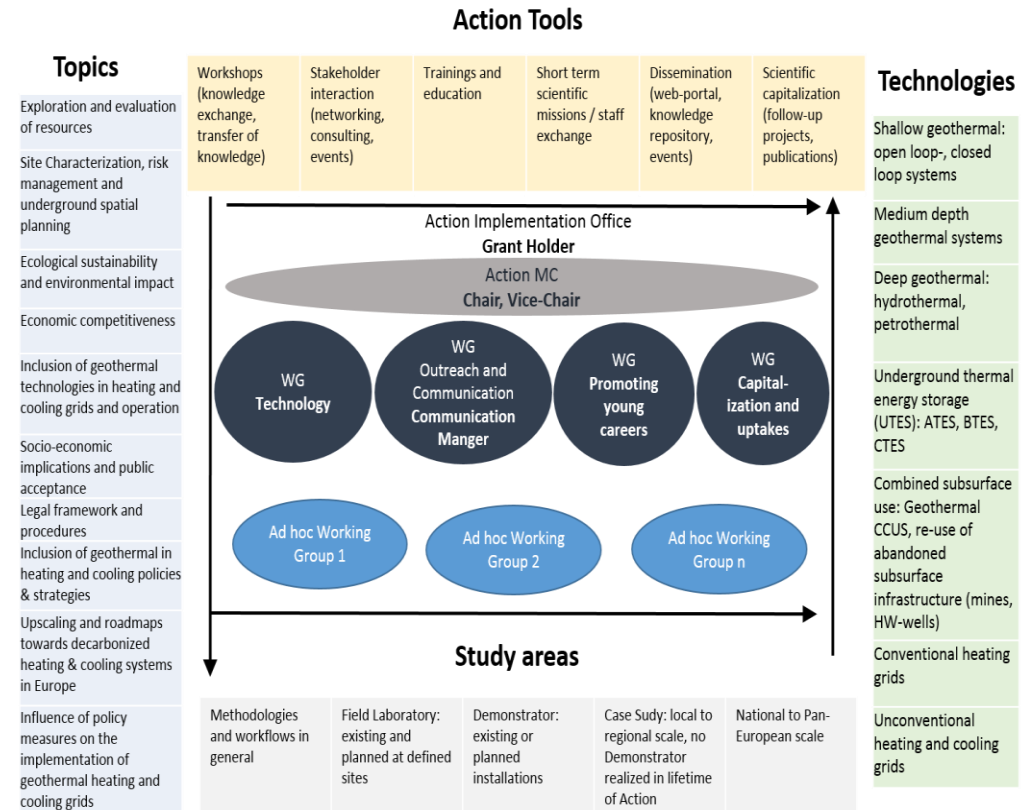
<https://geoera.eu/blog/category/geo-energy-theme-posts-and-events/geoconnect3d-posts/>

PROJEKTI:



• Projekt Geothermal-DHC (COST), 2019 – 2023

- Research network for including geothermal technologies into decarbonized heating and cooling grids
- Zasnova za organizacijo delavnic in izobraževanj ter mednarodnih strokovnih izmenjav na temo plitve in globoke geotermije
- Slovenija vodi paket short-term scientific missions



PROJEKTI:

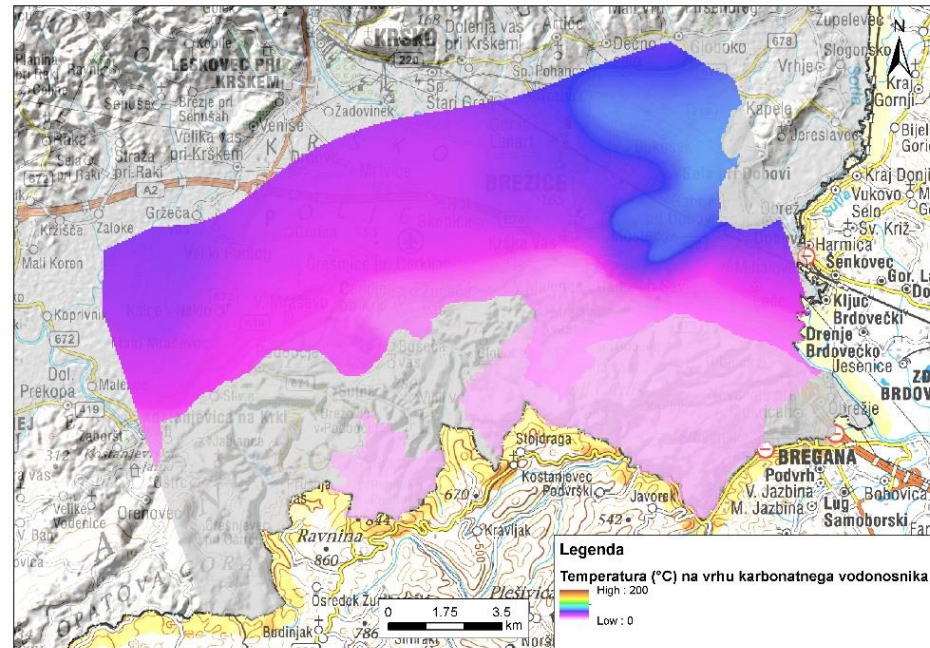
- **Projekt Hot-LIME (GeoERA), 2018 – 2021**
(Mapping and Assessment of Geothermal Plays in Deep Carbonate Rocks)

Cilj projekta:

- klasificirati strukturne lastnosti teles karbonatnih kamnin na podlagi proučevanja primerljivih formacij ter hidroloških in strukturnih podatkov iz globokih vrtin.
- izdelati enotno metodo za oceno potenciala.

Pilotno območje: Krški bazen

V letu 2019 sestavljen opis za konceptualni temperaturni model.



- **Delo večletnega značaja za MZI: bilanca rabe geotermalne energije v Sloveniji v letu 2019**
 - Priprava in pošiljanje ustreznih tabel vsem uporabnikom toplote iz geotermalne energije v Sloveniji (toplote iz termalne vode za različne kategorije neposredne rabe)
 - Iskanje podatkov o prodanih enotah toplotnih črpalk v Sloveniji, ki izkoriščajo plitvo geotermalno energijo, bodisi v odprtem sistemu voda-voda, ali v zaprtih sistemih zemlja-voda (z vodoravnimi kolektorji in z navpičnimi kolektorji, energetskimi košarami, itd.)
 - Iskanje podatkov o delovanju sistemov za ogrevanje in hlajenje prostorov (vključno s pripravo vroče sanitarne vode) v vseh objektih, kjer je nazivna moč toplotne črpalke > 20 kW.

Pridobitve novih temperaturnih podatkov in podatkov o termičnih parametrih kamnin z meritvami temperature v vrtinah in z meritvami TC kamnin v LETU 2019

Meritve temperature

- Vrtina Ng-1/18, Nagonje pri Rogaški Slatini, globina=802 m (izvrtana jeseni 2018)
- Karotažna meritev temperature, dne 13.3.2019, od 207 do 709,4 m

Meritve termičnih parametrov

- Vrtina Ng-1/18: meritve toplotne prevodnosti in toplotne difuzivnosti (s TCS merilnikom) na 2 jedrih kamnin (6 kosov kamnin)

MEDNARODNI PROJEKT:



• ENOS - Enabling Onshore CO₂ Storage in Europe

Cilji:

- razvoj, testiranje in demonstracija ključnih tehnologij prilagojenih za geološko skladiščenje CO₂ na kopnem;
- integracija geološkega skladiščenja CO₂ v specifično družbeno-ekonomsko okolje;
- vzpostavitev ustreznih okoliščin za geološko skladiščenje CO₂ na kopnem v Evropi (delitev znanja, šolanje, podpora pri novih pilotskih CCS in CCUS projektih).

Naročnik: EC, Horizon 2020

Trajanje projekta: sep. 2016 – avg. 2020

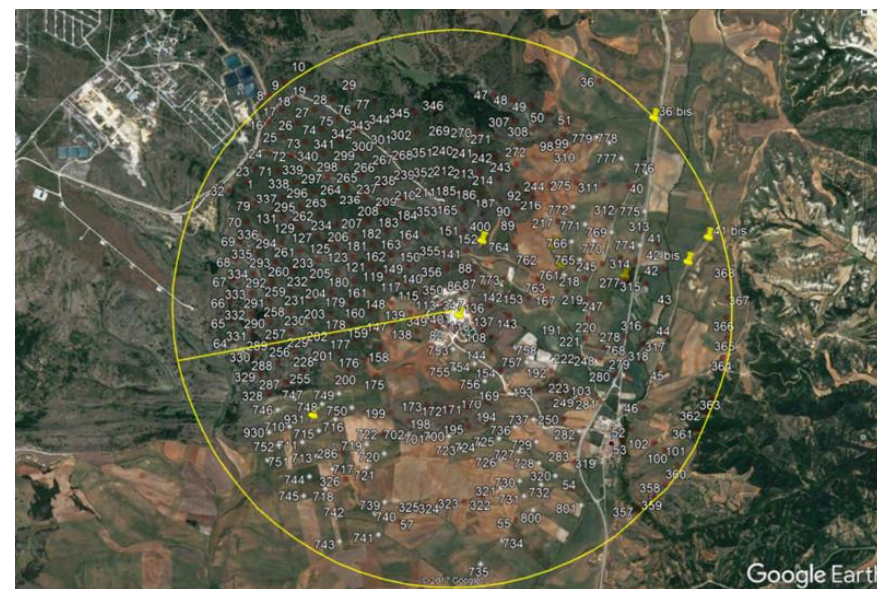
Vodilni partner: BRGM, Francija

Sodelujoči partnerji: 29 partnerjev iz 17 držav

Budžet: 12.5M €



ENOS
Enabling Onshore CO₂ Storage



Hontomin, Španija: Detajlne 3D seizmične VSP preiskave

Hontomin, Španija: Pričetek vtiskavanja CO₂ v jurske karbonate 1500 m globoko



OSTALI PROJEKTI:



- **Geofizikalne preiskave za potrebe različnih infrastrukturnih in gradbenih projektov**

(geoelektrične in seizmične preiskave v okviru geološko-geomehanskih elaboratov)

Namen: pridobitev fizikalnih parametrov in ugotavljanje geološke zgradbe

- **Geofizikalne preiskave na pobočju Karavank nad Koroško Belo**

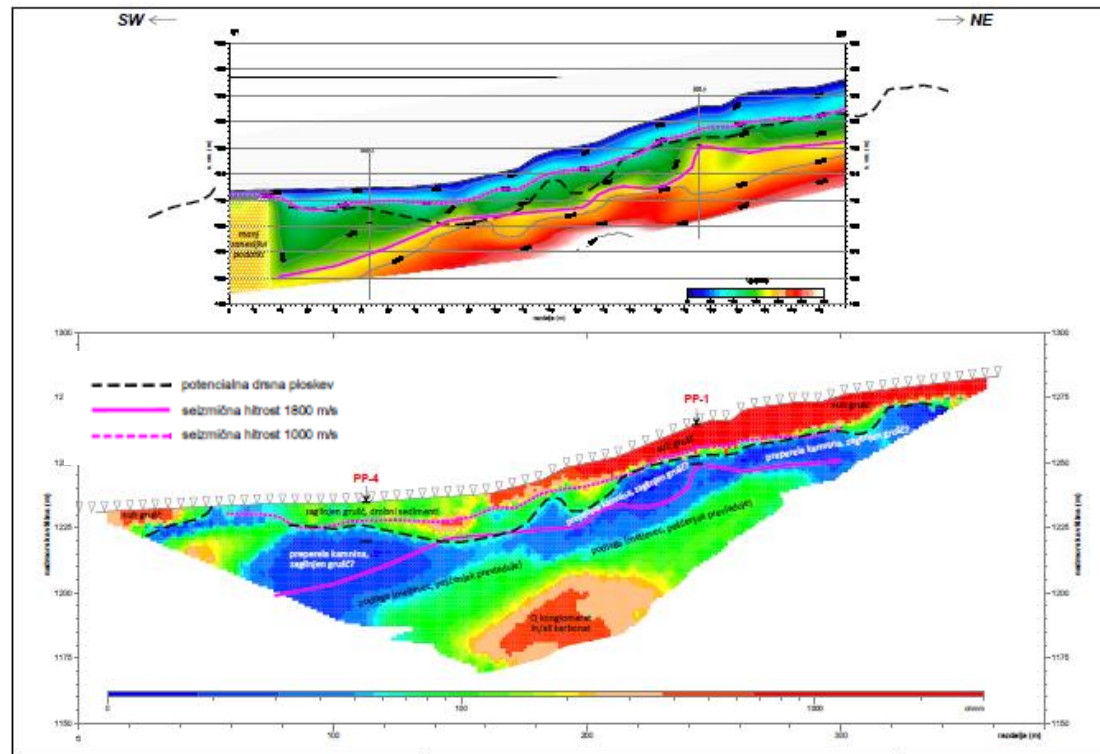
(nadaljevanje preiskav iz 2017; seizmične, geoelektrične in vrstinske preiskave v okviru kompleksnih inženirsko – hidro - strukturno - geoloških raziskav)

Namen: ugotoviti litološko in geološko strukturo nestabilnega območja s posebnim ozirom na mehansko stanje hribinskih mas

- **Geofizikalne preiskave na lokacijah objektov na III. Razvojni osi, odsek Šentrupert – Velenje jug**

(geoelektrične in seizmične preiskave v okviru geološko-geomehanskih elaboratov)

Namen: ugotavljanje fizikalnih parametrov in geološke zgradbe za projektiranje objektov



Seizmični (zgoraj) in geoelektrični (spodaj) tomografski profil s potencialno drsno ploskvijo in oceno mehanskega stanja kamnin (južno pobočje Karavank nad Koroško Belo, raziskave 2017-18)

Hvala za pozornost!