

6. svetovni geotermalni kongres WGC 2020+1, Reykjavik (Islandija) marec – oktober, 2021

Dušan RAJVER

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: dusan.rajver@geo-zs.si

Islandija ni bila slučajno izbrana za organizacijo 6. svetovnega geotermalnega kongresa, saj je prvovrstna predstavnic izkoriščanja geotermalne energije. Vendar pa so islandski organizatorji zaradi nastopa pandemije Covid-19 morali njegov potek precej spremeniti. Po prvotnem načrtu bi se kongres moral odvijati v Reykjaviku od 27. apr. do 1. maja 2020. Tako pa ga je moral organizacijski komite (OK) zaradi nastopa pandemije časovno in organizacijsko precej spremeniti. Najprej ga je dne 13. marca 2020 predstavil za dobro leto dni naprej (21. do 26. maja 2021). Vseeno pa so že 27. aprila 2020 izvedli začasni uvodni virtualni dogodek, ki je obsegal nagovore predsednika Islandije, predsednika in izvršne direktorice IGA, predsednika tehničnega komiteja ter dve predavanji o proizvodnji elektrike iz geotermalne energije (G. Huttner) in neposredni rabi toplote iz geotermalne energije v svetu (J. Lund). Potem pa je OK ugotovil, da tudi ta termin ne bo izvedljiv. Zato so se 4. feb. 2021 odločili, da kongres izvedejo z nekaj mesečnimi virtualnimi dogodki od marca do oktobra 2021 in ga poimenovali »geotermalni semester«. Otvoritveni 2-urni dogodek je bil 30. marca s sedmimi uvodnimi predavanji. Sledili so virtualni celodnevni dogodki (od I do IV), prvi 13. aprila, drugi 11. in 12. maja, tretji 15. junija in četrti 6. julija. Semester se je zaključil s 3-dnevno konferenco v Reykjaviku (glavni dogo-

dek 25.-27. okt. 2021), ki je potekala hibridno (v živo za tiste, ki so prišli na Islandijo in virtualno za ostale registrirane udeležence). Prejšnji svetovni geotermalni kongresi oziroma mednarodni geotermalni simpoziji od leta 1970 dalje so omejeni v poročilu pred šestimi leti (Rajver, 2015).

V izkoriščanju geotermalne energije je Islandija v svetovnem vrhu glede na prebivalstvo, tako glede neposredne rabe toplote iz geotermalne energije kot tudi proizvodnje elektrike iz nje. Prevladuje neposredna raba, posebej ogrevanje prostorov (44,6 % vse izkoriščene geotermalne energije). Daljinsko ogrevanje Reykjavika z geotermalno energijo (sedaj Reykjavik Energy) je bilo uradno ustanovljeno že leta 1946. Delež geotermalne energije v daljinskem ogrevanju se je zvišal iz 43 % v letu 1970 na sedanjih 90 %. V mestih in vaseh deluje okrog 30 ločenih sistemov geotermalnega daljinskega ogrevanja in dodatno še 200 majhnih sistemov na podeželju. Slednji oskrbujejo z vročo vodo individualne kmetije ali skupine kmetij, kakor tudi poletne kočice, rastlinjake in druge uporabnike. Imajo 165 rekreacijskih plavalnih in balneoloških centrov, med njimi jih 140 uporablja geotermalno toploto. Večina plavalnih bazenov je odprta celo leto. Ogrevanje rastlinjakov je za ogrevanjem prostorov druga najvažnejša raba geotermalne energije. Vroč ali delno ohlajeno vodo uporabljajo še za taljenje

snega, industrijske procese (sušilnica morskih alg, dve tovarni soli) in gojenje rib. Islandija je s 755 MW_e deveta na svetu po nameščeni moči geotermalnih elektrarn in z 21636 TJ (6010 GWh) v letu 2019 na osmem mestu po proizvedeni elektriki iz teh elektrarn, v neposredni rabi geotermalne energije pa je na petem mestu s 33598 TJ (9333 GWh) izkoriščene energije v istem letu, brez izkoriščanja toplote plitvega podzemlja s toplotnimi črpalkami pa celo na tretjem mestu (Ragnarsson et al., 2020; Lund & Toth, 2021).

Kongres je zaradi pandemije težko primerjati s tistim leta 2015 v Avstraliji. Več kot 5 tisoč prijavljenih, ki so spremljali virtualne dogodke (predstavitve), je precej preseglo število udeležencev na prejšnjem kongresu, le zaključna 3-dnevna konferenca je bila predvsem zaradi pandemije slabše obiskana. Vodja tehničnega programa prof. R. Horne je navedel, da je bilo za letošnji kongres oddanih 2044 prispevkov (referatov), sprejeto jih je bilo 1898 (iz 100 držav oziroma regij), ki so v zborniku kongresa. Med temi je bilo 653 prispevkov sprejeto kot posterji. V

število prispevkov je ta kongres največji doslej, gre za 42 % porast glede na leto 2015. To je rezultat širitve svetovne dejavnosti v raziskavah in rabi geotermalne energije, kakor tudi vključenosti geotermalne energije v različnih vejah dejavnosti oziroma družbe. Posterske sekcije so bile na spletni strani nepretrgoma odprte od aprila do oktobra 2021 kot video dogodek. Organizatorji so predstavitve ustrezno vsebinsko umestili v virtualne dogodke tako, da so v omenjenih petih dnevih potekala štiri vzporedna predvajanja (angl. streams) istočasno, in to po srednjeevropskem času od 10. ure dopoldne pa do 02. ali celo 04. ure zjutraj (pozne ure so bile večinoma namenjene udeležencem iz drugih časovnih pasov).

Navajam sekcije, razdeljene v štiri virtualne dogodke, tematsko porazdelitev sekcij na teh dogodkih, število predstavitev po sekcijah (virtualne predstavitve v petih dneh od aprila do julija in tiste na zaključni konferenci v Reykjaviku) ter porazdelitev prispevkov po sekcijah v zborniku kongresa (v štirih zvezkih):

Dogodek I: <i>Poslovanje & Okolje (Business & Environment)</i>	Število virtualnih predstavitev	Število predstavitev na zaključni konf.	Število vseh prispevkov
Posodobljena poročila držav (Country updates)	46	8*	91**
Izobraževanje v geotermiji	12	5	29
Okoljski in družbeni vidiki	35	5	59
Trajnost in podnebne spremembe	18	5	37
Politika, pravni in regulativni vidiki	17	5	42
Ekonomija in financiranje	18		27
Poslovne strategije	17	5	30
Primeri (Case Histories)	24	5	49
Družbeni in kulturni vidiki	19	5	38
SKUPAJ:	206	43	402

*od 8 predstavitev je ena predstavitev o izkoriščanju GE na Islandiji, dve predstavitvi pa sta svetovna pregleda izkoriščanja GE (o neposredni rabi oz. proizvodnji elektrike); vse tri so bile plenarne.

**od 91 prispevkov sta dva svetovna pregleda izkoriščanja GE (o neposredni rabi oz. proizvodnji elektrike).

Dogodek II: <i>Geoznanosti (Geosciences)</i>	Število virtualnih predstavitev	Število predstavitev na zaključni konf.	Število vseh prispevkov
Raziskave	71	10	140
Geologija	76	10	151
Geofizika	72	10	155
Geokemija	64	10	132
Ocena virov (Resource Assessment)	39	5	76
Hidrogeologija	18		30
Geomikrobiologija			1
Upravljanje geotermalnega polja	10		20
Veliki podatki in analitika podatkov	11		14
Integrirani energetski sistemi, kaskadna uporaba	12		15
Programska oprema za geotermalne aplikacije	22	5	45
SKUPAJ:	395	50	779

Dogodek III: <i>Inženirstvo (Engineering)</i>	Število virtualnih predstavitev	Število predstavitev na zaključni konf.	Število vseh prispevkov
Vrtanje in dokončanje (ostalih tehnoloških naprav)	60	5	94
Inženiring (geotermalnih) rezervoarjev	54	10	106
Korozija in luščenje (odlaganje kotlovca)	48	5	77
Tehnologija injektiranja (vračanja izrabljenega fluida)	6		14
Proizvodnja elektrike	36	5	73
Proizvodni inženiring, sistemi za zbiranje pare	18	5	42
SKUPAJ:	222	30	406

Dogodek IV: <i>Najpomembnejši razvoj (Cutting Edge)</i>	Število virtualnih predstavitev	Število predstavitev na zaključni konf.	Število vseh prispevkov
Geotermalne toplotne črpalke (GSHP)	35	5	69
Izboljšani geotermalni sistemi (EGS)	59	5	97
Neposredna raba	29	5	53
Zdravje, turizem in balneologija	5		8
Toplota iz naftnih/plinskih polj/premoga	5		12
Daljinsko ogrevanje	12		29
Napredna tehnologija (magma, geotlačni sistemi, itd.)	18		25
Agrikultura (kmetijstvo)	5		5
Pridobivanje mineralov in predelava	5		6
Mednarodna sodelava		5	7
SKUPAJ:	173	20	311

Skupno je bilo 996 virtualnih predstavitev v 34 sekcijah in 143 predstavitev na zaključni konferenci (nekateri sicer le preko videa) v 22 sekcijah.

Kam so usmerjeni glavni napor v raziskavah, razvoju in uveljavljanju geotermalne energije, se vidi iz prevladujočih sekcij z največjim številom prispevkov v kongresnem zborniku: geofizika (155), geologija (151), raziskave (140), geokemija (132), inženiring geotermalnih rezervoarjev (106), EGS (97), sedanje stanje izkoriščanja po državah (91), problemi s korozijo (77), ocenitev geotermalnih virov (76), proizvodnja elektrike (73), geotermalne toplotne črpalke (69), okoljski in družbeni vidiki (59), neposredna raba (53). Znova se je izkazalo, da so posredne in površinske metode (geofizika, geokemija in geologija) še naprej zelo pomembne v raziskavah in upravljanju geotermalnih virov. Precejšnje število prispevkov v sekcijah *Poslovanje in okolje* je odraz prizadevanj izraziteje uveljaviti geotermalno energijo med obnovljivimi viri energije. Številni prispevki o *raziskavah* kažejo na dejavno iskanje novih virov v raznih državah sveta. Velika pestrost prispevkov v še večjem številu sekcij kot na prejšnjem kongresu je postala že težko obvladljiva, vseeno pa lahko najdemo marsikaj poučnega in uporabnega v svojih dejavnostih.

Še nikoli ni bilo na kongresu toliko prispevkov s tematiko o EGS sistemih, kar kaže na zavzetost

močnih raziskovalnih ustanov, vrtalnih podjetij in investorjev dalje razvijati te sisteme z izboljšanjem poznavanja geofizikalnih in hidrogeokemijskih pogojev kljub pglavitnim težavam glede vrtanja in stimulacije rezervoarja. V sekciji *Geofizika* je bilo poleg seizmičnih metod raziskav veliko prispevkov o uporabi magnetotelurike, seveda predvsem v raziskavah srednje in visokotemperaturnih sistemov. Izpostavim lahko še nekaj zanimivih prispevkov: (a) prispevek o karakterizaciji geotermalnega rezervoarja (detekcija prelomov, interpretacija seizmičnih faciesov, itd.) z integracijo podatkov več disciplin, gravimetrije, seizmike in VSP, pri tem pa so uporabili umetno inteligenco in še posebej strojno učenje (angl. machine learning) kot obetavni tehniki za asimilacijo velikih podatkov; (b) zanimiv primer kombinacije treh geofizikalnih metod v južnem Čilu; (c) kako pridobiti več geotermalne energije iz globokih razpokanih kamnin podlage v Zgornjereanskem jarku; (č) prednosti podzemnih mestnih toplotnih otokov za plitve geotermične aplikacije (primer mesta Köln); (d) predstavitev obdelav z mehko stimulacijo v geotermalnih rezervoarjih; (e) Prva evropska zbirka preizkusov toplotne odzivnosti (TRT); (f) modeliranje spremembe stopnje toplotne izmenjave geosonde v velikem sistemu GSHP. In še bi lahko našteval. Prispevkov o raziskavah v nizko-temperaturnih geotermalnih sistemih ni bilo prav veliko.

Pod okriljem kongresa se je v dneh 23.-24. oktober 2021 odvijalo nekaj kratkih tečajev pred zaključno konferenco. To so bili: (1) *Uncertainty, risk and decision analysis*, (2) *Geothermal drilling: standards, strategies and reduction of risks and costs*, (3) *Utilization of low- to medium- temperature geothermal resources* in (4) *Conceptual modeling of geothermal systems*. Vse to so aktualne teme, kar je dvignilo pomembnost in uspešnost kongresa. V kongresnem centru Harpa je med zaključno konferenco kongresa potekala predstavitev industrije, t.j. nekaterih najbolj znanih razvojnih institucij ter proizvajalcev in serviserjev raziskovalne in proizvodne opreme (za vrtine, cevovode, toplotne postaje, elektrarne, itd.) v geotermalnih raziskavah in razvoju ter izkoriščanju geotermalne energije. V ponudbi kongresa je bila tudi izvedba petih geotermalnih terenskih izletov med zaključno konferenco in po njej, ter izvedba štirih ekskurzij, vendar mi je ostalo neznano koliko so jih dejansko izvedli.

Kongres v Reykjavíku je pokazal vztrajno rast v geotermalnem razvoju, če primerjamo stanje le tega v obdobju treh mejnikov (Tabela 1). Za ta kongres je skupno 89 držav ali regij poročalo o izkoriščanju geotermalne energije za neposredno rabo. Med njimi je 28 držav poročalo o proizvodnji elektrike iz geotermalne energije. Iz dveh državah (Tajvan in Nikaragva) omenjajo namreč le proizvodnjo elektrike iz geotermalne energije, ne pa neposredne rabe njene toplote. Glede na številke, poročane za WGC 2015, se je v letu 2019 proizvedlo za 29,8 % več električne energije iz geotermalne, porast v neposredni rabi geotermalne toplote pa je bil še bolj intenziven, kar za 72,3 % več glede na poročano leta 2015 (Tabela 1). Največji delež v porastu prispeva koriščenje toplote plitvega podzemlja s toplotnimi črpalkami (58,8 %), ki se odvija v 58 državah ali regijah. V

zadnjih petih letih so izdelali 2647 vrtin v 42 državah, bodisi za neposredno rabo bodisi za proizvodnjo elektrike.

Glede izkoriščanja geotermalne energije v Sloveniji je ob koncu 2019 znašala nameščena zmogljivost naprav za neposredno rabo 263 MW_t, letna izkoriščena geotermalna energija pa 1609 TJ ali 447 GWh (Rajver et al., 2020a), ob koncu leta 2020 pa 275 MW_t in zaradi pandemije nekaj manj izkoriščene energije (1546,5 TJ ali 428,8 GWh), obakrat vključno z geotermalnimi toplotnimi črpalkami v koriščenju toplote plitvega podzemlja (Rajver et al., 2021). Prispevek geotermalnih toplotnih črpalk je v letu 2020 znašal 218,2 MW_t oziroma 1090 TJ (302,7 GWh). Različne vrste uporabe pa zajemajo: individualno ogrevanje prostorov in pripravo sanitarne vode, daljinsko ogrevanje, klimatizacijo/hlajenje, ogrevanje rastlinjakov, kopanje in plavanje z balneologijo, taljenje snega ter geotermalne toplotne črpalke.

Iz Geološkega zavoda Slovenije je kongres (kolikor se je dalo) spremljal pisec tega prispevka, ki je imel dve virtualni predstavitvi (Rajver et al., 2020a; Rajver et al., 2020b), so pa bile še tri predstavitve (dve virtualni in en poster), v katerih so (so)avtorji sodelavci Geološkega zavoda Slovenije (Diepolder et al., 2020; Kłonowski et al., 2020; Goetzl et al., 2020) in pa ena predstavitev, v kateri sta avtorici iz Fakultete za turizem Univerze v Mariboru (Turnšek et al., 2020). Naslednji svetovni geotermalni kongres bo že leta 2023 na Kitajskem, še prej pa bo oktobra 2022 že naslednji evropski geotermalni kongres v Berlinu. (www.europeangeothermalcongress.eu).

Video predstavitve na kongresu bodo na spletni strani dostopne še do konca oktobra 2022 (torej 1 leto od zaključne 3-dnevne konference).

Tabela 1. Stanje izkoriščanja geotermalne energije v svetu; navedena so leta, v katerih je bilo poročano na kongresih (Huttrer, 2020; Lund & Toth, 2021).

Leto	2010	2015	2020
Proizvodnja elektrike			
Instalirana kapaciteta (MWe)	10897	12284	15950
Proizvedena elektrika (GWh/leto)	67246	73549	95098
Koeficient izkoristka	0,72	0,72?	n.p.
Število držav	24	26	30
Neposredna raba			
Instalirana kapaciteta (MWt)	48493	70885	107727
Izkoriščena energija (TJ/leto)	423830	592638	1020887
Koeficient izkoristka	0,277	0,265	0,30
Število držav	78	82	88

Viri

- Diepolder, G.W., Borović, S., Herms, I. & the HotLime Team 2020: HotLime – Mapping and assessment of geothermal plays in deep carbonate rocks. Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland, IGA: 9 p.
- Goetzl, G., Dilger, G., Grimm, R., Hofmann, K., Holeček, J., Černak, R., Janža, M., Kozdroj, W., Kłonowski, M., Hajto, M., Gabriel, P. & Gregorin, Š. 2020: Strategies for fostering the use of shallow geothermal energy for heating and cooling in Central Europe – Results from the Interreg Central Europe project GEOPLASMA-CE. Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland, IGA, 17 p.
- Huttrer, G.W. 2020: Geothermal power generation in the World 2015-2020 Update report. Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland, IGA: 17 p.
- Kłonowski, M., Herms, I., Goetzl, G., Borović, S., Garcia-Gil, A., Ditlefsen, C., Boon, D., Veloso, F., Petitclerc, E., Janža, M., Erlström, M., Holeček, J., Hunter Williams, N.H., Vandeweyer, V.P., Černak, R. & Malyuk, B. 2020: Managing urban shallow geothermal energy (Preliminary results of the MUSE project). Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland, IGA: 8 p.
- Lund, J.W. & Toth, A.N. 2021: Direct utilization of geothermal energy 2020 worldwide review. *Geothermics*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.101915>
- Ragnarsson, A., Steingrímsson, B. & Thorhallsson, S. 2020: Geothermal development in Iceland 2015-2019, Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland: 14 p.
- Rajver, D. 2015: 5. Svetovni geotermalni kongres v Melbournu (Avstralija). *Geologija*, 58/2: 263-264.
- Rajver, D., Rman, N., Lapanje, A. & Prestor, J. 2020a: Geothermal country update report for Slovenia, 2015-2019. Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland, IGA: 16 p.
- Rajver, D., Casasso, A., Capodaglio, P., Cartannaz, C., Maragna, C., Prestor, J. & Jež, J. 2020b: Shallow geothermal potential with borehole heat exchangers (BHEs): three case studies in the Alps. Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland, IGA: 13 p.
- Rajver, D., Pestotnik, S., Prestor, J., Svetina, J., Janža, M., Rman, N. & Lapanje, A. 2021: Uveljavljanje plitve geotermalne energije med drugimi obnovljivimi viri energije za ogrevanje in hlajenje. V: Senegačnik, A. (ur.): Mineralne surovine v letu 2020 (bilten), GeoZS, Ljubljana: 143-156.
- Turnšek, M., Thorarinsdóttir, R., Boedijn, A., Baeza, E., Espinal, C., Van Den Ven, R. & Pavlakovič, B. 2020: Adding value to geothermal food production through experience design. Proceedings, World Geothermal Congress 2020+1, Reykjavik, Iceland, IGA: 9 p.