

# Zgodovina Sekcije za kriosfero pri Slovenskem združenju za geodezijo in geofiziko

Mihaela Triglav Čekada\*, Polona Vreča\*\*

## Povzetek

V Sloveniji se različni strokovnjaki ukvarjajo s preučevanjem snega in ledenikov že vrsto let. Da bi bolje povezali raziskovalce in znanje na tem področju, predstavili njihove dejavnosti in bolj usklajeno delovali tako v Sloveniji kot na širšem mednarodnem področju ter se včlanili v International Association of Cryospheric Sciences (IACS), smo leta 2012 v okviru Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko (SZGG) ustanovili Sekcijo za kriosfero. V članku je podan pregled delovanja sekcije od ustanovitve do danes.

**Ključne besede:** kriosfera, sneg, led, Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko, IACS, IUGG

**Key words:** cryosphere, snow, ice, Slovenian association of geodesy and geophysics, IACS, IUGG

## Uvod

Kriosfera obravnava vse pojavnosti snega in ledu ter stalno zamrznjenih tal (permafrost). Obravnava njihovo današnjo kot tudi historično pojavnost. V okviru raziskav kriosfere med drugim lahko preučujemo: metamorfozo snega in ledu, fizikalne lastnosti snežne odeje (višina snežne odeje, snežni plazovi), kemijsko sestavo snega in ledu, vpliv snega in njegovega taljenja na napajanje vodonosnikov in površinski odtok, pojavnost in obnašanje današnjih snežišč in ledenikov, preučevanje preteklega poledenitve iz geoloških in geomorfoloških ostalin (npr. pleistocenska poledenitev), preučevanje obnašanja današnjega in preteklega permafrosta (npr. preučevanje reliktnih kamnitih ledenikov), preučevanje poledenitev in permafrosta v jamah (npr. poligonalna tal). Tudi v Sloveniji se različne inštitucije že dolgo ukvarjajo z različnimi zgoraj opisanimi temami. Omenimo lahko preučevanje in poučevanje geomorfologije ledeniškega reliefa, ki ju že dolgo izvajajo na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani (npr. Kunaver, 1975, 2014) ter na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU (npr. Šifrer, 1955), kjer že od leta 1946 naprej redno spremljajo Triglavski ledenik in Ledenik pod Skuto (npr. Gabrovec et al., 2014) ter preučujejo snežne plazove (npr. Gams, 1955; Pavšek, 2002). Pri preučevanju ledenikov oz. preučevanju geomorfologije so nujne tudi detajlne geodetske izmere, zato so bili različni geodeti že zelo zgodaj vključeni v preučevanje ledenikov. Tako je že leta 1952 Marjan Jenko prvič tahimernično izmeril Triglavski ledenik, redne skoraj vsakoletne geodetske meritve Triglavskega ledenika pa je začel izvajati leta 1999 današnji Geodetski inštitut Slovenije (Triglav Čekada, 2012).

Veliko aktivnosti je v preteklosti potekalo tudi na področju povečanja varstva in zaščite pred snegom in snežnimi plazovi, kjer sodelujejo Gorska reševalna zveza Slovenije (GRZS), Agencija RS za okolje (ARSO) in Geografski inštituti Antona Melika ZRC SAZU. Na tem področju je bil že od šestdesetih letih preteklega stoletja zelo aktiven Pavle Šegula, ki je spremljal raziskave na področju snega, ledu, plazov in ledenikov ter leta 1995

---

\*Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana in Univerza v Ljubljani in Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana.

\*\* Odsek za znanosti o okolju, Institut "Jožef Stefan", Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

pripravil tudi šestjezični slovar sneg in plazovi, bil pa je tudi pobudnik ustanovitve Podkomisije za snežne plazove (danes Komisije za reševanje iz plazov) pri Gorski reševalni službi Slovenije (Pavšek, 2019).

Monitoring kemijske sestave padavin, tudi snežnih, izvaja na izbranih lokacijah ARSO, v gozdnih sestojih pa Gozdarski inštitut Slovenije (GozdIS). V Sloveniji poteka tudi raziskovalni monitoring izotopske sestave kisika in vodika v padavinah. Prve izotopske raziskave padavin, tudi snežnih, so bile opravljene v obdobju 1972-1975 na lokacijah Šmarata, Postojna in Logatec (Gospodarič in Habič, 1976). Kasneje so pričeli izvajati raziskave na Institutu "Jožef Stefan" v sodelovanju z International Atomic Energy Agency (IAEA) in Hidrometeorološkim zavodom (danes ARSO), ko so leta 1981 v Ljubljani pričeli mesečno spremljati izotopsko sestavo padavin (Pezdič, 1999, Vreča et al. 2008). Od leta 1997 pa so potekale raziskave, ki so jih izvajale različne institucije, na več kot 30 različnih lokacijah po Slovenij (Vreča in Malenšek, 2016). O sistematičnih kemijskih raziskavah snežne odeje podatkov v dostopni literaturi nismo našli, vendar je potrebno poudariti, da podroben zgodovinski pregled rezultatov raziskav kriosfere v Sloveniji do danes ni bil opravljen.

V mednarodnem prostoru je na področju raziskav kriosfere dejavno Mednarodno združenje za znanosti o kriosferi (International Association of Cryospheric Sciences – IACS), ki deluje pri Mednarodni zvezi za geodezijo in geofiziko (International Union of Geodesy and Geophysics – IUGG) od leta 2007 dalje. Slovenija v IACS do leta 2013 ni mogla sodelovati, saj ni imela nacionalnega predstavnika. Zato je prišlo v letu 2012 do pobude, ki je kot bo opisano v nadaljevanju, privedla do ustanovitve Sekcije za kriosfero pri Slovenskem združenju za geodezijo in geofiziko (SZGG) in nam omogočila nova povezovanja tudi v okviru IACS.

### **Ustanovitev Sekcije za kriosfero pri SZGG**

Na letni skupščini Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko (SZGG) leta 2012 smo dr. Polona Vreča (Institut "Jožef Stefan"), mag. Miha Pavšek (Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU) in dr. Mihaela Triglav Čekada (Geodetski inštitut Slovenije) ugotovili, da bi bilo smiselno v okviru društva ustanoviti samostojno Sekcijo za kriosfero, ki bi pokrivala področje dela mednarodnega združenja za znanosti o kriosferi (International Association of Cryospheric Sciences - IACS). Različne dejavnosti, ki bi sicer lahko sodile v to sekcijo, so bile predstavljene že pred tem v okviru ostalih obstoječih sekcij združenja, kot so Sekcija za geodezijo, Sekcija za hidrologijo in Sekcija za meteorologijo in atmosfere znanosti. Tudi med referati je že bilo v zadnjih deset letih predstavljenih nekaj tem, ki so bile s tem področjem direktno povezane: npr. daljinsko zaznavanje snega (Horvat et al. 2009), izotopska sestava padavin (Vreča in Brenčič, 2009) ter zgodovina geodetskih in fotogrametričnih izmer na Triglavskem ledeniku (Triglav Čekada, 2012). Z ustanovitvijo sekcije in njeno vključitvijo v IACS, bi se članom SZGG med drugim odprle večje možnosti za mednarodne izmenjave raziskovalcev ter bi imeli hitrejši dostop do podatkov o mednarodnih simpozijih in delavnicah z obravnavanega področja. Zato je 22. 5. 2012 dr. Mihaela Triglav Čekada poslala na SZGG skupno pobudo za ustanovitev Sekcije za kriosfero pri SZGG. Pobudo je izvršni odbor SZGG (IO SZGG) obravnaval na dopisni seji v maju 2012, na kateri so vsi člani IO podprli ustanovitev osme sekcije znotraj SZGG-ja, t.j. Sekcije za kriosfero. Formalno je bila ustanovitev Sekcije za kriosfero potrjena na redni letni skupščini SZGG v januarju 2013. Na isti dopisni seji IO SZGG so predlagali dr. Polono Vreča (Institut "Jožef Stefan") za začasno predstavnico novo ustanovljene sekcije, ki je bila na redni letni skupščini 2013 potrjena tudi kot prva

zastopnica Sekcije za kriosfero ter izvoljena v IO SZGG. Na redni letni skupščini v januarju 2013 je dr. Polona Vreča tudi predstavila ustanovitev sekcije ter delo različnih strokovnjakov v preteklem letu, ki se v Sloveniji ukvarjajo s snegom ali ledom, v obliki prve predstavitve delovanja Sekcije za kriosfero na SZGG (Vreča, 2013). Dr. Polona Vreča je sekcijo vodila med leti 2013 in 2017, v letu 2018 pa je bila izvoljena za predsednico društva SZGG. V mandatu 2018-2022 vodi Sekcijo za kriosfero dr. Mihaela Triglav Čekada.

### **Dejavnost sekcije za kriosfero med leti 2012 in 2019**

Na vsakoletni redni letni skupščini v januarju tekočega leta zastopnica sekcije predstavi delo iz preteklega leta na področju kriosfere v Sloveniji. Prva predstavitev je bila za dejavnosti opravljene v letu 2012 (Vreča, 2013), potem pa so sledile še predstavitve za vsa naslednja leta (Vreča et al., 2014, 2015, 2016, 2017, 2018; Triglav Čekada et al., 2019). Predstavitve so prosto dostopne na spletnem mestu SZGG.

V letu 2012 smo pred ustanovitvijo sekcije opravili kratek pregled aktivnosti na področju raziskav kriosfere in ugotovili, da na tem področju deluje vsaj 27 raziskovalcev, ki so izkazali interes za sodelovanje s Sekcijo za kriosfero. Vendar pa so o svojih dejavnostih v nadaljnjih letih poročali le nekateri. Vseskozi so o svojem delovanju poročale med leti 2012 in 2018 naslednje inštitucije:

- Agencija RS za okolje (ARSO)
- Geodetski inštitut Slovenije (GI)
- Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU (GIAM)
- Gozdarski inštitut Slovenije (GozdIS)
- Gorska reševalna zveza Slovenije (GRZS)
- Institut "Jožef Stefan" (IJS)
- Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU (IZKR)
- Slovenski meteorološki formu (Slometeo)
- Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za podiplomski študij, Krasoslovje (UNG)

Občasno pa so poročali o svojem delovanju še:

- Geološki zavod Slovenije (GeoZS)
- Športno društvo Freeapproved (Freeapproved)
- Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo (FF UL)
- Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehnična fakulteta, Oddelek za geologijo (NTF UL)

Sodelujoči so letno izpostavljali različne projekte, ki so se nanašali na raziskave kriosfere, poročali o prenosu ugotovitev strokovni in širši javnosti v obliki referatov, člankov in delavnic, ki so jih organizirali ali se jih udeležili. Glavne aktivnosti različnih inštitucij vključenih v sekcijo za kriosfero iz tega obdobja so bile:

- Spremljanje trenutnega stanja Triglavskega ledenika in Ledenika pod Skuto: pri katerem sta sodelovala GIAM in GI
- Obdelava arhivskih podatkov o slovenskih in okoliških ledenikih: GI in GIAM
- Spremljanje snežnih razmer in izdelava kart nevarnosti pred snežnimi plazovi: GIAM, GI in ARSO
- Terenska opazovanja lastnosti snežne odeje: GRZS, ARSO, IJS in GIAM
- Monitoring izotopske sestavine padavin, tudi snega: IJS in ARSO

- Modeliranje metamorfoze snega s pomočjo stabilnih izotopov v vodi: IJS in NTF
- Raziskave kroženja vode, vključno z vplivom snega ter njegovim vplivom na vodni krog z uporabo H in O izotopov: IJS in NTF
- Sodelovanje pri opisu trenutno uporabnih metod izmere snega, ki se uporabljajo v Evropi, v sklopu izdelave knjige »European Snow Booklet«: ARSO, GozdIS, GIAM, IJS
- Razvoj, postavitve samodejnih meteoroloških postaj za spremljanje mikrometeoroloških meritev v različnih gozdnih sestojih: GozdIS
- Dolgoletno redno spremljanje podnebnih razmer v mrziliščih: GozdIS, Slometeo in Freeapproved
- Popis vsakoletnega reševanja v gorah: GRZS
- Usposabljanje gorskih reševalcev: GRZS in GIAM
- Sestava rednih plazovnih biltenov: ARSO in GIAM
- Obdelava in homogenizacija dolgoletnih nizov meteoroloških opazovanj povezanih s snegom (višina snežne odeje, št. dni s snežno odejo...) za spremljanje in napovedovanje podnebnih sprememb: ARSO
- Raziskovanje ledenih jam in preučevanje kriogenih oblik v jamskih tleh (npr. poligonalna tla v jamah): IZKR in UNG
- Preučevanje razvoja poledenitve od poznega glaciala do danes: FF UL, GeoZS in GIAM
- Raziskave večinoma reliktnega permafrosta (npr. kamniti ledeniki) v slovenskih Alpah: GI, GIAM in GeoZS

Od ustanovitve sekcije v letu 2013 do danes smo člani SZGG na rednih skupščinah predstavili tudi povprečno en referat na leto, ki je bil vsebinsko povezan s kriosfero:

- Izotopska sestava padavin in snega na območju Julijskih Alp in Karavank (Vreča et al., 2013)
- Zračno lasersko skeniranje zasneženega površja (Triglav Čekada et al., 2013)
- Snežni plazovi in preventiva v Srednjih Karavankah (Volk Bahun et al., 2015)
- Lasersko skeniranje Slovenije in akumulacijske reliefne oblike v slovenskem visokogorju (Triglav Čekada et al., 2016)
- Ledeniki na kartah vojaške izmere avstro-ogrske monarhije (Triglav Čekada, 2018)
- Pavle Šegula (1923-2017) in njegov pomen za poznavanje domačih in tujih raziskav s področja kriosfere (Pavšek, 2019)
- Spreminjanje premikov in oblikovanja poligonalnih tal v Skedneni jami s terestričnim laserskim skeniranjem (Mihevc in Urbančič, 2019)

Dejavnosti, ki obsegajo raziskave kriosfere, pa so seveda tesno povezane z ostalimi sekcijami SZGG, kjer med predstavljenimi referati prednjači velika povezanost s Sekcijo za geodezijo. Prej opisane vsakoletne dejavnosti pa so močno povezane še s Sekcijo za meteorologijo in atmosferske znanosti ter s Sekcijo za hidrologijo.

## Sklep

Kratek zgodovinski pregled delovanja Sekcije za kriosfero pokaže, da je v Sloveniji pestrost raziskav snega in ledu zelo velika, a precej razpršena. Zato je izmenjava in prenos znanja še vedno omejen na manjše interesne skupine, med katerimi se nekatere posamezni

problematiki posvečajo že zelo dolgo, sistematično in detajlno (npr. spremljanje Triglavskega ledenika). Tudi strokovnjaki, ki se z različnimi povezanimi problematikami ukvarjajo manj časa, predstavljajo pomembne izsledke tako v slovenskem kot mednarodnem prostoru. Za razumevanje pojavnosti kriosfere, poznavanje njenih lastnosti in preobrazbe ter vplivov na naravo in družbo je zato zelo pomembno povezovanje strokovnjakov iz različnih področij. Takšno povezovanje omogoča tudi sodelovanje v Sekciji za kriosfero pri SZGG.

## Literatura

- Gabrovec, M., Hrvatina, M., Komac, B., Ortar, J., Pavšek, M., Topole, M., Triglav Čekada, M., Zorn, M., Kladnik, D., Perko, D. (2014). Triglavski ledenik. Geografija Slovenije, 30. Ljubljana: Založba ZRC.
- Gams, I. (1955). Snežni plazovi v Sloveniji v zimah 1950-1954. Geografski zbornik, 121-215.
- Gospodarič, R., Habič, P. (1976). Underground water tracing; investigations in Slovenia 1972-1975. ZRC SAZU, Postojna, 309 p.
- Horvat, A., Vidmar, A., Petan, S., Brilly, M. (2009). Uporabnost daljinskega zaznavanja snega v Sloveniji. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2008: zbornik predavanj, Ljubljana, 22. januar 2009, 35-47.
- Kunaver, J. (2014). Kaninski skednji in drugi sledovi ledeniške erozije v Zgornjem Posočju. Ekskurzije in povzetki, 3. zborovanje slovenskih geomorfologov, Livške Ravne, 30. 5. - 1. 6. 2014. Ljubljana.
- Kunaver, J. (1975). H geomorfološkem razvoju Bovške kotline v pleistocenu. Geografski vestnik, 11-41.
- Mihevc, A., Urbančič, T. (2019). Spreminjanje premikov in oblikovanja poligonalnih tal v Skedneni jami s terestričnim laserskim skeniranjem. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2018: zbornik del, Ljubljana, 31. januar 2019, 121-130.
- Pavšek, M. (2019). Pavle Šegula (1923-2017) in njegov pomen za poznavanje domačih in tujih raziskav s področja kriosfere. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2018: zbornik del, Ljubljana, 31. januar 2019, 145-153.
- Pavšek, M. (2002). Snežni plazovi v Sloveniji. Geografija Slovenije 6. Ljubljana, 212 p
- Pezdnič, J. (1999). Izotopi in geokemijski procesi. Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Ljubljana, 269 p.
- Šifrer, M. (1955). Dolina Tolminke in Zalašče v pleistocenu. Geografski zbornik, 253-295.
- Vreča, P., Triglav Čekada, M., Pavšek, M., Polajnar, D., Sinjur, I., Vertačnik, G., Poredoš, A., Merše, J., Blažica, V., Košutnik, J., Žebre, M. (2018). Sekcija za kriosfero: poročilo o delu v letu 2017. Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko. [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2017/SZGG\\_IACS\\_2017.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2017/SZGG_IACS_2017.pdf)
- Vreča, P., Triglav Čekada, M., Pavšek, M., Ortar, J., Polajnar, D., Sinjur, I., Vertačnik, G., Košutnik, J., Žebre, M. (2017). Sekcija za kriosfero: poročilo o delu v letu 2016. Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko, 2017. [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2016/SZGG\\_IACS\\_2016.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2016/SZGG_IACS_2016.pdf)
- Vreča, P., Malenšek, N. (2016). Slovenian Network of Isotopes in Precipitation (SLONIP) – a review of activities in the period 1981-2015. Geologija, 59/1, 57-73, doi.org/10.5474/geologija.2016.004.
- Vreča, P., Triglav Čekada, M., Pavšek, M., Ortar, J., Polajnar, D., Sinjur, I., Košutnik, J., Brenčič, M., Vertačnik, G., Mihevc, A. (2016). Sekcija za kriosfero: pregled aktivnosti v letu 2015. Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko. [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2015/SZGG\\_IACS\\_2015.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2015/SZGG_IACS_2015.pdf)
- Vreča, P., Triglav Čekada, M., Pavšek, M., Polajnar, D., Sinjur, I., Košutnik, J., Brenčič, M., Vertačnik, G., Mihevc, A. (2015). Sekcija za kriosfero: poročilo o delu v letu 2014. Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko. [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2014/SZGG\\_IACS\\_2014.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2014/SZGG_IACS_2014.pdf)
- Vreča, P., Triglav Čekada, M., Pavšek, M., Polajnar, D., Sinjur, I., Košutnik, J., Brenčič, M., Ogrin, M. (2014). Sekcija za kriosfero: poročilo o delu za leto 2013. Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko. [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2013/Porocilo\\_IACS\\_2013.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2013/Porocilo_IACS_2013.pdf)
- Vreča, P. (2013). Sekcija za kriosfero: Ustanavljanje in pregled aktivnosti v letu 2012. Ljubljana: Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko. [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2012/Porocilo\\_IACS\\_2012.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2012/Porocilo_IACS_2012.pdf)
- Vreča, P., Brenčič, M., Sinjur, I., Vertačnik, G., Volk Bahun, M., Ortar, J., Torkar, A., Stibilj, V., Pavšek, M. (2013). Izotopska sestava padavin in snega na območju Julijskih Alp in Karavank. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2012: zbornik predavanj. Ljubljana, 29. januar 2013, 17-25.
- Vreča, P., Brenčič, M. (2009). Izotopska sestava padavin in v Sloveniji in njen pomen za raziskave kroženja vode. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2008: zbornik predavanj. Ljubljana, 22. januar 2009, 7-18.

- Vreča, P., Krajcar Bronić, I., Leis, A., Brenčič, M. (2008). Isotopic composition of precipitation in Ljubljana (Slovenia). *Geologija*, 51/2, 169–180, doi:10.5474/geologija.2008.018.
- Volk Bahun, M., Zorn, M., Ortar, J., Pavšek, M. (2015). Snežni plazovi in preventiva v Srednjih Karavankah. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2014: zbornik del, Ljubljana, 29. januar 2015, 103-113.
- Triglav Čekada, M., Sinjur, I., Polajnar, D., Vreča, P., Pavšek, M., Bajcer, B., Košutnik, J. (2019). Sekcija za kriosfero: poročilo o delu v letu 2018. Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko. [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2018/SZGG\\_IACS\\_2018.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/SUGG/porocila/2018/SZGG_IACS_2018.pdf)
- Triglav Čekada, M. (2018). Ledeniki na kartah vojaške izmere avstro-ogrske monarhije. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2017: zbornik del, Ljubljana, 25. januar 2018, 153-165.
- Triglav Čekada, M., Barborič, B., Zorn, M., Ferk, M. (2016). Lasersko skeniranje Slovenije in akumulacijske reliefne oblike v slovenskem visokogorju. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2015: zbornik del, Ljubljana, 28. januar 2016, 51-65.
- Triglav Čekada, M., Bric, V., Klanjšček, M., Barborič, B., Pavšek, M. (2013). Zračno lasersko skeniranje zasneženega površja. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2012: zbornik del, Ljubljana, 29. januar 2013, 85-93.
- Triglav Čekada, M. (2012): Geodetske in fotogrametrične meritve Triglavskega ledenika. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2011: zbornik predavanj, Ljubljana, 26. januar 2012, 7-17.