

Geodetske in fotogrametrične meritve Triglavskega ledenika

Mihaela Triglav Čekada*

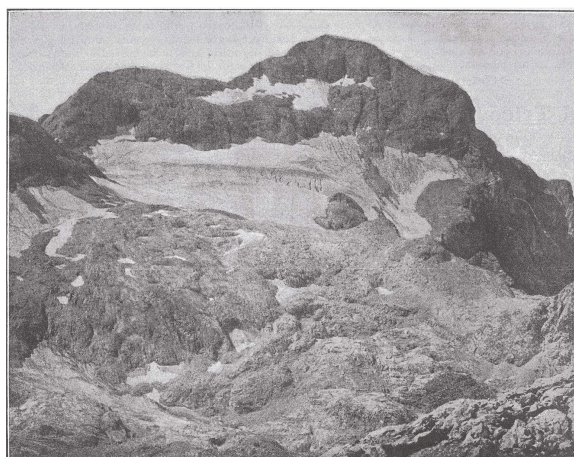
Povzetek

Članek prinaša popis izvedbe in rezultatov različnih izmer Triglavskega ledenika od leta 1952 do 2011. Obseg Triglavskega ledenika sicer je z ročnimi meritvami merjen že od leta 1946 naprej. V letu 1952 so prvič izvedli prave geodetske tahimetrične meritve ledenika. Naslednje tahimetrične meritve so sledile v letu 1995. Z letom 1999 smo pričeli izvajati geodetske meritve oslonilnih točk za potrebe fotogrametričnih snemanj Triglavskega ledenika, ki smo jih do leta 2007 izvajali na vsaki dve leti. Po letu 2007 se tahimetrične in dopolnilne fotogrametrične meritve izvajajo vsako leto.

Uvod

Triglavski ledenik leži na severni strani našega najvišjega vrha na nadmorski višini 2390 do 2560 m (Šifrer, Košir, 1976). Ledenik je nastal v obdobju tako imenovane male ledene dobe, katere zadnji ledeniški sunek naj bi bil leta 1850 ali nekaj desetletij kasneje. Takrat naj bi bil ledenik tako debel, da naj bi segal skoraj do vrha Glave (Meze, 1955).

Različnih zgodovinskih virov, ki prikazujejo obseg Triglavskega ledenika, je zelo veliko. Tako so nam na voljo prvi slikovni viri že iz sredine 19. stoletja. V Narodnem muzeju v Ljubljani je na ogled slika M. Pernharta iz leta 1849, ki prikazuje panoramo Triglava. Na njej ledenik sega vse do roba Triglavske severne stene. Boljšo primerjavo z novejšimi fotografijami omogoča fotografija R. Convizcka narejena leta 1897 ob odpravi tržaških planincev na Triglav (Slika 1) (Gabrovec, Peršolja, 2004).



Slika 1: Triglavski ledenik leta 1897 (foto: R. Convizcka)

Od leta 1946 pa je Triglavski ledenik deležen stalnih opazovanj in raziskav s strani Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU. Sprva so vsakoletne jesenske meritve ob koncu talilne dobe obsegale merjenje odmika ledu oz. snega od merilnih točk zarisanih po grbinah okoli ledenika. Te točke so bile večinoma zarisane že v letu 1946. Ta metoda je bila zelo uporabna samo prvih nekaj let meritev, ko je bil ledenik še precej debel in se je sklenjeno umikal. Ko pa se je ledenik pričel hitreje tanjšati, je začel na spodnjem koncu

* dr., Geodetski inštitut Slovenije, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

razpadati na manjše kose. Takrat se je prej omenjeni metodi izmere pridružila še metoda zarisovanja črt robu ledenika, torej do kam je ledenik v posameznem letu segal. Več črt so zarisali tam, kjer so grbine razkosale ledenik na manjše jezike. Tudi te črte so v prihodnjih letih služile za izmero odmika ledenika (Šifrer, Košir, 1976). Da pa bi krčenje ledenika čim bolj nazorno beležili, so ga tudi fotografirali. Najprej so določili stalne točke za fotografiranje: za ujetje celotnega ledenika – Begunjski vrh nad Staničevo kočo, za ujetje zgornjega robu ledenika – stalna točka blizu nekdanjega totalizatorja na vzhodni strani ledenika, z Glave in izpod doma na Kredarici (Šifrer, Košir, 1976).

Poleg prej omenjenih preprostih metod izmere oddaljenosti ledenika s pomočjo kompasa in vrvi ali metra je bil ledenik deležen tudi nekaj geodetskih meritev s teodolitom. Prva geodetska meritev s teodolitom je bila opravljena v letu 1952, naslednja v letu 1995. Z letom 1999 pa so se pričele geodetske meritve ledenika ali oslonilnih točk okoli ledenika za potrebe fotogrametrične izmere ledenika.

Leta 1976 so pričeli ledenik redno, približno enkrat mesečno, fotografirati s panoramskim nemetričnim fotoaparatom Horizont z dveh stalnih stojišč v okolici Triglavskega doma na Kredarici (Triglav Čekada et al., 2011).

Ledenik je bil v letih 1999 in 2000 deležen tudi georadarskih meritev, s katerimi so izmerili debelino ledenika (Verbič, Gabrovec, 2002).

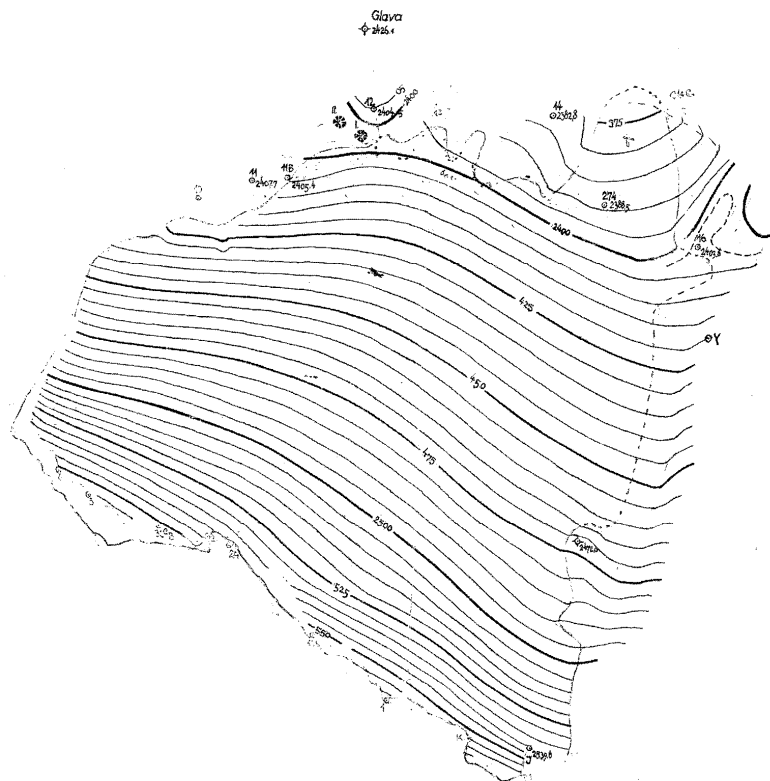
Klasične geodetske meritve

Leto 1952

Še v času svojega študija, leta 1952, je Marjan Jenko skupaj z Ivanom Gamsom in Dušanom Koširjem izvedel prve evidentirane geodetske tahimetrične meritve Triglavskega ledenika. Podatki o izmeri so povzeti po Jenko (2002).

Izmero ledenika in merilnih točk zarisanih po grbinah okoli ledenika so izvedli med 1. in 4. oktobrom 1952. Pri izmeri so uporabili teodolit Wild T1 s centezimalno razdelbo in direktnim odčitavanjem 0,01 grada ter zložljivo trimetrsko tahimetrično lato in nekaj trasirk. Merili so smeri, dolžine in višinske razlike med petimi stojišči. Višinske razlike med stojišči so merili obojestransko z natančnostjo $\pm 5\text{--}20$ cm na 100 m razdalje (odvisno od naklona). Dolžine so merili optično, z natančnostjo $\pm 20\text{--}30$ cm na 100 m (odvisno od naklona). Začetno stojišče je bilo poleg stare kočice na Kredarici, tri stojišča so bila ob robu ledenika in eno stojišče na samem ledeniku. Stojiščne točke niso bile stabilizirane. Izmera je bila izvedena v lokalnem koordinatnem sistemu, saj takrat navezava na državni koordinatni sistem preko državne triangulacijske mreže še ni bila mogoča. Državna triangulacijska mreža je tedaj obstajala le v nižinskih predelih Gorenjske. Višinsko se je izmera navezovala na vznožje južnega vogala takratnega Doma na Kredarici s koto 2515,0 m, ki je bila povzeta s predvojne topografske karte VGI (1 : 25000). Izmera je bila orientirana tudi glede na krajevni meridian, saj je Jenko zvečer opazoval tudi orientacijski priklop na Severnico (z ocenjeno natančnostjo $\pm 0,005$ gradov = 16").

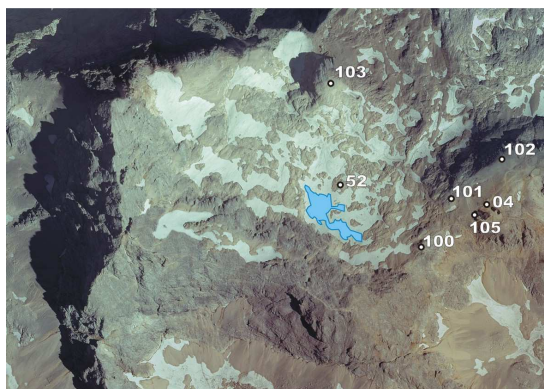
Izmero so uporabili za kartiranje ledenika in njegove bližnje okolice v merilu 1 : 2500. Na načrt je bil dodan še greben Triglava, ki pa ni bil izmerjen, ampak le prenesen s predvojne topografske karte VGI (1 : 25000). Površina ledenika v tem letu je bila 13 ha.



Slika 2: Načrt Triglavskega ledenika iz leta 1952
(izmera, preračuni in kartiranje: Marjan Jenko)

Izmera v letu 1995

Naslednje geodetske tahimetrične meritve ledenika so opravili 27. septembra 1995 sodelavci Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU in Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU. Tega leta so ledenik izmerili s teodolitom z elektrooptičnim razdaljemerom Leica TCR 307. Določili so koordinate 104 točk na obodu ledenika, s pomočjo katerih je bila izračunana njegova površina. Pomerili so tudi koordinate vseh merilnih točk zarisanih po skalah okoli ledenika od leta 1946 naprej. Ob tedanjem spodnjem robu ledenika so določili tudi štiri nove merilne točke za ročne meritve, oštevilčene s številkami 51 do 54 in stabilizirane z obstojno barvo. Tahimetrične meritve so izvajali v lokalnem koordinatnem sistemu s približno navezavo na državni koordinatni sistem preko grafičnih koordinat vogala novega Doma na Kredarici odčitanih s karte merila 1 : 5000. Za potrebe izmere so stabilizirali 5 merilnih točk, ki so bile leta 2001 še enkrat pomerjene v državnem koordinatnem sistemu v okviru merske kampanje 1999 (Slika 3). Točke 100–104 so stabilizirane z geodetskim vijakom, na katerem piše "Izmera jame": ena leži na pobočju Glave, dve v bližini stabiliziranih stojišč fotoaparata Horizont in ena na vogalu Doma na Kredarici. Točka 102 leži v središču znaka Zavarovalnice Triglav sredi stabilnega granitnega kamna, ki kaže smeri hribov. Ta točka ni stabilizirana z vijakom.



Slika 3: Razporeditev poligonskih točk 100–105 v okolici Triglavskega ledenika, ki so bile stabilizirane že leta 1995. Na ortofotografiji je označen tudi obseg ledenika v leta 2007.

Fotogrametrične in tahimetrične meritve

Geodetska uprava Republike Slovenije že od začetka 70 let prejšnjega stoletja izvaja ciklično aerosnemanje (CAS) celotnega območja Slovenije z mersko aerokamero velikega formata v merilu snemanja 1 : 17500. Snemanje se izvaja v aerofotogrametričnih blokih, s katerimi posnamejo celotno območje Slovenije v ciklu 3 do 4 let. Na posnetkih CAS tako najdemo tudi Triglavski ledenik, vendar ker so snemanja izvedena v različnih delih leta, le redko naletimo na stereopar, posnet v obdobju od septembra do oktobra, ki bi prikazoval ledenik konec njegove talilne dobe. Uporabni stereoposnetki za fotogrametrično obdelavo so iz let 1975, 1992, 1994 in 1998. Poleg posnetkov CAS pa ledenik lahko najdemo tudi na posebnem snemanju Posočja iz leta 1998 (Triglav, 2001).

Ker pa se je ledenik do konca 20. stoletja zelo skrčil po obsegu in volumnu, smo v letu 1999 pričeli s posebnimi fotogrametričnimi snemanji, ki zajamejo veliko manjše območje kot stereopar CAS.

Leto 1999

Na ledeniku so bile prvič izvedene klasične tahimetrične geodetske meritve za potrebe izmere oslonilnih točk za fotogrametrično snemanje ledenika med 13.–15. septembrom leta 1999, ko je bil ledenik popolnoma razkrit. Uporabljeni so bili elektronski teodolit z laserskim razdaljemerom Leica TC 403L ter merilne prizme. Poleg izmere oslonilnih in poligonskih točk je bil tahimetrično izmerjen tudi sam obseg ledenika in trije profili na njem. Geodetska izmera je bila narejena in izravnana v lokalnem koordinatnem sistemu. Oslonilne točke so bile zarisane na kamen z vijoličasto barvo v obliki krogov premera približno 0,8 m z dodatnimi stranskimi označbami. Oslonilne točke niso bile stabilizirane. Poleg Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU in Geodetskega inštituta Slovenije so v izmeri leta 1999 sodelovali še sodelavci Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU in DFG Consultinga d.o.o.

V jutranjih urah, še preden je vrh Triglava začel metati senco na ledenik, dne 15. septembra 1999 smo s pomočjo helikopterske enote Slovenske vojske izvedli aerosnemanje ledenika z merskim fotoaparatom srednjega formata Rolleiflex 6006. Snemalec je snemanje izvedel iz roke tako, da je bil v helikopter pripet z varovalnimi pasovi in se je med snemanjem nagibal skozi odprta vrata helikopterja (Slika 5). Posneti so bili trije pasovi na treh različnih oddaljenostih od ledenika. Fotogrametrično snemanje se je

izvedlo tudi s tal, s podobnega stojišča, kot je uporabljeno za panoramski fotoaparater Horizont. Rezultat fotogrametrične izmere je bil načrt ledenika v merilu 1 : 1000.

Leto 2001

V letu 2001 smo v okolici Triglavskega ledenika izvedli prve GPS-meritve oslonilnih točk. Ker so označbe oslonilnih točk iz leta 1999 med tem že izginile, je bilo stabiliziranih 9 novih oslonilnih točk (Slika 4). Točke so stabilizirane z vijakom privitim v skalo in zaščitene z matico. Točko signaliziramo tako, da na vijak privijemo 0,5 m dolg drog, naj pa privijemo še okrogel signal premera 0,6 m, ki je obarvan z rožnato barvo. Signali so shranjeni v Triglavskem domu na Kredarici. Poleg sodelavcev Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU in Geodetskega inštituta Slovenije so v izmeri leta 2001 sodelovali še 2B d. o. o. in Planinska zveza Slovenije. Signale so izdelali in darovali sodelavci 2B d. o. o.



Slika 4: Stabilizirana oslonilna točka iz leta 2001, posneta ob fotogrametričnem snemanju 2003 (foto: Miha Pavšek)

Hitre statične GPS-meritve oslonilnih točk smo izvedli 16. in 17. oktobra 2001. Na poligonski točki 04 smo postavili referenčno GPS-postajo, statična izmera na vsaki oslonilni točki je trajala 20 minut. Oslonilne točke smo izmerili na stiku vsake točke s terenom. Na točkah pod steno vrha Triglava se je ta interval raztegnil, saj ves čas intervala meritev ni bilo vidno zadostno število satelitov. Poligonska točka 04 je bila stabilizirana v 70-ih letih, zato je bila težko določljiva s pomočjo topografije iz tistega časa, saj so vmes na novo postavili vetrnico v bližini točke, eno navezovalno poligonsko točko so prekrili s heliodromom in izginil je čep točke 04. Zato je bila lega poligonske točke 04 – naše referenčne točke – še enkrat izmerjena s pomočjo vektorja med njo in točko z znanimi koordinatami v dolini (Kosmatin-Fras et al., 2001).

Fotogrametrično snemaje smo ponovno izvedli iz roke s pomočjo helikopterja Slovenske vojske z merskim fotoaparatom Rolleiflex 6006 (Slika 5). Zaradi slabe vidljivosti skoraj polovice oslonilnih točk smo absolutno orientacijo helikopterskih posnetkov izvedli z minimalnim številom oslonilnih točk (4 točke). Zaradi slabe razporeditve uporabljenih oslonilnih točk in velikega območja zajema, ki sega tudi izven območja oslonilnih točk, lahko pričakujemo večja odstopanja v strmejših delih modela in na robovih modela. Ker pa nas je v tem letu prehitel že prvi sneg, smo lahko s pomočjo stereoposnetkov izmerili samo območja prekrita s snegom, samega ledenika pa ne.



Slika 5: Pogled na ledenik 2001 skozi helikopterjeva vrata med fotogrametričnim snemanjem. V desnem vogalu je fotograf Stane Tršan s fotoaparatom Rolleiflex v naročju (foto: Mihaela Triglav Čekada).

Ker pa je bil stereomodel iz leta 2001 izmerjen in izračunan v globalnem koordinatnem sistemu WGS84 ter naknadno transformiran v Gauss-Krugerjev koordinatni sistem, je bil nanj pretvorjen tudi model iz leta 1999, ki je bil izmerjen v lokalnem koordinatnem sistemu ter geodetske meritve iz leta 1995, ki so bile prav tako izmerjene v lokalnem koordinatnem sistemu. Pretvorba je bila izvedena s pomočjo sedemparametrične prostorske transformacije preko devetih veznih točk vidnih na obeh modelih zajetih na analitičnem fotogrametričnem instrumentu Adam Promap. Rezultat fotogrametrične izmere je bil načrt v merilu 1 : 1000.

Leto 2003

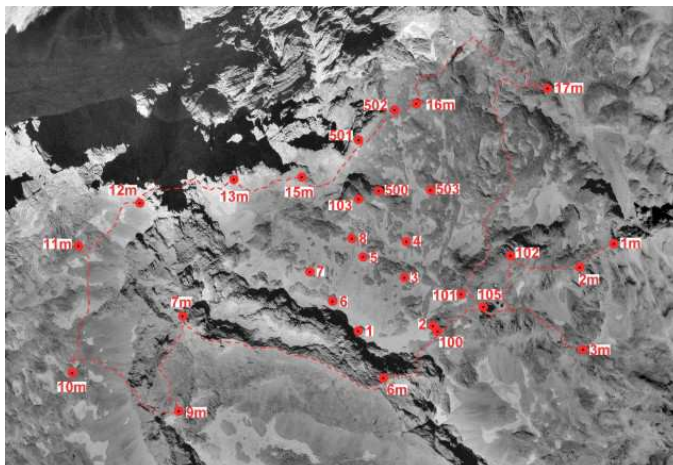
Da bi se izognili novemu jesenskem snegu, ki nam bi prekril ledenik, smo se na fotogrametrično snemanje ledenika v letu 2003 odpravili že 26. avgusta. Načrtovali smo tudi stabilizacijo večjega števila začasnih oslonilnih točk. Geodetske tahimetrične meritve smo izvedli z elektronskim teodolitom z razdaljemerom Leica TC 403L. Geodetske meritve smo izvedli v globalnem koordinatnem sistemu, saj smo se navezali na oslonilne točke izmerjene z GPS-meritvami v letu 2001. Poleg novih oslonilnih točk (6 novih točk) smo še enkrat pomerili poligonske točke (9 točk) merjene v lokalnem koordinatnem sistemu leta 1999 in nekatere merilne točke (12 točk), od katerih so v preteklosti izvajali ročne meritve odmika ledenika sodelavci Geografskega inštituta Antona Melika.

28. avgusta smo ponovno izvedli helikoptersko fotogrametrično snemanje iz roke s fotoaparatom Rolleiflex 6006. Na treh različnih višinah nad ledenikom smo posneli tri snemalne pasove. Za stereorestitucijo smo uporabili posnetke narejene na najmanjši višini nad ledenikom. Oslonilne točke iz leta 2001 smo signalizirali s signali (Slika 4), nove pa smo stabilizirali z vijakom in pobarvali z neobstojnimi barvami. Izdelek meritev in fotogrametričnega snemanja je bil ponovno 3D-načrt ledenika in terena v njegovi okolici v merilu 1 : 1000.

Leto 2005

Ker smo želeli pravilno umestiti v prostor tudi starejše podatke in posnetke ledenika, smo se za razliko od prejšnjih fotogrametričnih snemanj, ko smo snemali ožje območje ledenika, odločili, da v letu 2005 posnamemo celotno območje med robom Triglavске severne stene in vrhom Triglava. Ker je to širše območje veliko približno 1,5 km², smo se

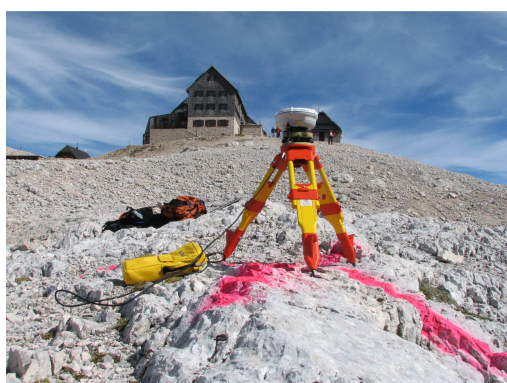
odločili za klasično aerosnemanje s fotogrametrično kamero velikega formata Leica RC 30 v barvni tehniki. Aerosnemanje z dveh višin (različnih meril snemanja) so izvedli sodelavci Geodetskega zavoda Slovenije v jutranjih urah 25. avgusta 2005. Že dan prej smo stabilizirali in izmerili nove (13 na novo stabiliziranih točk) in stare oslonilne točke (Slika 6) na širšem območju snemanja.



Slika 6: Razporeditev oslonilnih točk signaliziranih leta 2005 na izseku ortofota. Označena je tudi pot dostopa do novih oslonilnih točk (izris: Matija Klanjšček).

Sama geodetska izmera oslonilnih točk je potekala na dva načina: izmera novih in starih oslonilnih točk na ožjem območju ledenika s tahimetrično izmero in izmera novih oslonilnih točk na širšem območju s hitro statično izmero (20-30 minut) ali izmero VRS RTK GPS, odvisno od dosegljivosti-GSM signala (Kozmus in Stopar, 2003). GPS-izmera se je vršila v koordinatnem sistemu ETR89, naknadno pa je bila transformirana v Gauss-Krugerjev koordinatni sistem na osnovi lokalnih transformacijskih parametrov. Pri tahimetrični izmeri je bil uporabljen elektronski teodolit Leica TCR 403, pri GPS-izmeri pa GPS-sprejemnik Trimble R8. Nove oslonilne točke so bile stabilizirane z vijakom in signalizirane z narisanimi kraki križa rožnate neobstoje barve. Kraki križa so bili široki 20 cm in dolgi 1,5 m (Slika 7).

Žal pa se ves novi sneg iz pretekle zime v času naših meritev še ni stalil in je zato tudi izmerjeni obseg ledenika večji kot v letu 2003.



Slika 7: Signalizacija oslonilne točk in njena GPS-izmera v letu 2005 (foto: Matija Klanjšček in Blaž Barborič)

Obdobje 2007–2011

V letu 2007 nas je pred meritvami prehitel novi sneg v avgustu in začetku septembra. Zato smo se na ledenik odpravili 13. in 14. septembra, ko se je novi sneg deloma že stalil. Namen geodetske izmere in fotogrametričnega snemanja je bila dokumentacija ožjega območja trenutnega stanja ledenika. Zaradi majhnega obsega ledenika in njegovega robu, ki je bil deloma prekrit še z novim snegom, smo se odločili za detajlno tahimetrično izmero njegovega oboda in točk na sami površini ledenika. Sodelavci Geografskega inštituta Antona Melika so tako ob sami izmeri določili, kje je meja ledenika in kje je novi sneg. To je tudi poenostavilo fotointerpretacijo posnetkov v pisarni.



Slika 8: Začasna signalizacija oslonilnih točk okoli ledenika v letu 2007
(foto: Mihaela Triglav Čekada)

Tahimetrična izmera se je izvajala s stojišča 52 – merilna točka geografov, ki je bila zarisana s trajno barvo in prvič izmerjena leta 1995. Sedaj smo jo navezali na poligonske točke okoli Triglavskega doma na Kredarici in na Glavi (Slika 3). Poligonske točke na obodu in profilih ledenika smo izmerili na vsakih 5 metrov razdalje. Tako smo že na samem terenu izmerili digitalni model višin ledenika, ki smo ga s pomočjo stereorestitucije fotogrametričnih posnetkov v pisarni samo še zgostili. Skupno smo v dveh dneh tahimetrične izmere izmerili 531 detajlnih točk.



Slika 9: Začasna signalizacija oslonilnih točk na ledeniku v letu 2007
(foto: Mihaela Triglav Čekada)

Pred terestričnim fotogrametričnim snemanjem so bile na novo signalizirane in izmerjene nove oslonilne točke, ki so se ležale neposredno ob robu ledenika in tudi na samem ledeniku. Oslonilne točke na obodu ledenika so bile signalizirane z neobstojno barvo (Slika 8), točke na ledeniku pa z začasnimi oslonilnimi točkami (Slika 9). Nove

oslonilne točke na skalah so bile stabilizirane s trajno označbo. Terestrično fotogrametrično snemanje z merskim fotoaparatom Rolleiflex 6006 smo izvedli iz neposredne bližine ledenika (zraven merilne točke geografov 52) in s pobočja poleg Triglavskega doma na Kredarici (zraven poligonske točke 101).

Ker se je kombinacija tahimetrične in terestrične fotogrametrične izmere v letu 2007 izkazala za logistično enostavno, smo se 27. in 28. avgusta 2008 ponovno lotili enake izmere. Ledenik je bil tudi tedaj deloma zakrit s starim snegom, zato smo rob ledenika določili na samih terenskih meritvah. Za terestrično fotogrametrično izmero smo ponovno uporabiličasne oslonilne točke na ledeniku in merski fotoaparater Rolleiflex 6006.

Kombinacijo terestrične fotogrametrije in tahimetrične izmere smo ponovili tudi 22. in 23. septembra 2009. Ledenik je bil v času meritev še popolnoma zakrit s snegom iz pretekle zime, zato smo obod ledenika določili na terenu in ga izmerili tahimetrično. Spet smo uporabiličasne oslonilne točke ter merski fotoaparater Rolleiflex 6006.



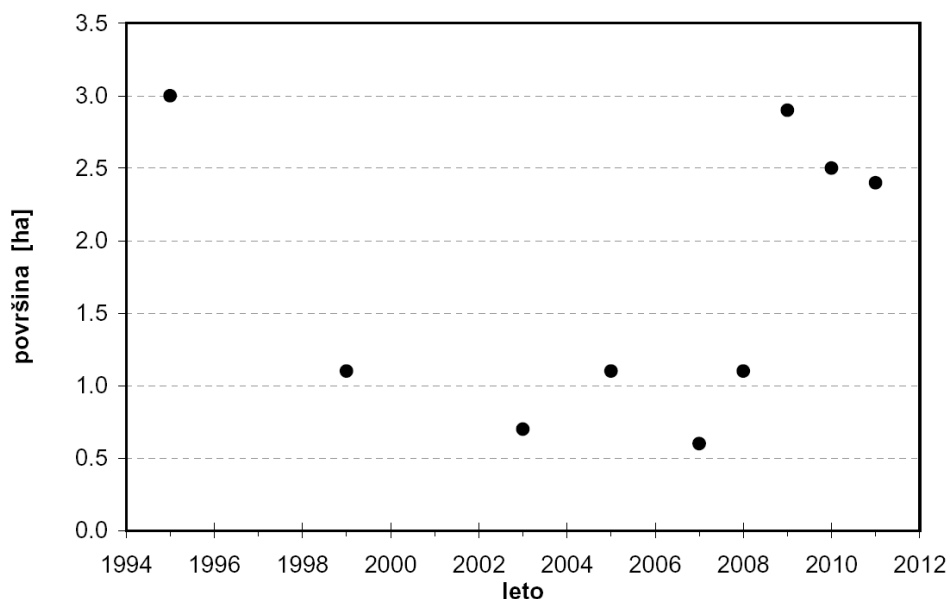
Slika 10: Ledenik 2011 (foto: Miha Pavšek)

Po še eni obilni zimi smo tahimetrične in terestrične fotogrametrične meritve ledenika ponovili 14. in 15. septembra 2010. Ponovno smo signalizirali in izmeriličasne oslonilne točke ter uporabili merski fotoaparater Rolleiflex 6006.

V letu 2011 smo ledenik merili 13. in 14. septembra prav tako tahimetrično in s terestrično fotogrametrijo (Slika 10).

Sklep

V članku so opisane preproste in geodetske metode izmere umikanja ledenika. Skozi dolgo zgodovino meritev Triglavskega ledenika, od leta 1946 naprej, se je zvrstilo kar nekaj različnih metod kontaktne izmere: od ročnih meritev, klasičnih geodetskih tahimetričnih meritev do GPS-izmere po dveh metodah. Geodetske meritve so osnova na katero se navezujejo tudi brezkontaktne metode izmere, kot so fotogrametrične in georadarske meritve. Poleg različnih uporabljenih tehnik klasične geodetske izmere smo na ledeniku preizkusili tudi različne postavitve fotogrametričnih snemanj: od terestričnega, aerosnemanja iz helikopterja z merskim fotoaparatom srednjega formata do klasičnega posebnega aerosnemanja z letalom z merskim fotoaparatom velikega formata.



Slika 11: Površine ledenika od 1995- 2011

Rezultat geodetskih meritev je obod ledenika, ki je osnova za izračun obsega. Če imamo izmerjene še točke na površini ledenika, lahko tudi podajamo ocene o prostornini ledenika. Leta 1952 je ledenik obsegal 13 ha, leta 2007, ko je imel najmanjšo površino, pa samo še 0,6 ha. Med leti 2008 in 2011 pa je ledenik ohranjal svojo površino, predvsem zaradi obilnih zim. V teh letih ledenik v času meritev nikoli ni bil popolnoma razkrit in zato na terenu nismo mogli ločiti meje med snegom in ledom, zato je bila njegova površina zopet podobna površini iz 90-ih let prejšnjega stoletja.

Geodetske metode izmere ledenika so dobra osnova za navezavo in kontrolo nemerskih podatkov. Med take lahko štejemo obdelavo arhivskih nemerskih posnetkov, ki so vir neprecenljivih zgodovinskih podatkov o podrobnih spremembah površine ledenika še pred pričetkom klasičnih geodetskih izmer.

Zahvala

Za opis geodetske izmere in kartografske obdelave podatkov iz leta 1952 se zahvaljujemo g. Marjanu Jenku. Za detajle o geodetski izmeri iz leta 1995 se zahvaljujemo g. Franju Droletu. Zahvaljujemo se tudi oskrbnikom Doma na Kredarici, ki so v vseh letih bili pripravljeni sodelovati z merskimi ekipami, med drugim so pomagali pri prevozih in skladiščenju opreme na Kredarici. Izmere je finančno omogočil Geografski inštitut ZRC SAZU (GIAM), deloma tudi v okviru ARRS-projekta Triglavski ledenik kot pokazatelj podnebnih sprememb, Projekt ARRS L6-7136. Sodelavcem GIAM se zahvaljujemo za možnost strokovnega sodelovanja na tako zanimivem delovišču, kot je Triglavski ledenik.

Literatura

- Šifrer, M., Košir, D. 1976. Nova dognanja na Triglavskem ledeniku in ledeniku pod Skuto 1963-1973, Geografski zbornik XV/3, Ljubljana.
 Šifrer, M. 1986. Triglavski ledenik v letih 1974-1985, Geografski zbornik XXVI/3, Ljubljana.
 Gabrovec, M. 1998. Triglavski ledenik v letih 1986-1998, Geografski zbornik XXVIII, Ljubljana.

- Gabrovec, M., Peršolja, B. 2004. Triglavski ledenik izginja, Geografski obzornik, str.18-23.
- Gabrovec, M. et al. 2005. Triglavski ledenik kot pokazatelj podnebnih sprememb, Projekt ARRS L6-7136, prvo vmesno poročilo, november 2005, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU in Geodetski inštitut Slovenije.
- Gabrovec, M. et al. 2006. Triglavski ledenik kot pokazatelj podnebnih sprememb, Projekt ARRS L6-7136, drugo vmesno poročilo, maj 2006, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU in Geodetski inštitut Slovenije.
- Gabrovec, M. et al. 2007. Triglavski ledenik kot pokazatelj podnebnih sprememb, Projekt ARRS L6-7136, tretje vmesno poročilo, november 2007, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU in Geodetski inštitut Slovenije.
- Jenko, M. 2002. O geodetski izmeri Triglavskega ledenika leta 1952, osebni zapiski, hrani jih arhiv Geografskega inštituta Antona Melika, ZRC SAZU.
- Kosmatin-Fras, M. et al. 2001. Elaborat izdelave topografskih načrtov Triglavskega ledenika v letih 1999 in 2001, Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana.
- Kozmus, K., Stopar, B., 2003. Način določanja položaja s satelitskimi tehnikami, Geodetski vestnik 47:4, pp. 404-413.
- Meze, D. 1955. Ledenik na Triglavu in kuti, Geografski zbornik 3, Ljubljana.
- Verbič, T., Gabrovec, M. 2002. Georadarske meritve na Triglavskem ledeniku, Geografski vestnik, 74-1, str. 25-42.
- Triglav, M. 2001. Določitev sprememb površja Triglavskega ledenika s fotogrametrijo, diplomsko delo, FGG, Ljubljana.
- Triglav-Čekada et al. 2011. Acquisition of the 3D boundary of the Triglav glacier from archived non-metric panoramic images, Photogrammetric Record, 26 (133), str. 111-129.