ZRC SAZU

GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Slovenski planinski muzej
SLOVENIAN ALPINE MUSEUM

Priprava besedil in izbor prilog: sodelavke in sodelavci Geografskega inštituta Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti in Geodetskega inštituta Slovenije: Matej Gabrovec, Mauro Hrvatin, Blaž Komac, Jaka Ortar, Miha Pavšek, Maja Topole, Mihaela Triglav Čekada in Matija Zorn.

Avtor razstave: Miha Pavšek.

V sodelovanju s Slovenskim planinskim muzejem.

Avtorji fotografij:
Metod Badjura, Blaž Barborič, Alois Beer, Matej Gabrovec, Jernej Gartner, Primož Gašperič, Aljaž Hrvatin, Matija Klanjšček, Mauro Hrvatin, Blaž Komac, Dušan Košir, Josip Kunaver, Benedikt Lergetporer, Anton Melik, Karel (Linko) Novak, Milan Orožen Adamič, Jaka Ortar, Fran Pavlin, Miha Pavšek, Vlado Pavšek, Janko Ravnik, Janko Skerlep, Milan Šifrer, Cveto Švigelj, Ivan Tavčar, Stanko Tominšek, Domen Topole, Mihaela Triglav Čekada in Matija Zorn.

Ljubljana, 2016.

Letošnje leto mineva sedem desetletij od prvih uradnih meritev Triglavskega ledenika, ki so bile 5. septembra 1946. Prva sredstva, ki jih je takrat za delovanje Geografskega inštituta odobrila Akademija znanosti in umetnosti, so bila namenjena prav meritvam in opazovanjem Triglavskega ledenika, sodelavci inštituta pa jih opravljajo še danes. Raziskovanje Triglavskega ledenika je najstarejši stalni slovenski raziskovalni projekt sploh. Visoka obletnica začetka rednih raziskav ledenika torej sovpada z ustanovitvijo inštituta, kar je bil tudi povod za pripravo razstave o Zelenem plazu. Za tem imenom se namreč skriva prva pisna omemba ledenika iz leta 1778.

Triglavski ledenik leži na jugovzhodnem robu Alp, v Julijskih Alpah, pod Triglavom, najvišjim vrhom Republike Slovenije. Na začetku meritev je bila njegova površina 14,4 ha, do danes pa se je skrčil na nekaj več kot poldrugi hektar (1,7 ha – podatek za leto 2015), pri čemer gre za površino ledu in snega na oziorma ob njem. Površina samega ledu je bila leta 2013 že manjša od 0,4 ha. Zdaj ledenik nima več vseh ledeniških značilnosti, saj na njem na primer tudi ni več ledeniških razpok in se ne premika. Zato lahko o ledeniku govorimo le še zaradi njegove preteklosti, ko je nedvomno še imel vse temeljne značilnosti alpskih ledenikov.

Konec leta 2014 je pri Založbi ZRC izšla obsežna, več kot 250 strani dolga znanstvena monografija osmih avtorjev z naslovom Triglavski ledenik, in tej sledijo tudi vsebinski sklopi razstave. Ob pripravi monografije so zbrali avtorji obsežno gradivo in pregledali številne vire. Meritve in opazovanja ledenika se v veliki meri naslanjajo tudi na bogato kulturno dediščino, povezano z našim najvišjim vrhom in državnim simbolom. Triglavski ledenik kot objekt preučevanja sprememb v občutljivi visokogorski pokrajini, natančneje njegovo krčenje v sedem desetletij dolgem opazovalnem obdobju, je eden redkih neposrednih dokazov za podnebne spremembe oziroma njihove posledice.

ZELENI PLAZ

VČERAJ, DANES, JUTRI

70 let rednih opazovanj Triglavskega ledenika

Kredarica izpod zgornjega roba Triglavskega ledenika.
Foto: Miha Pavšek.

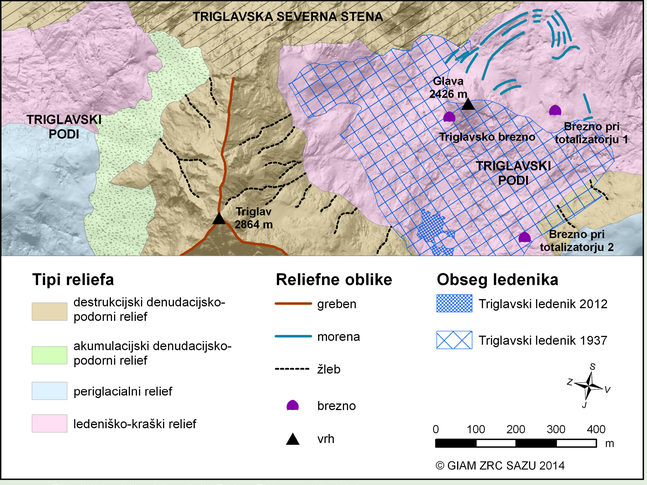
REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KULTURO

GORNJESAVSKI MUZEJ JESENICE

Občina Kranjska Gora

LJUBLJANSKE MLEKARNE
Tradicija. Skrb. Zanesljivost.

Oblikovanje in tisk: Aleksander Kelnerič, s.p.
Postavitev razstave so omogočile Ljubljanske mlekarne.

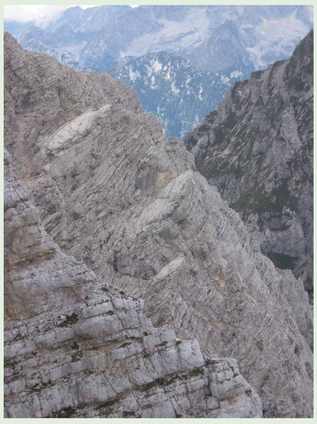


Tipi reliefa in reliefne oblike v okolici Triglava. Tipi so opredeljeni glede na recentne geomorfne procese, z izjemo ledeniško-kraškega reliefa, kjer sta upoštevani tudi pretekli ledeniška erozija in akumulacija.

Geomorfološke značilnosti okolice Triglava I

Triglavsko pogorje je značilna visokogorska pokrajina pretežno iz apnenca, v kateri lahko na površju opazujemo sledove ledeniških, obledeniških ali periglacialnih, kraških in drugih denudacijskih procesov. Severovzhodno od Triglava so na Triglavskih podih, ki se raztezajo proti Begunjskemu vrhu, lepo vidni sledovi ledeniškega preoblikovanja in zakrasevanja. Ledeniško preoblikovano površje je močno zaobljeno in zglajeno ter na obrobju, med Glavo in Triglavsko steno, omejeno z nizi ledeniških moren. Na precejšnjo stopnjo zakraselosti kažejo predvsem kotliči in brezna, ki so temeljna značilnost visokogorskega krasa.

Zahodno od Triglava je podoba drugačna, saj so na podih, ki se raztezajo na nadmorski višini od 2300 do 2500 m, vse do Doliča v grušču vidni sledovi periglacialnega preoblikovanja površja. Zaradi dolomitiziranega apnenca je pod stenami tudi več drobirja, ki nastaja z mehanskim preperevanjem kamnine in oblikuje obsežna melišča.



Zdrsi po plastovitosti v Triglavski severni steni. H kamnitim zdrsom in skalnim podorom največ prispeva zmrzalno preperevanje.
Foto: Matija Zorn.

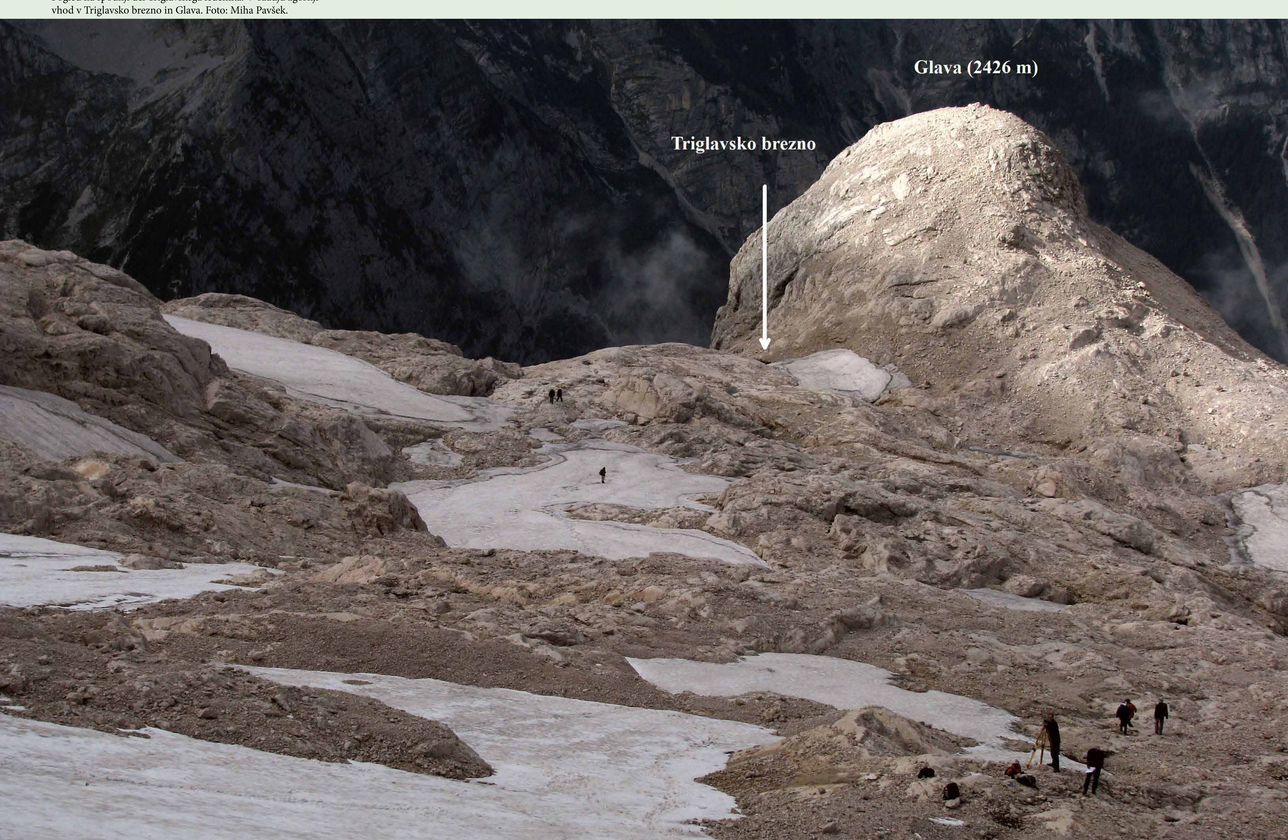
Melišča nastajajo z mehanskim preperevanjem kamnine. Na meliščih pod Kredarico so lepo vidni najnovejši zasipi.
Foto: Blaž Komac.

Gradivo, ki v nižjih legah zapolnjuje kraške in druge kotanje, premešča po pobočjih navzdol voda in deloma sneg oziroma snežni plazovi. Pod Planjo so občasni vodni tokovi v gruščnatih nanosih oblikovali struge.
Foto: Matija Zorn.

Periglacialni procesi Pod Planjo ustvarjajo v grušču kamnite kolobarje. Pri najbolj enostavnih je na sredini kolobarja nekoliko izbočeno drobno gradivo, ki zadržuje vodo, okrog tega pa debelejši drobir.
Foto: Mauro Hrvatin.

Posebna oblika so koncentrični kolobarji v nizih, ki imajo premer več metrov. So neizraziti in nastanejo na povsem ravnem površju.
Foto. Blaž Komac.

Pogled na spodnji del Triglavskega ledenika. V ozadju zgornji vhod v Triglavsko brezno in Glava. Foto: Miha Pavšek.



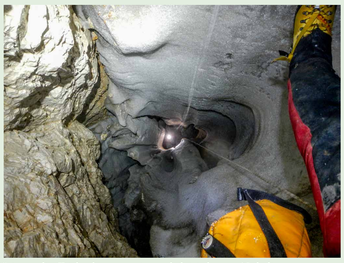
Geomorfološke značilnosti okolice Triglava II

Najobsežnejše območje morenskih nasipov je pod Glavo. Največji je dolg od 10 do 15 m in visok povprečno od 4 do 5 m. Nasipi so nastali pri umikanju ledenika, domnevno ob koncu male ledene dobe sredi 19. stoletja.
Foto: Mauro Hrvatin.

Intenzivno ablacijo dokazujejo ledeniške mize. To so običajno večje podorne skale, ki stojijo na podstavku iz ledu. Podstavek je nastal, ko se je led v okolici stalil, skala pa je podlago obvarovala pred taljenjem.
Foto: Miha Pavšek.

Na območju Triglava je skalna podlaga izpostavljena zakrasevanju predvsem na apnenčastih območjih in tam, kjer je ledenik odstranil drobir. Številni kraški pojavi, na primer kraški jarki, so vezani na tektonske strukture.
Foto: Matija Zorn.

Sigaste tvorbe so povečini nastale na spodnji strani skalnatih izboklin oziroma v zatišnih legah glede na polzenje ledu. Siga je po umiku ledu izpostavljena koroziji in mehanskemu preperevanju.
Foto: Mauro Hrvatin.

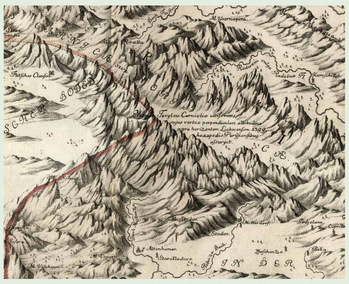


Kot je za podzemni svet visokogorskega krasa običajno, tudi v Triglavskem pogorju prevladujejo brezna. Najbolj znano, najglobljo in najdalšje je Triglavsko brezno.
Foto: Jaka Ortar.

V bližini ledenika, kjer je led še pred desetletji pokrival površje, je to povsem zglajeno. Na izbočenih delih so številne ledeniške raze, ki potekajo v smeri premikanja ledu.
Foto: Mauro Hrvatin.

Stoječim vodam izpod ledenika na njegovem spodnjem koncu, ki so toplejše od okoliških tekočih, dajejo na višku in ob koncu talilne dobe značilno rdeče barvo ledeniške alge.
Foto: Miha Pavšek.

Triglavski ledenik v pisnih, slikovnih in kartografskih virih pred letom 1946 I



Ime Mons Terglou je prvič uporabil Janez Dizma Florjančič de Grienfeld na Zemljevidu Kranjske dežele in sosednjih pokrajin leta 1744.

Zapoznelo poročilo o prvem pristopu na Triglav in Triglavski ledenik je na podlagi Zoisovega „bohinjskega rokopisa“ iz leta 1778 objavil Franc Ksaver Richter (1783–1856) pod naslovom „*Die Wochein*“ v Illyrisches Blatt, 11. 5. 1821.: *„ ...je odšla odprava 24. avgusta do Velega polja, 25. avgusta so preiskali tri strani vrhnje gmote in našli dober dostop na seleni plas“.*

Vrnili so se na Velo polje in 26. avgusta 1778 navsezgodaj spet odšli - *„najprej proti zahodu, nato diagonalno od jugozahoda proti severovzhodu in dosegli v petih urah Zeleni plaz“.* Od tam so nadaljevali pot proti zahodu do vpadnice Velikega Triglava, nato pa so se vzpeli na greben in po njem na vrh.

zum

Nutzen und Vergnügen.

19

Freytag, den 11. May 1821.

Die Wochein.

von Prof. Richter.

(Fortsetzung).

Im Jahre 1746 kam der Oberste, und nachherige General des Ingenieur-Corps, von Nagel, auf Befehl der Kaiserinn Maria Theresia in die Wochein, um den Wasserfall in Poliza, und mehrere andere in der Valvasorischen Chronik beschriebene Naturseltenheiten aufzunehmen.

Den ersten Versuch, bis auf die Spitze des Triglav vorzudringen und zugleich einen guten Weg dahin ausfindig zu machen, wagte Lorenz Willonitzer, angestellter Wundarzt in Althammer, mit Hülfe des Gemsen-Jägers Rosizh und der Bergleute Matthäus Kos von Jereka und Lucas Koroschez von Gariusche. Sie stiegen den 24. Aug. 1778 bis zu den Alpenhütten in Belo pole. Den 25. Aug. brachten sie zu, den bequemsten Weg nach der Höhe, genannt **Seleni plas** (grüner Platz), ausfindig zu machen, und untersuchten zu dem Ende drey Theile des Berges. Den 26. darauf, bey Tages Anbruch, schritten sie von Belo pole anfangs links (westlich), dann, fast in einer diagonalen Richtung von Südwest nach Nordost, innerhalb 5 Stunden nach dem genannten grünen Platze. Dort will der Wundarzt Willonitzer die Fläche von Laibach und das Thal von Moistrana gesehen haben. Er schrieb dem Baron Sigmund Zois, es seye fürchterlich, dort oben in die schaudervolle Tiefe herab zu blicken. Der alte Schnee erschien ihm völlig grün; auch bemerkte er eine Quelle mit großem Geräusch daraus hervorstürzen. Von dem grünen Platze kamen die Steiger längs der Schneide des Bergrückens Krederza in einer aufsteigenden westlichen Richtung bis unter den letzten Kopf des Triglavs in etwas mehr als einer guten Stunde. Der Weg dahin soll an manchen Stellen nur zwey Schuh breit seyn

Načrtna opazovanja Triglavskega ledenika so se začela leta 1946, z ustanovitvijo Geografskega inštituta v okviru takratne Akademije znanosti in umetnosti.
O kolebanju ledenika v starejših obdobjih lahko sklepamo le na podlagi:
- starih morenskih nasipov,
- podnebnih podatkov in
- dognanj raziskovalcev v drugih alpskih deželah, ki so gibanja ledenikov spremljali že v 19. stoletju.

Pomembni viri za raziskovanje mlajših obdobij pa so tudi:
- likovna dela (olja, risbe in skice),
- fotografije,
- razglednice in
- topografski načrti.

Slikovno gradivo, ki smo ga uporabili, je last Narodne univerzitetne knjižnice, Slovenskega planinskega muzeja v Mojstrani, Gorenjskega muzeja v Kranju, Narodnega muzeja v Ljubljani, Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU in nekaj zasebnikov.

Pri izboru slikovnega gradiva smo upoštevali, da:
- prikazuje Triglav s severne strani,
- kaže stanje ledenika ob koncu talilne dobe, avgusta ali septembra, ko je najbolj razkrit,
- vsebuje objekte oz. predmete, ki omogočajo časovno opredelitev in
- prikazuje različne dele ledenika ali ledenik kot celoto.

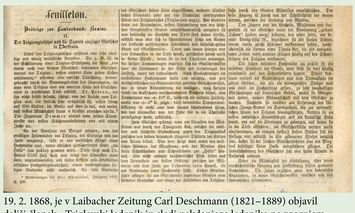
Pri tem je potrebna previdnost oz. določitev najstarejšega slikovnega primerka, saj so isto predlogo uporabljali tudi več desetletij.

Na skici Henrika Freyerja (1802-1866), ki jo je narisal dne 27. 7. 1836, je Triglav kot ga je videl s Stenarja. Zapis „*Schnee*“ označuje snežišča z ledenikom.

Prvo upodobitev Triglava najdemo na notranji naslovnici v delu Baltazar Hacquet 1778: Oryctographia Carniolica, 1. zvezek. Povezana je z bohinjsko odpravo na Triglav istega leta, ki jo je podprl Žiga Zois.

Prvi natančnejši zemljevid triglavskega območja (merilo 1 : 28.800) je objavil leta 1860 Valentin Ritter von Streffleur (1808–1870) v prispevku „*Der Terglou in Oberkrain*“ v Österreichische militärische Zeitschrift. Izdelal ga je A. Moering z Vojaško-geografskega inštituta na Dunaju.

Izrez iz topografskega zemljevida v merilu 1 : 25.000, list 5452-1 (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Dunaj) kaže stanje ledenika leta 1877. Na tej podlagi je Eduard Richter (1847–1905) v poročilu „*Die Gletscher der Ostalpen*“, ki je izšlo leta 1888 v Stuttgartu ocenil površino Triglavskega ledenika na 45,9 ha. Po ponovni izmeri GIAM ZRC SAZU na istem zemljevidu meri površina 40 ha.



19. 2. 1868, je v Laibacher Zeitung Carl Deschmann (1821–1889) objavil daljši članek „Triglavski ledenik in sledi nekdanjega ledenika na zgornjem Kranjskem", ki ga je povzel po objavi K. Petersa iz leta 1863.

Triglavski ledenik iz obdobja 1887–1889. V primerjavi z današnjim stanjem je bilo takrat njegovo površje izbočeno.
Foto: Benedikt Lergetporer.

Razglednica je nastala na podlagi ene od triglavskih oljnih slik Georga Holuba (1861–1919) iz leta 1890.

Fotografija je bila posneta leta 1897 ali prej. Na razglednicah, tudi črno-belih, ki so bile v obtoku vsaj prvi dve desetletji 20. stoletja, je kot avtor naveden A. B. K. (Alois Beer (1840–1916), Klagenfurt).

Na razglednici, poslani leta 1905, je snežišče pod vrhom Triglava, izpod katerega se kaže plastoviti zeleni sneg.
Foto: Fran Pavlin.

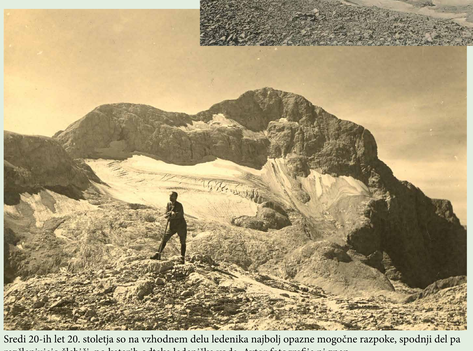
Edward Theodore Compton (1849–1921) - slika Triglava z ledenikom iz leta 1908 izza takratne Deschmannove koče.

30. 6. 1887 na Gubah odprta Triglavhütte. (1889 preimenovana v Deschmannhaus).
Foto: Benedikt Lergetporer.

Triglavski ledenik v pisnih, slikovnih in kartografskih virih pred letom 1946 II

Razglednica Kredarice s Triglavskim ledenikom je bila poslana leta 1929.
Foto: Ivan Tavčar.

Leta 1912 je nastala zgibanka Slovenskega planinskega društva „Pogled z ledenika proti Vratom".

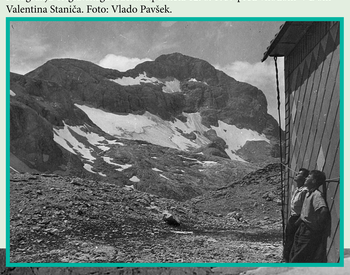


Sredi 20-ih let 20. stoletja so na vzhodnem delu ledenika najbolj opazne mogočne razpoke, spodnji del pa razčlenjujejo žlebiči, po katerih odteka ledeniška voda. Avtor fotografije ni znan.

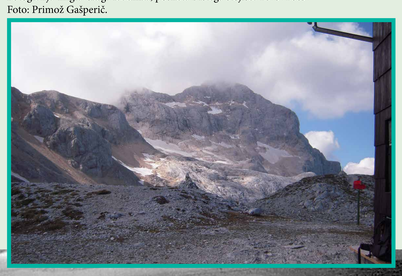
Na sliki Josipa Kunaverja (1882–1967) iz 20-ih let 20. stoletja so desno od Koče na Kredarici lepo vidne ledeniške razpoke.

Ledenik z Deschmannovo kočo leta 1910.
Foto: Fran Pavlin.

Fotografija Triglavskega ledenika posneta 12. 8. 1957 pred vhodom v Dom Valentina Staniča. Foto: Vlado Pavšek.

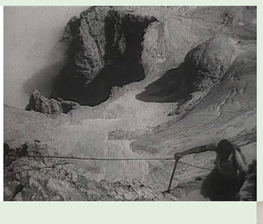


Fotografija Triglavskega ledenika, posneta z istega stojišča 23. 9. 2009.
Foto: Primož Gašperič.



Fotografija ledeniških razpok, ki jo je leta 1923 ali 1924 posnel Josip Kunaver (1882–1967), je bila prvič objavljena v Ilustriranem Slovencu, potem pa še večkrat. Zato je med najbolj prepoznavnimi podobami Triglavskega ledenika iz obdobja, ko je imel še vse značilnosti alpskih ledenikov.

Fotografije iz filma V kraljestvu Zlatoroga (1931), Slovenski filmski arhiv pri Arhivu Slovenije.
Foto: Janko Ravnik.



Fotografije iz filma Triglavske strmine (1932), Slovenski filmski arhiv pri Arhivu Slovenije.
Foto: Metod Badjura, Stanko Tominšek.

Triglav z Vrbanove špice.
Foto: Cveto Švigelj.

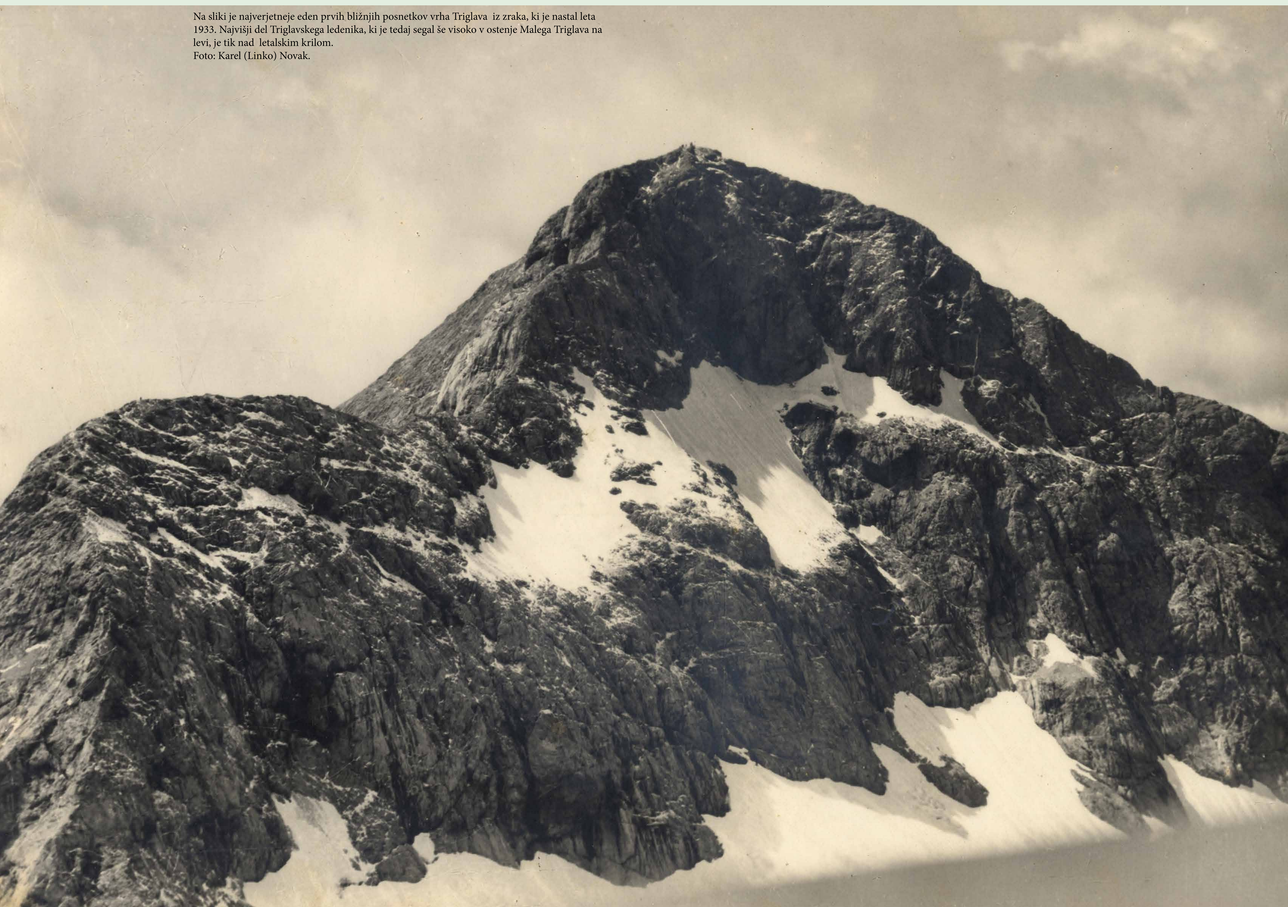
Izsek zemljevida v merilu 1 : 25 000, list Bled 1a (1955). Zemljevid je identičen prvi izdaji iz leta 1937.

Triglavski ledenik v pisnih, slikovnih in kartografskih virih pred letom 1946 III

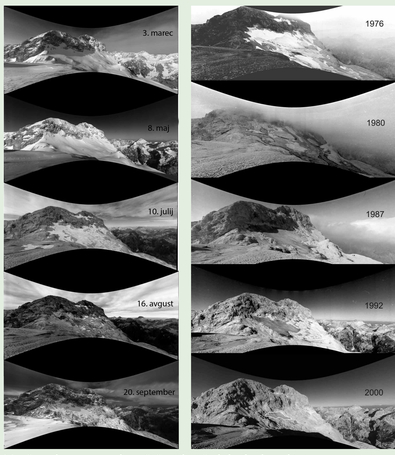
Triglavski ledenik pod Kredarico. Fotografija je bila objavljena v Planinskem vestniku 1935, št. 8–9, in v albumu Iz naših gora II, 1937.
Foto: Janko Skerlep.

Obe fotografiji ledenika sta posneti z istega mesta na triglavskem grebenu, leva je iz leta 1938, desna pa iz leta 2010.
Foto: Anton Melik (levo), Miha Pavšek (desno).

Na sliki je najverjetneje eden prvih bližnjih posnetkov vrha Triglava iz zraka, ki je nastal leta 1933. Najvišji del Triglavskega ledenika, ki je tedaj segal še visoko v ostenje Malega Triglava na levi, je tik nad letalskim krilom.
Foto: Karel (Linko) Novak.



Triglavski ledenik in točke za merjenje ledenika s pomočjo merskega traku. Skico je izdelal Stanko Fon leta 1946, v naslednjih letih pa so nanjo vrisali nove merilne točke.

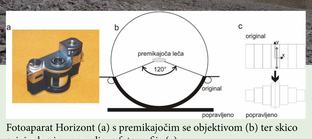


Mesečne in letne spremembe na širšem območju ledenika skozi objetiv fotoaparata Horizont. Posnetke smo pretvorili iz panoramske v centralno projekcijo za računanje površine in oceno prostornine.
Vir: Triglav Čekada in Gabrovec, 2013: Annals of Glaciology, letnik 54/62.

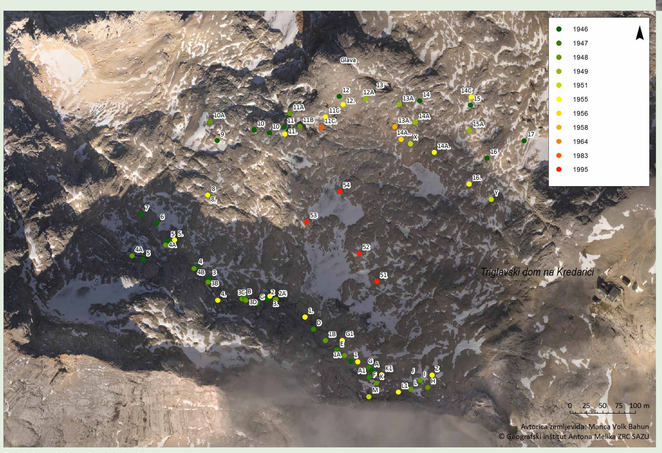
Izmere Triglavskega ledenika I

Vsakoletna opazovanja so temelj za ugotavljanje sprememb na Triglavskem ledeniku. Le opazovanja pa za raziskovalce niso dovolj, saj potrebujejo natančne podatke o površini in prostornini ledenika. Te lahko dobijo le z neposredno izmero. Prve izmere so bile preproste – uporaba merskega traku in kompasa, s katerima so merili umikanje ledenika od barvanih označb na skalah okoli ledenika, ki so označevale velikosti ledenika v predhodnih letih. Kasneje so začeli uporabljati natančnejše geodetske izmere: klasične geodetske tahimetrične meritve, fotogrametrične meritve (tako s površja kot iz zraka), izmere z globalnim pozicijskim sistemom (GPS) ter z letalskim laserskim skeniranje (lidar). Debelina ledu je bila dvakrat izmerjena z georadarsko metodo izmere. Poleg izmer je za vrednotenje sprememb v daljšem časovnem obdobju pomembna tudi uporaba zgodovinskega slikovnega gradiva. Na voljo so posnetki od konca 19. stoletja, sistematično (enkrat na mesec s stalnih točk) pa se ledenik fotografira od leta 1976.

Severozahodno v bližini Triglavskega doma na Kredarici je nameščen tudi podstavek za pritrditev fotoaparata Horizont, s katerim fotografiramo ledenik vse od leta 1976 in sicer vsak mesec z dveh stojišč.
Foto: Miha Pavšek.

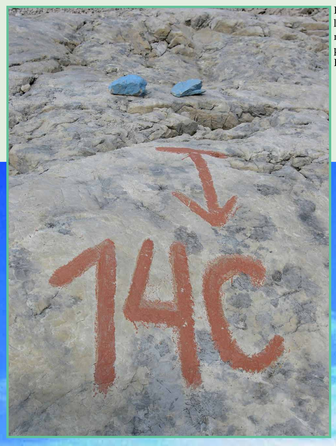


Fotoaparat Horizont (a) s premikajočim se objektivom (b) ter skico originalne in popravljene fotografije (c).

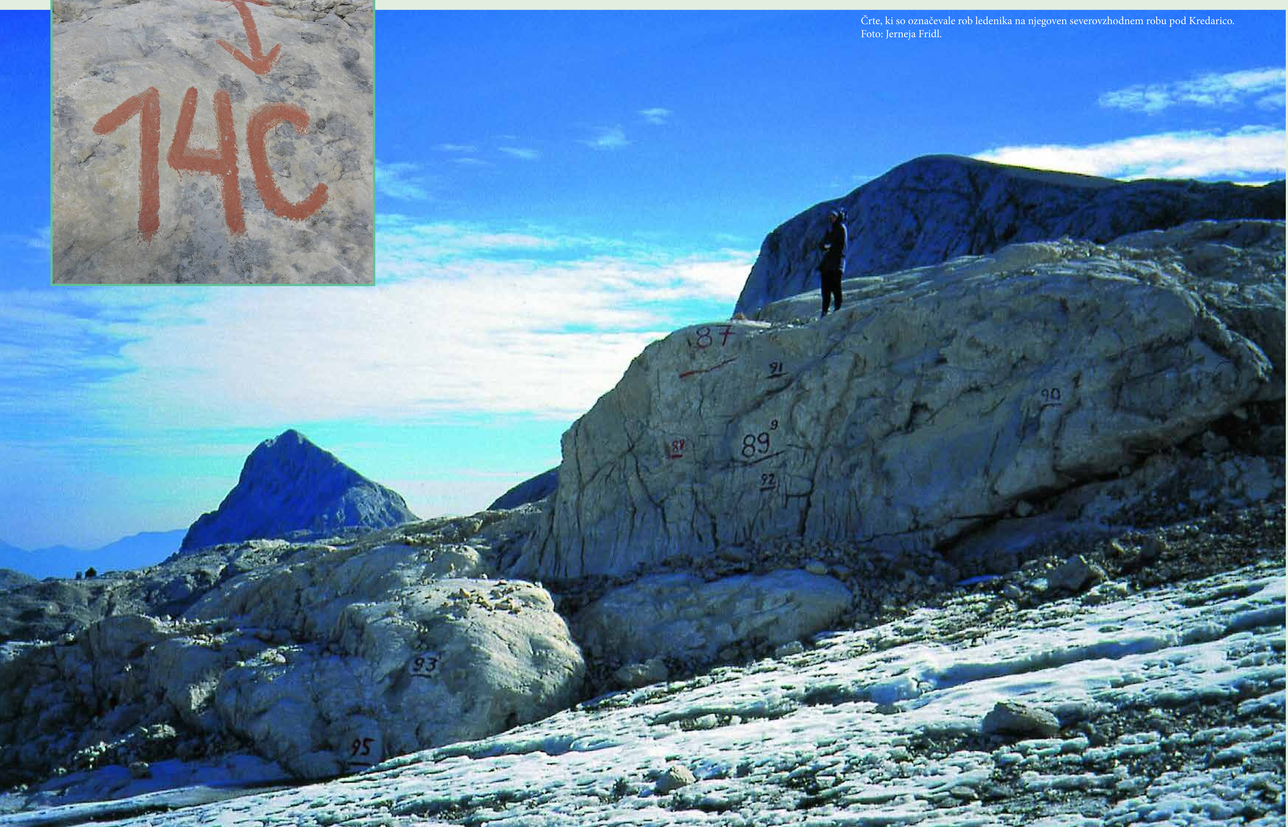


Položaj merilnih točk ob ledeniku.

Ob meritvah leta 2013 smo opravili tudi vzorčenje ledeniškega ledu.
Foto: Matija Zorn.



Ena od starejših oznak od katere se je nekdaj merila razdalja do roba ledenika. Z vse večjim umikanjem čela ledenika, so postale te oznake neuporabne. S pomočjo modro obsrvanih kamnov so v preteklosti poskusili izmeriti premike posameznih delov ledenika.
Foto: Miha Pavšek.



Črte, ki so označevale rob ledenika na njegoven severovzhodnem robu pod Kredarico.
Foto: Jerneja Fridl.

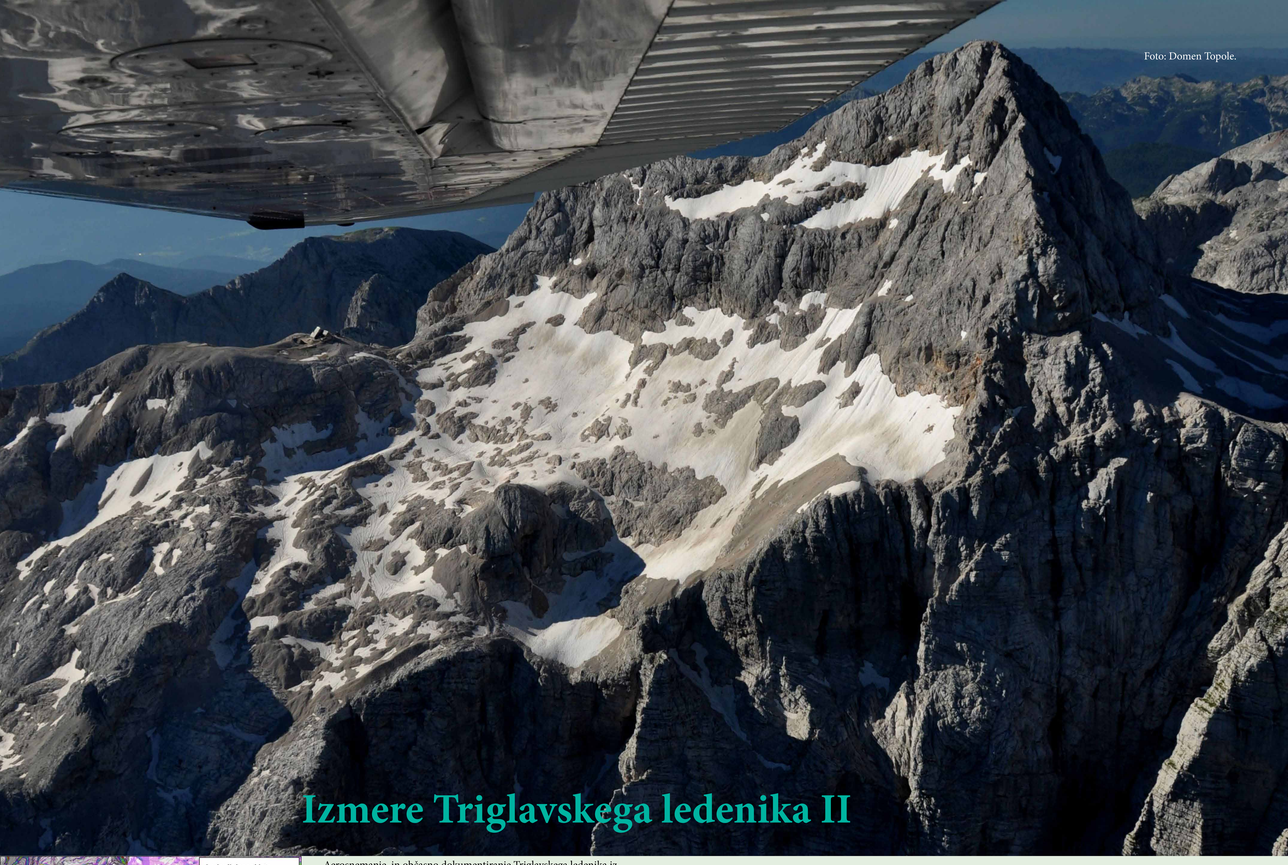
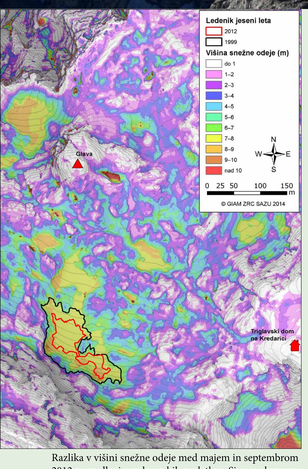
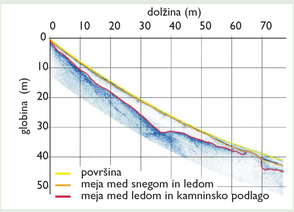


Foto: Domen Topole.

Izmere Triglavskega ledenika II



Razlika v višini snežne odeje med majem in septembrom 2012 na podlagi aerolaserskih podatkov. Sivoso obarvana območja, kjer so vrednosti negativne ali presegajo maksimalne višinske razlike, kar je praviloma posledica napak na zelo strmih območjih.



Georadarski prerez Triglavskega ledenika leta 2000. Tovrstna izmera nam omogoča razmejevanje snežnih od ledenih plasti ter mejo s kamnito podlago, na kateri leži telo ledenika. Georadarske meritve in njihovo interpretacijo je izdelal Tomaž Verbič.

Aerosnemanje in občasno dokumentiranje Triglavskega ledenika iz zraka izvajamo tudi s pomočjo letal. Na sliki je ledenik proti koncu talilne dobe leta 2013.

Začasna signalizacija oslonilnih točk okoli ledenika in stojišče 52 za tahimetrično izmero leta 2007.
Foto: Mihaela Triglav Čekada.

Redne meritve Triglavskega ledenika 2014 s tahimetrično izmero. Figurant s prizmo, levo v ozadju, se giba po obodu ledenika.
Foto: Miha Pavšek.

Začasna signalizacija stalnih oslonilnih točk okoli ledenika z originalnimi (levo) in začasnimi (desno) signali leta 2003.
Foto: Miha Pavšek.

Signalizacija oslonilne točk in njena GPS izmera leta 2005.
Foto: Blaž Barborič.

Odkopavanje prereza snežne odeje za vzorčenja snega in ledu leta 2013-
Foto: Matija Zorn.

Pri točki 101 zahodno od Triglavskega doma na Kredarici, opravijo meritve za navezavo oslonilnih točk na spodnjem robu ledenika.
Foto: Miha Pavšek.

Georadarske meritve ledenika leta 2013 so opravili kolegi z Univerze v Trstu.
Foto: Matija Zorn.

Predhodna označba točk za georadarske meritve leta 2013.
Foto: Matija Klanjšček.

Pri novejših geodetskih meritvah je pri transportu občutljivih naprav izjemno pomembna pomoč helikopterja.
Foto: Mihaela Triglav Čekada.

Številčno okrepljena ekipa na meritvah Triglavskega ledenika leta 2003 je opravila tudi fotogrametrične meritve. V rokah imajo pripravljene signale za stalne oslonilne točke.
Vir: Fotodokumentacija Dnevnika.

Pri nekaterih geodetskih izmerah so sodelovali sodelavci Inštituta za raziskovanje krasa (IZRK) ZRC SAZU iz Postojne, ki imajo za tovrstne meritve na terenu pripravljene svoje poligonske točke.
Foto: Matija Zorn.

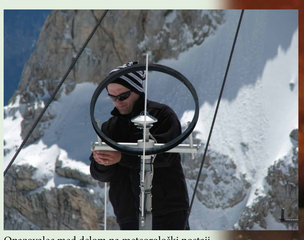
Ledeni stalagmit na dnu krajne zevi na zgornjem robu Triglavskega ledenika.
Foto: Miha Pavšek.

Vremenske in podnebne razmere na Triglavskem ledeniku I

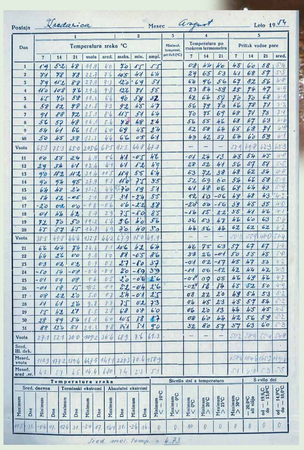
Spremembe Triglavskega ledenika so v tesni povezanosti z visokogorskimi vremenskimi razmerami, zato je še toliko bolj pomembno, da je leta 1954 - osem let po začetku sistematskih meritev ledenika - začela v bližnjem Triglavskem domu na Kredarici delovati meteorološka postaja, danes del opazovalne mreže Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO). Postaja leži na nadmorski višini 2514 m, ki po letu 2010 sovpada z nadmorsko višino zgornjega roba ledenika. Z razvojem tehnologije se je v zadnjem času zmanjšal pomen postaj v gorah za pripravo vremenskih napovedi, povečal pa njihov pomen za spremljanje podnebnih razmer v visokogorskih pokrajinah, kjer so njihove posledice najprej in najbolj opazne. Merilno mesto je oddaljeno od ledenika vsega nekaj sto metrov, zato so podatki s postaje neposredno primerljivi za analize vplivov podnebnih razmer na ledenik.

Od leta 1976 opazovalci ARSO redno spremljajo stanje ledenika in ga tudi fotografsko dokumentirajo. Kredarica ima podnebje višjega gorskega sveta oziroma območij nad drevesno mejo. Povprečna temperatura najtoplejšega meseca je manj kot 10 °C (v obdobju 1981–2010 je bila 6,9 °C), ima submediteranski padavinski režim (večina padavin pade jeseni) ter povprečno letno količino padavin 2038 mm. Ob začetku meritev ledenika je bilo talilno obdobje še nekoliko krajše od redilnega, v zadnjih desetletjih pa je večinoma obratno. V okviru projekta BOBER so konec poletja 2015 odprli prenovljeno postajo in razširili nabor meritev. Od oktobra 2005 sestavljajo opazovalno posadko na postaji sodelavec ARSO in pripadnik Slovenske vojske.

Merilne naprave meteorološke postaje na Kredarici, v ozadju je zgornji del Triglavskega ledenika.
Foto: Miha Pavšek.

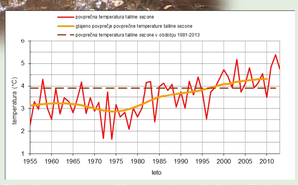


Opazovalec med delom na meteorološki postaji.
Foto: Miha Pavšek.

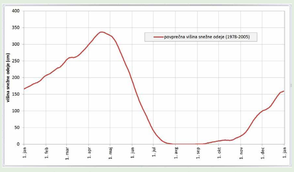


Prvi meteorološki podatki s Kredarice iz avgusta 1954 (Vir: Meteorološki arhiv ARSO).

Del v poletju 2015 prenovljenih merilnih naprav v okviru projekta BOBER, ki je potekal na Agenciji Republike Slovenije za okolje.
Foto: Miha Pavšek.

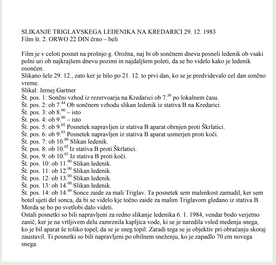


Povprečna temperatura talilne sezone (maj–oktober) na Kredarici med letoma 1955 in 2012 (Vir: Agencija Republike Slovenije za okolje).



Povprečna dnevna skupna višina snežne odeje (SVSO) na Kredarici med letoma 1979 in 2005. To obdobje je izbrano, ker so bile takrat meritve opravljane na enak način in je podatkovni niz najbolj homogen.

Sedanji in upokojeni opazovalci vremena meteorološke postaje na Kredarici.
Foto: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.



SLIKANJE TRIGLAVSKEGA LEDENIKA NA KREDARICI 29. 12. 1983
Film št. 2. ORWO 22 DIN črno – beli

Film je v celoti posnet na prostoru g. Orožna, naj bi ob sončnem dnevu posneli ledenik ob vsaki polni uri ob najkrajšem dnevu pozimi in najdaljšem poleti, da se bo videlo kako je ledenik osončen.
Slikano lefe 29. 12., zato ker je bilo po 21. 12. to prvi dan, ko se je predvidevalo cel dan sončno vreme.
Slikal: Jernej Gartner
Št. pos. 1: Sončni vzhod iz rezervoarja na Kredarici ob 7:[22] po lokalnem času.
Št. pos. 2: ob 7:[45] Ob sončnem vzhodu slikan ledenik iz stativa B na Kredarici.
Št. pos. 3: ob 8:[00] – isto
Št. pos. 4: ob 9:[00] – isto
Št. pos. 5: ob 9:[30] Posnetek napravljen iz stativa B aparat obrnjen proti Škrlatici.
Št. pos. 6: ob 9:[35] Posnetek napravljen iz stativa B aparat usmerjen proti koči.
Št. pos. 7: ob 10:[00] Slikan ledenik.
Št. pos. 8: ob 10:[5] Iz stativa B proti Škrlatici.
Št. pos. 9: ob 10:[7] Iz stativa B proti koči.
Št. pos. 10: ob 11:[20] Slikan ledenik.
Št. pos. 11: ob 12:[00] Slikan ledenik.
Št. pos. 12: ob 13:[00] Slikan ledenik.
Št. pos. 13: ob 14:[00] Slikan ledenik.
Št. pos. 14: ob 14:[5] Sonce zaide za mali Triglav. Ta posnetek sem naslednost zamudil, ker sem hotel ujeti del senca, da bi se videlo kje točno zaide za malim Triglavom gledano iz stativa B. Morda se bo po svetlobi dalo videti.
Ostali posnetki so bili napravljeni za redno slikanje ledenika 6. 1. 1984, vendar bodo verjetno zanič, ker je na vrtljivem delu zamrznila kapljica vode; ki se je naredila vsled medenja snega, ko je bil aparat le toliko topel, da se je sneg topil. Zaradi tega se je objektiv pri obračanju skoraj zaustavil. Ti posnetki so bili napravljeni po obilnem sneženju, ko je zapadlo 70 cm novega snega.

Prepis zapiskov dnevnika opazovanj Jerneja Gartnerja.

Nekdanji snegomeri na robu Triglavskega ledenika, zadnjič so služili svojemu namenu leta 2005, so omogočali natančnejše merjenje skupne višine snežne odeje, saj je merilno mesto pri Triglavskem domu na Kredarici zelo prevetreno.
Foto: Jernej Gartner.

	Zima (december–februar)	Pomlad (marec–maj)	Poletje (junij–avgust)	Jesen (september–november)	Leto
Povprečna temperatura	0,3	0,3	0,4	-	0,3
Minimalna temperatura	0,3	0,4	0,4	-	0,3
Maksimalna temperatura	0,3	0,3	0,3	-	0,2

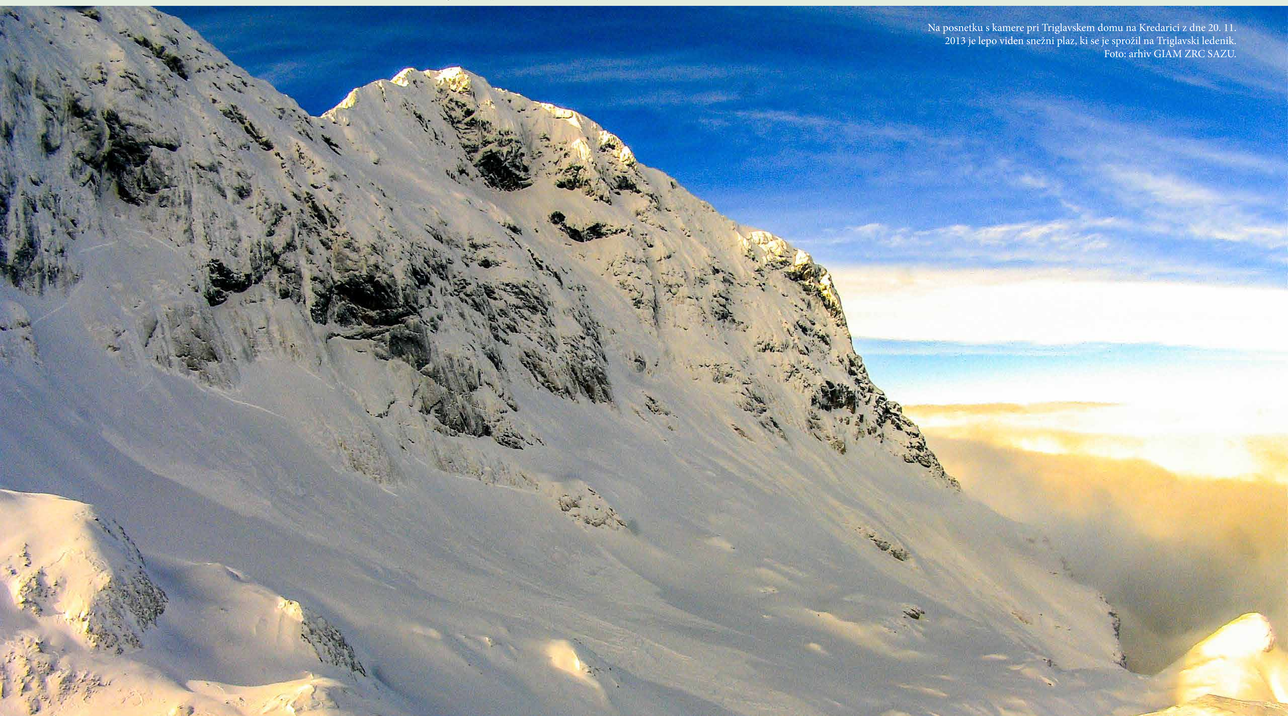
Sprememba temperature zraka na desetletje (v °C/10 let) na Kredarici, izračunana na podlagi linearnega trenda v obdobju 1950–2009.
Vir Bertalanič in sodelavci 2010.

	1850/2007	1858/1975	1975/2007
Severozahod	1,71	0,84	1,63
Severovzhod	1,52	0,77	1,50
Jugozahod	1,51	0,75	1,53
Jugovzhod	1,37	0,725	1,62

Vrednosti dviga temperature v °C na štirih območjih Alp med letoma 1850 in 2007.
Vir: HISTALP.

Za nenavadno obarvano površino Triglavskega ledenika konec septembra 2014 je poskrbel saharski pesek.
Foto: Aljaž Hrvatin.

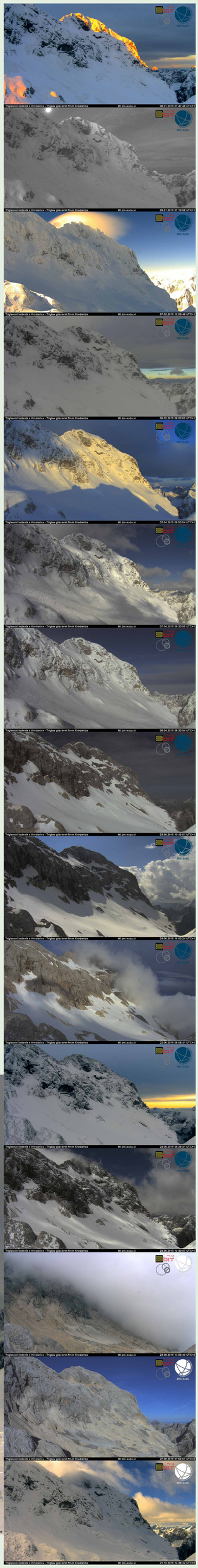
Napeto na večnem snegu - tak je bil naslov članka avgusta 1976 v časopisu Delo, kjer so poročali o dvodnevni smučarski tekmi, ki jo je na Triglavskem ledeniku organiziral smučarski klub iz Radovljice. Zmaga je bila bratovska, saj sta zmagala Kozeljeva – Andrej (slalom) in Tone (velesalom), drugi mesti pa sta zasedla Bojan Križaj in Boris Strel, nekdanji smučarski legendi. Novica o razpletu tekme je prišla do bralcev s pomočjo poštnih golobov, ki so si jih novinarji sposodili pri enem izmed gorenjskih rejcev. Najhitrejši golob je potreboval za pot z ledenika do Kranja pičlih 20 minut, zato so bile novice »sveže«. Z izjemo tiste o večnem snegu, saj je Triglavski ledenik vedno manjši (Vir: Fotodokumentacija Dela).



Na posnetku s kamere pri Triglavskem domu na Kredarici z dne 20. 11. 2013 je lepo viden snežni plaz, ki se je sprožil na Triglavski ledenik.
Foto: arhiv GIAM ZRC SAZU.

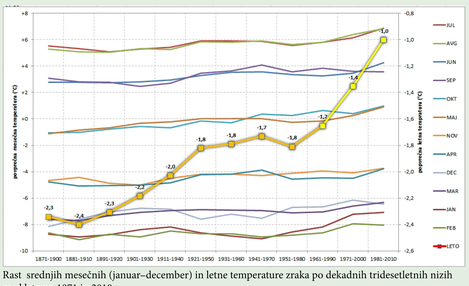
Snežne razmere na pomožnem objektu Triglavskega doma na Kredarici, kjer je nameščena kamera za spremljanje Triglavskega ledenika, v začetku aprila 2016.
Foto: Jaka Ortar.

Aprila 2013 smo začeli spremljati Triglavski ledenik s pomočjo kamere. Od začetka leta 2015 je slika s kamere tudi javno dostopna.
Foto: arhiv GIAM ZRC SAZU.

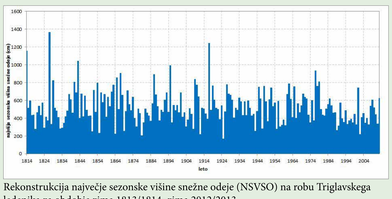


Vremenske in podnebne razmere na Triglavskem ledeniku II

Podnebje našega gorskega sveta se je v zadnjih desetletjih opazno spremenilo. Povprečna letna temperatura zraka na Kredarici kaže trend naraščanja, še posebej v meteorološkem poletju. Dvig temperatur opažamo v vseh letnih časih: pomladi in poletja so se od druge polovice 19. stoletja do danes ogrela za okoli 2 stopinji Celzija, jeseni več kot stopinjo, naraščajoč pa je tudi trend zimskih temperatur. Spremenljivost padavin je še večja, zato je podnebna predvidljivost območja Triglavskega ledenika precej manjša kot pa pri nižje ležečih območjih. Vse večja je količina jesenskih padavin. Podatki o sončnem obsevanju kažejo naraščanje osončenosti pozimi in spomladi, jeseni pa je opazen trend zmanjševanja, kar se ujema s porastom padavin. Za ohranitev ledenika so zelo pomembne snežne padavine konec jeseni in v začetku zime. Vse nižja je tudi največja sezonska višina snežne odeje, ki jo namerijo praviloma sredi aprila. Za snežno bilanco ledenika so zelo pomembni snežni plazovi in veter, ki prinesejo na njegovo površino precejšnje količine okoliškega snega. Snežna odeja v okolici merilnega mesta pri koči najpogosteje izgine v drugi polovici junija, okrog ledenika tudi do nekaj tednov pozneje, včasih pa sploh ne skopni. Območje trajnega ledu in snega se na podnebne spremembe odziva hitro in zelo opazno. Njegovo krčenje se je v zadnjem desetletju nekoliko upočasnilo, ali gre za prehodni ali dolgoročnejši trend, pa bo pokazal čas.



Rast srednjih mesečnih (januar–december) in letne temperature zraka po dekadnih tridesetletnih nizih med letoma 1871 in 2010
Avtor: Jaka Ortar.
Vir podatkov: HISTALP, arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje, poročila o opazovanju Triglavskega ledenika Jerneja Gartnerja 1976–2006).



Rekonstrukcija največje sezonske višine snežne odeje (NSVSO) na robu Triglavskega ledenika za obdobje zima 1813/1814–zima 2012/2013.
Avtor: Jaka Ortar.
Vir podatkov: HISTALP, arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje, poročila o opazovanju Triglavskega ledenika Jerneja Gartnerja 1976–2006).

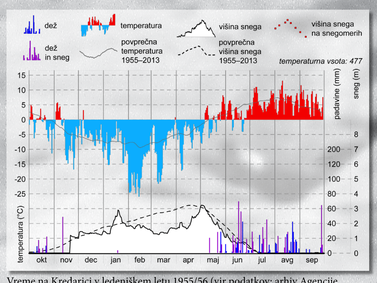
Hoja po zgornjem robu ledenika je zaradi krajne zevi ponekod zelo nevarna. Tovrstna špranja med robom ledenika in ostenjem nastane zaradi hitrejšega taljenja na stiku s skalnim površjem.
Foto: Miha Pavšek.

Kamera Triglavski ledenik in obvestilna tabla za obveščanje mimoidočih.
Foto: Miha Pavšek.

Januarja 2015 je oko kamere zabeležilo reševalno akcijo potem, ko je planinec zdrsnil z Malega Triglava in padel na zgornji rob ledenika. Med preiskavo tega dogodka smo bili naprošeni tudi za posredovanje posnetkov v visoki ločljivosti.
Foto: arhiv GIAM ZRC SAZU.

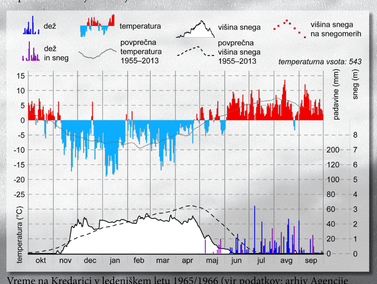
Kolebanje Triglavskega ledenika od začetka rednih meritev leta 1946 I

Kolebanje Triglavskega ledenika oziroma spreminjanje njegove površine in prostornine je odvisno od vsakoletnih vremenskih razmer. Zato za izbrana leta prikazujemo grafe z izbranimi vremenskimi podatki, izmerjenimi na meteorološki postaji na Kredarici, in fotografije ledenika ob koncu talilne dobe. Na grafih lahko primerjamo vreme posameznih let z dolgoletnim povprečjem. Vse fotografije so posnete z Begunjskega vrha, od koder Triglavski ledenik sodelavci Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU fotografiramo v času vsakoletnih rednih meritev. Ti posnetki nam omogočajo dobro primerjavo obsega ledenika med posameznimi leti.



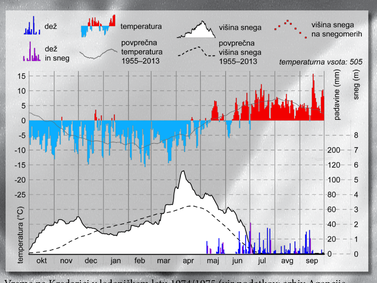
Vreme na Kredarici v ledeniškem letu 1955/56 (vir podatkov: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.

Triglavski ledenik 23. septembra 1956.
Foto: Milan Šifrer.



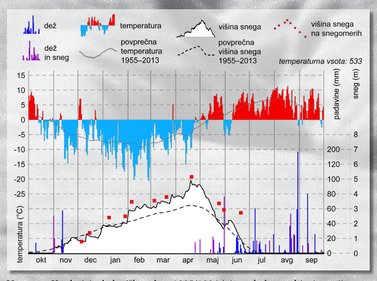
Vreme na Kredarici v ledeniškem letu 1965/1966 (vir podatkov: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.

Triglavski ledenik 21. septembra 1966.
Foto: Dušan Košir.



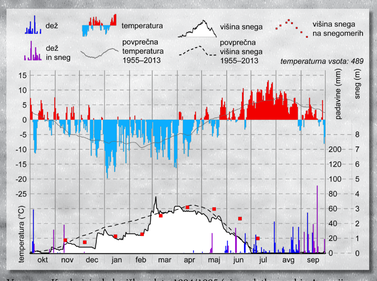
Vreme na Kredarici v ledeniškem letu 1974/1975 (vir podatkov: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.

Triglavski ledenik 25. septembra 1975.
Foto: Milan Orožen Adamič.



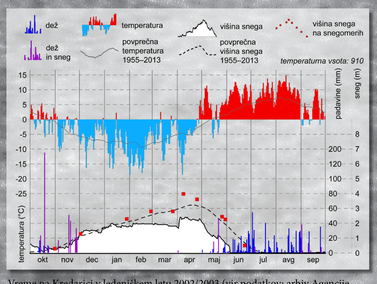
Vreme na Kredarici v ledeniškem letu 1985/1986 (vir podatkov: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.

Triglavski ledenik 18. septembra 1986.
Foto: Dušan Košir.



Vreme na Kredarici v ledeniškem letu 1994/1995 (vir podatkov: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.

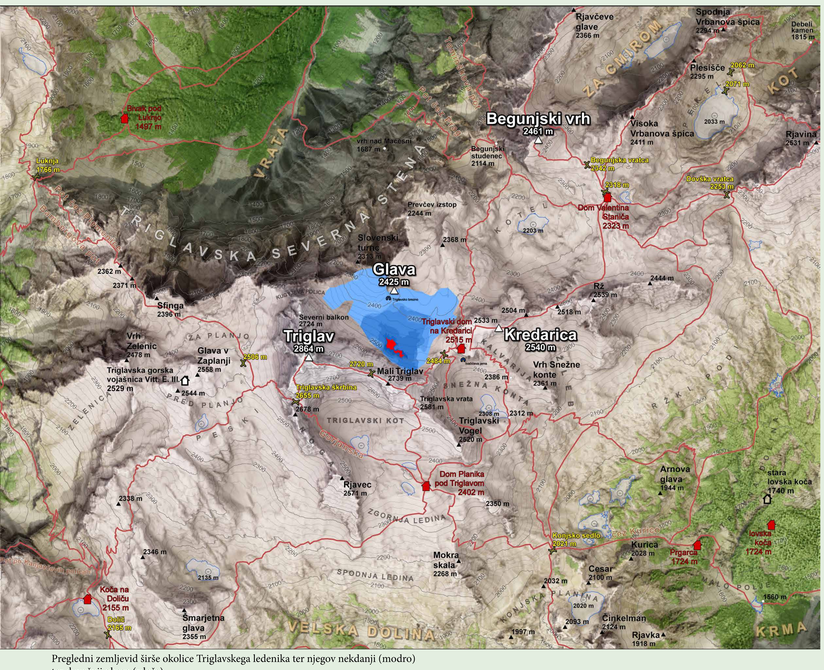
Triglavski ledenik 26. septembra 1995.
Foto: Matej Gabrovec.



Vreme na Kredarici v ledeniškem letu 2002/2003 (vir podatkov: arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.

Triglavski ledenik 26. avgust 2003.
Foto: Matej Gabrovec.

Eden izmed številnih meandrastih žlebov, ki so poleti 1982 razčlenjevali ledenik. Fotografija je bila posneta 25. 8. 1982.
Foto: Milan Šifrer.

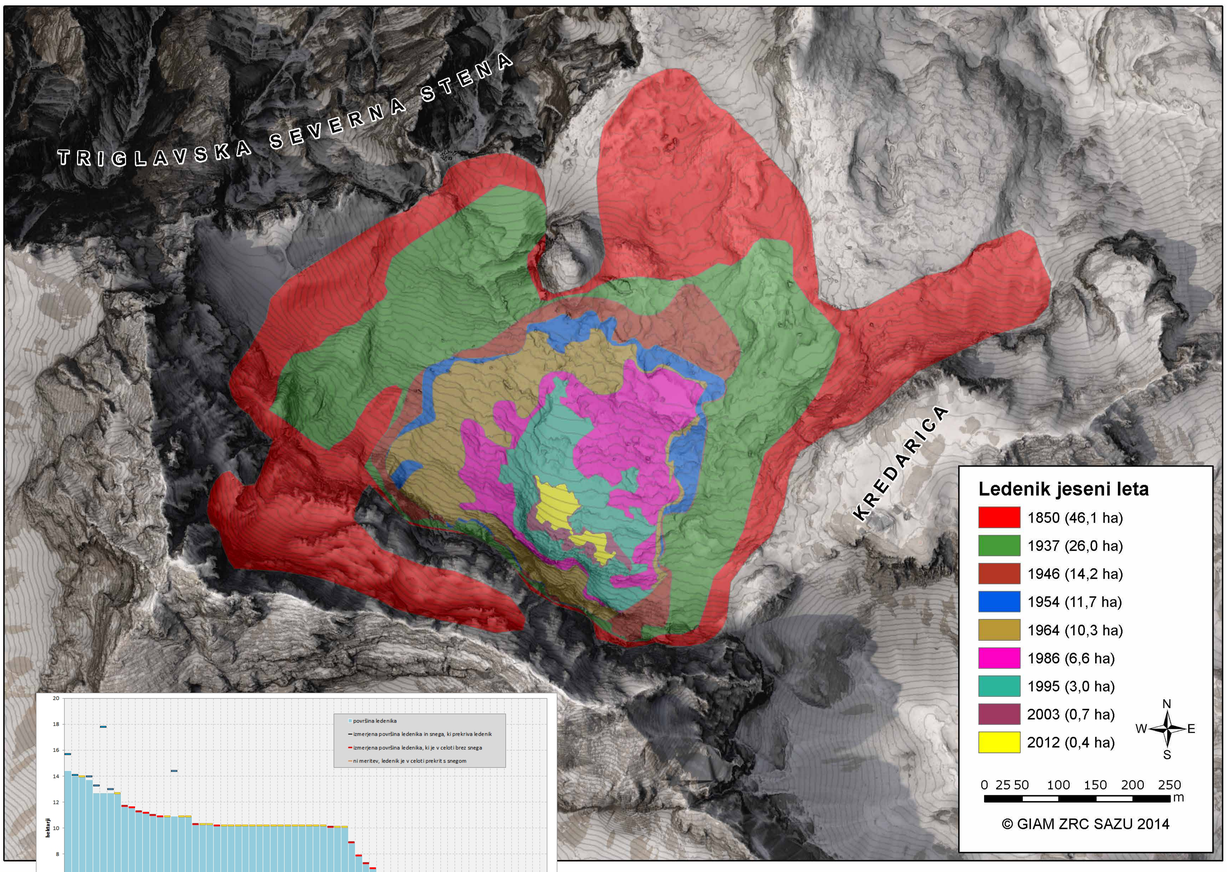


Pregledni zemljevid širše okolice Triglavskega ledenika ter njegov nekdanji (modro) ter današnji obseg (rdeče).
Izdelal: Jaka Ortar.
Podlage in viri: kartografska zbirka GIAM ZRC SAZU, Žorž G., 2014. Vojašnica Vittoria Emanuela pod Triglavom. Planinski vestnik, 2014, št. 10

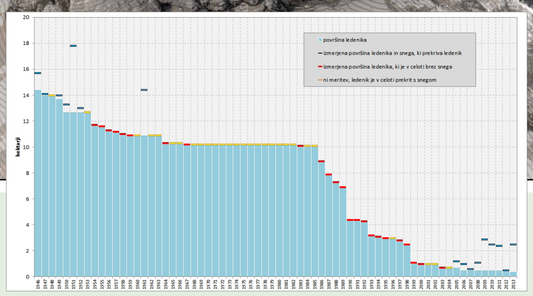
Kolebanje Triglavskega ledenika od začetka rednih meritev leta 1946 II

Prihodnost Triglavskega ledenika je zaradi razmeroma nizke nadmorske višine, majhne površine in podnebnih sprememb negotova. Posamezno ledeniško leto je razdeljeno na dve obdobji. Od novembra do aprila traja redilna doba, od maja do oktobra pa talilna. Zaradi podnebnih sprememb se dolžini obeh obdobij spreminjata. Oktober je postal del talilne dobe sredi 20. stoletja, maj pa v zadnjih desetletjih 20. stoletja. Ta sprememba je skupaj z nekaterimi drugimi dejavniki ključna za prevladujočo negativno bilanco ledenika v zadnjih treh desetletjih. Zelo pomemben za intenzivnost taljenja je vsakoletni delež pokritosti ledeniškega površja s starim snegom ob koncu talilne dobe. Če bo segrevanje ozračja tudi v prihodnje podobno intenzivno, kot je bilo v zadnjih dveh desetletjih, bo ledenik sčasoma izginil.

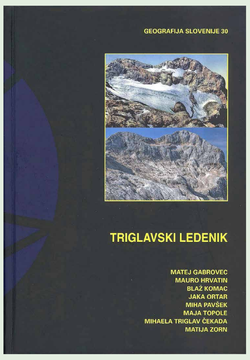
Podatki o Triglavskem ledeniku so vključeni med kazalce okolja o podnebnih spremembah, ki jih objavlja Agencija Republike Slovenije za okolje. Dostopni so tudi v podatkovni bazi o ledenikih WGMS *(World Glacier Monitoring Service)*, ki jo vzdržujejo na Oddelku za geografijo Univerze v Zürichu, in sicer na spletnih straneh (http://wgms.ch/) kot tudi na aplikaciji za pametne telefone.



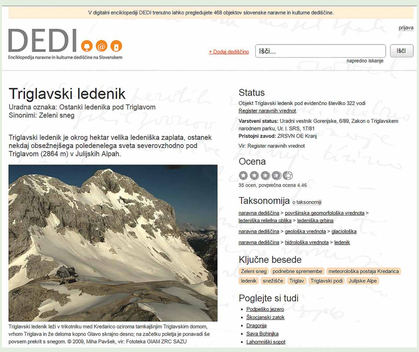
Obseg Triglavskega ledenika od srede 19. stoletja do leta 2012.



Spreminjanje površine ledenika med letoma 1946 in 2013.



Naslovnica knjige Triglavski ledenik, ki je izšla leta 2014 pri Založbi ZRC in obsega več kot 250 strani.



Triglavski ledenik na spletnem portalu DEDI - Enciklopediji naravne in kulturne dediščine na Slovenskem.