

# Lasersko skeniranje Slovenije in akumulacijske reliefne oblike v slovenskem visokogorju

Mihaela Triglav Čekada\*, Blaž Barborič\*, Matija Zorn\*\*, Mateja Ferk\*\*

## Povzetek

S projektom Lasersko skeniranje Slovenije (LSS) smo pridobili zelo podroben digitalni model reliefa z velikostjo celice  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  (DMR). Ta razkriva podrobne reliefne oblike tudi na območjih, ki so bila do sedaj geomorfološko neopazena bodisi zaradi gostega rastja ali slabše dostopnosti. Preverili smo uporabnost zračnega laserskega skeniranja (lidar) za določanje ledeniških in periglacialnih akumulacijskih reliefnih oblik v slovenskem visokogorju. Uporabili smo dva rezultata LSS: objekte smo iskali na podobi analitično senčenega digitalnega modela reliefa z velikostjo celice  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  (PAS) ter podrobnosti preverili v georeferenciranem in klasificiranem oblaku točk (GKOT). S hitrim pregledom smo v Martuljskih gorah pod Rutarškim Vrščem našli fosilni kamniti ledenik, drugod po Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alpah pa še 14 drugih mogočih ledeniških ali nivacijskih moren. Kljub veliki resolucijski natančnosti podatkov LSS ter nesporni uporabnosti za geomorfološka preučevanja, pa za dokončno določitev in razlago reliefnih oblik ne smemo pozabiti na terensko delo.

**Ključne besede:** geomorfologija, akumulacijske reliefne oblike, ledeniške reliefne oblike, LIDAR, Lasersko skeniranje Slovenije

**Key words:** geomorphology, accumulation features, glacial features, LIDAR, Laser Scanning of Slovenia

## Uvod

S podatki Laserskega skeniranja Slovenije (LSS) smo dobili najpodrobnejši digitalni model reliefa z velikostjo celice  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  (DMR1) za celotno območje Slovenije do sedaj (Triglav Čekada & Bric, 2015). Ker lasersko skeniranje, v nasprotju z DMR-ji pridobljenimi na podlagi fotogrametričnih postopkov (Triglav Čekada & Zorn, 2014), omogoča tudi natančen zajem objektov pod rastjem, nam prvič omogoča, da preverimo obstoj ledeniških in periglacialnih akumulacijskih reliefnih oblik v slovenskem visokogorju tudi na območjih pokritih z rastjem (Triglav Čekada, 2011) ali na takšnih, ki so težje dostopni. Naš namen je pokazati nekatere reliefne oblike, ki jih opazimo že ob hitrem pregledu analitično senčenega DMR1 (PAS), ki je eden izmed osnovnih izdelkov projekta LSS.

## Akumulacijske reliefne oblike

Najbolj očitni ostanki poledenitev so čelne in bočne morene ledenikov (Benn & Evans, 2013). Čelne morene nastanejo na koncu ledeniškega jezika, kjer se odlaga in kopiči gradivo, ki ga ledeniki nosijo s seboj. Zaporedje čelnih moren, ki jih ledenik pusti za seboj

---

\*Geodetski inštitut Slovenije, Jamova 2, 1000 Ljubljana

\*\*Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Gosposka ulica 13, 1000 Ljubljana

ob umikanju, imenujemo stadialne morene. Bočne morene se odlagajo ob robu ledenika, pod ledeniki pa se odlagajo talne morene (primer Planice na sliki 10).

Čelnim morenam podobne, a po nastanku drugačne, so nivacijske morene, ki nastanejo na spodnjih delih strmejših snežišč (Obu, 2011) ali pod strmimi stenami z obilo krušljivega materiala (grušča), kjer vlaga v spodnji plasti tega materiala zamrzne in omogoči premikanje materiala po strmem pobočju navzdol (Benn & Evans, 2013). Le na podlagi morfologije je ledeniške in nivacijske morene težko ločiti, zato je pri interpretaciji nujno upoštevati morfologijo okolice.

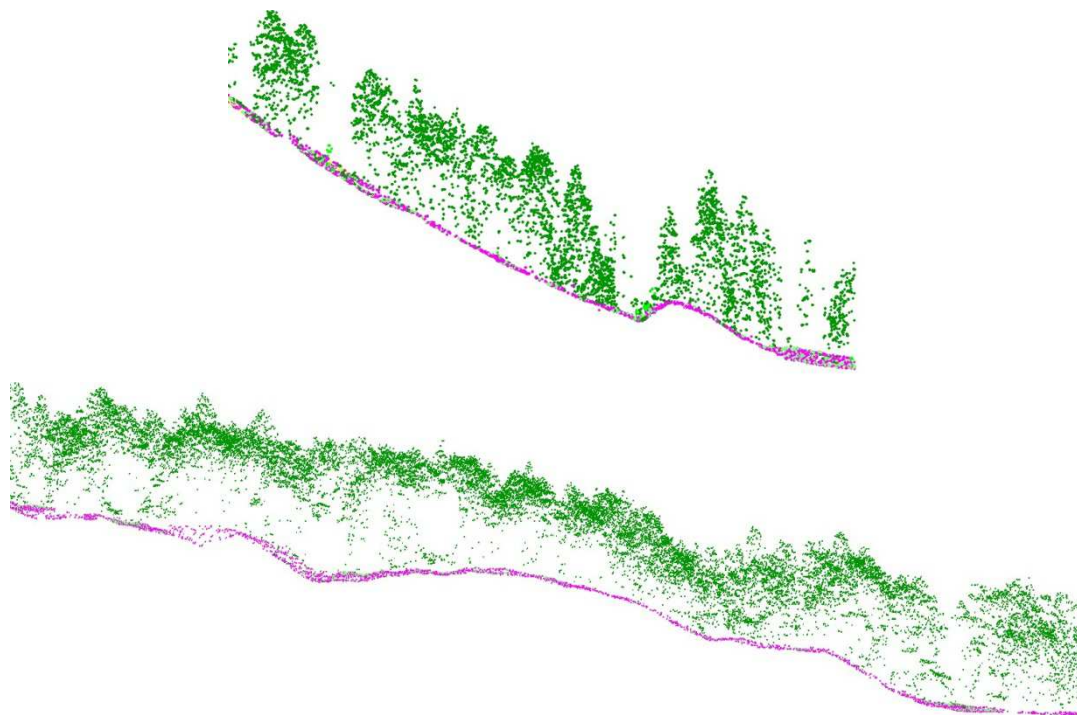
Med akumulacijske oblike uvrščamo tudi kamnite ledenike, ki so oblika permafrosta (Benn & Evans, 2013; Colucci et al., 2013). Na površju jih ponavadi prepoznamo po več zaporednih lokih (nasipih) kamninskega gradiva, ki spominjajo na več zaporednih čelnih moren (slika 3). Nastanejo lahko na dva načina (Žuravek, 2003; Benn & Evans, 2013). Na dovolj visokih nadmorskih višinah, kjer voda pronica skozi mrzel grušč nastane permafrost. Da se kaminsko gradivo z ledom začne premikati mora biti v njem vsaj 30–60 % zmrznjenega gradiva. Druga možnost nastanka je, da je nekdanji ledenik popolnoma zasul grušč.

Aktivni kamniti ledenik se premika in iz njega teče voda tudi v sušnem delu leta, ker se v njem tali permafrost. Aktivni kamniti ledeniki se lahko premikajo s hitrostmi od nekaj centimetrov do nekaj metrov na leto (Kaufmann, 2012). Fosilni kamniti ledeniki se ne premikajo več in so večinoma že prerasli z vegetacijo. Kamnitih ledenikov je Alpah Italije, Avstrije, Švice in Francije skupno 4795, od tega je 75 % fosilnih kamnitih ledenikov (Frauenfelder & Kääh, 2000; Dramis et al., 2003; Cremonese et al., 2011).

Pri prepoznavanju ledeniških in periglacialnih akumulacijskih oblik pa moramo paziti, da jih ne zamenjamo z oblikami, ki so nastale s pobočnimi procesi (Komac & Zorn, 2007). Tudi zemeljski plaz ima namreč na površju lahko vidne polkrožne oblike kot posledice rotacijskega plazenja. Vendar pa v primeru plazenja na pobočju lahko pričakujemo odlomno ploskev.

### **Iskanje akumulacijskih reliefnih oblik**

Digitalni model reliefa (DMR) izdelan na podlagi Laserskega skeniranja Slovenije, ki je bil izveden v letih 2014 in 2015, prvič v celoti prikazuje slovensko površje pod rastjem z ločljivostjo 1 m (velikost celice 1 m × 1 m), s položajno točnostjo boljšo od 30 cm ter višinsko boljšo od 15 cm (Triglav Čekada & Bric, 2015). Predhodni DMR Slovenije izdelan na podlagi podatkov Cikličnega aerofotografiranja Slovenije (CAS) je imel ločljivost 5 m (velikost celice 5 m × 5 m) ter višinsko točnost 1 m na odprtem in delno poraščenem terenu ter 3 m na poraščenem terenu (Kosmatin Fras et al., 2014). Višine površja so bile določene tako, da so se višine dreves odštevale od avtomatsko izračunanega DMR, saj fotografije ne prikazujejo stanja pod rastjem (Triglav Čekada & Zorn, 2014). V praksi to pomeni, da so manjše reliefne oblike, kot so na primer ledeniške morene, pod rastjem zglajene in jih ne vidimo. Nasprotno pa lasersko skeniranje omogoča izdelavo veliko natančnejšega DMR, saj del laserskih točk prodre med rastjem tudi do tal (slika 1).



Slika 1 – Prečni prerez skozi georeferenciran in klasificiran oblak točk (GKOT). Vidimo gozdno rastje (zeleno) in površje (vijoličasto); zgoraj: nasip pod Lepim vrhom v Karavankah (oznaka 9 v preglednici 1; slika 12), spodaj: stopničasto površje v dolini Belega potoka v Julijskih Alpah (oznaka 1 v preglednici 1; slika 3) – fosilni kamniti ledenik.

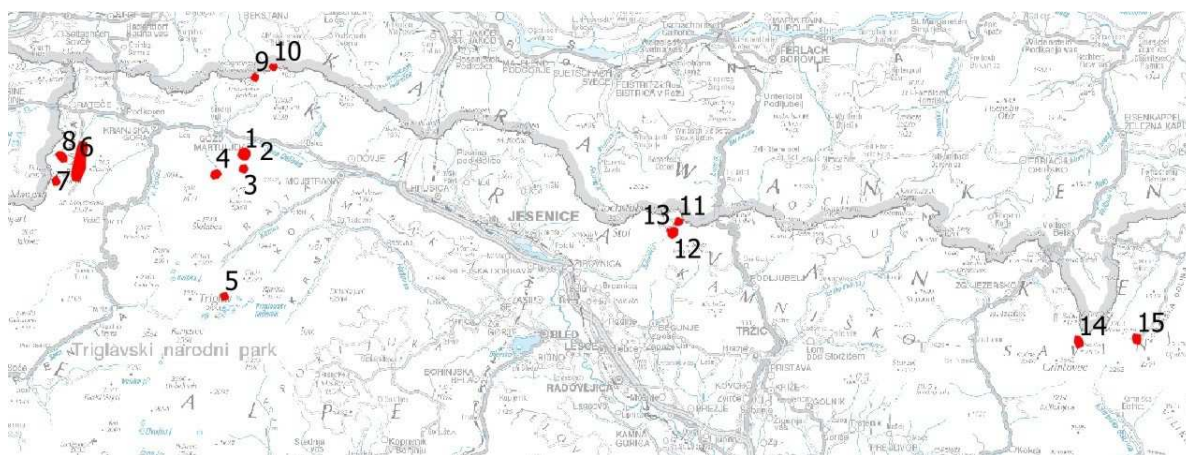
Visokogorje je v okviru projekta Lasersko skeniranje Slovenije (LSS) sodilo v snemalna bloka B31 in B37. Kljub temu, da se je večina snemanj LSS izvajala v neolistanem delu leta, pa sta se visokogorska bloka snemala sredi avgusta 2014, da bi se izognili ostankom snega. Žal je bilo poletje 2014 dokaj hladno in deževno, zato se je sneg ohranil vse do sredine avgusta (Pavšek & Demšar, 2014; Triglav Čekada & Bric, 2015). Visokogorje se je snemalo z gostoto 5 laserskih točk/m<sup>2</sup>, kar lahko opredelimo kot majhno gostoto laserskih točk, a kljub temu primerno za preučevanje geomorfoloških pojavov (Triglav Čekada, 2011).

Izdelki LSS so: georeferenciran in klasificiran oblak točk (GKOT), oblak točk reliefa (OTR), digitalni model reliefa z velikostjo celice 1 m × 1 m (DMR1), predstavljen tudi v podobi analitičnega senčenja (PAS), ki je shranjen v obliki georeferencirane rastrske datoteke. GKOT ima točke razdeljene v šest klasifikacijskih razredov: tla, nizko rastje (do 1 m), srednje (med 1 m in 3 m) in visoko rastje (nad 3 m višine), stavbe ter neklasificirane točke. Podatki so shranjeni v datotekah velikosti 1 km<sup>2</sup>, ki so poimenovane po koordinati spodnjega levega vogala datoteke (preglednica 1). Tako se reliefna oblika s slike 3 nahaja v datoteki TMR\_412\_148, kar pomeni, da je njen spodnji levi vogal na koordinati 412 000 m, 148 000 m. Podobe analitičnega senčenja (PAS) so shranjene v datoteke velikosti 5 km<sup>2</sup>, zato je reliefna oblika na sliki 3 shranjena v datoteki TMP\_410\_145. Podatki so shranjeni v dveh ravninskih koordinatnih sistemih: D96/TM (nov koordinatni sistem) in D48/GK (star koordinatni sistem). Pregled smo opravili v novejšem koordinatnem sistemu D96/TM, zato imajo datoteke predpono TM.

Iskanja reliefnih oblik smo se najprej lotili na podobi analitičnega senčenja PAS. Podrobno preučevanje oblik pa smo izvajali na georeferenciranem in klasificiranem oblaku točk (GKOT).

### Izbrane reliefne oblike

V nadaljevanju predstavljamo bolj izstopajoče akumulacijske oblike, ki smo jih našli na podobi analitičnega senčenja PAS. Lokacija izbranih pojavov (slika 2) je določena s kvadratnim kilometrom podatkov laserskega skeniranja, v katerem se pojav nahaja. Vsakemu pojavu smo izmerili dolžino in širino ter srednjo nadmorsko višino (preglednica 1).



Slika 2 – Lokacija obravnavanih pojavov oštevilčenih glede na preglednico 1, prikazanih na izseku zemljevida merila 1 : 250 000 (vir podlage: Geodetski inštitut Slovenije).

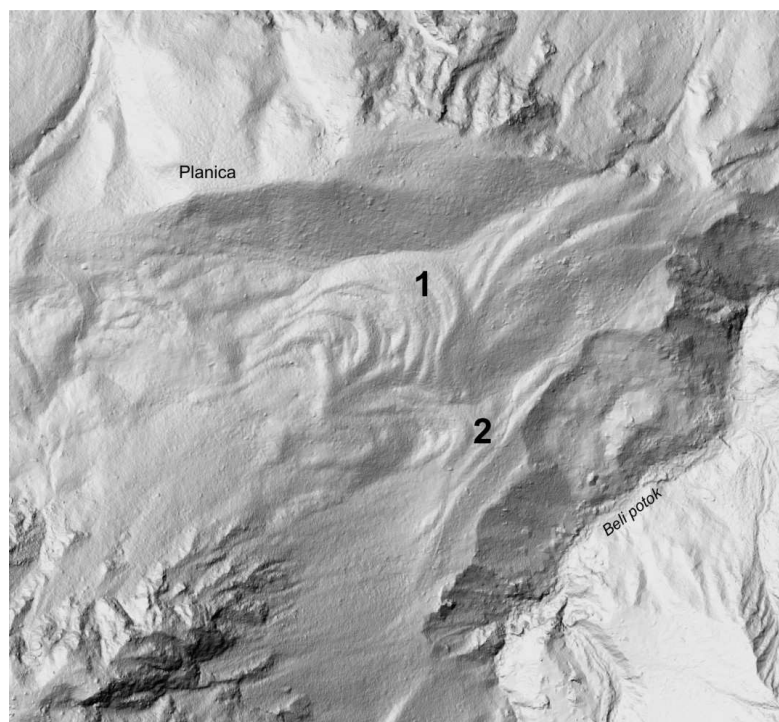
Preglednica 1 – Datoteke LSS z lokacijo reliefne oblike, snemalnim blokom in velikostjo oblike v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM.

Oznaka na sliki 2	Lokacija	LSS blok	Ime datoteke: 1 km <sup>2</sup> (PAS 5 km <sup>2</sup> )	Velikost: dolžina × širina	Srednja nadmorska višina
1	Beli potok (Julijske Alpe)	B37	TM_412_148 (TMP_410_145)	250 m × 196 m	1040 m
2	Beli potok (Julijske Alpe)	B37	TM_412_148 (TMP_410_145)	50 m x 50 m	1040 m
3	Beli potok (Julijske Alpe)	B37	TM_142_147 (TMP_410_145)	70 m × 50 m	1225 m
4	Za Akom (Julijske Alpe)	B37	TM_410_147 (TMP_410_145)	levi: 210 m × 60 m desni: 130 m × 30 m	1310 m
5	Triglavski ledenik (Julijske Alpe)	B37	TM_411_138 (TMP_410_135)	100 m × 20 m	2312 m
6	Planica (Julijske Alpe)	B37	TM_401_148, TM_401_147, TM_401_146 (TMP_400_145)	2400 m × 400 m	1050 m
7	Krnica pod Visoko Ponco (Julijske Alpe)	B37	TM_400_147 (TMP_400_145)	250 m × 30 m	1608 m
8	Krnica pod Zadnjo	B37	TM_400_146	120 m × 30 m	1730 m

	Ponco (Julijske Alpe)		(TMP_400_146)		
9	Pod Lepim vrhom (Karavanke)	B31	TM_413_153 (TMP_410_150)	70 m × 30 m	1680 m
10	Pod Murnovcem (Karavanke)	B31	TM_414_154 (TMP_410_150)	levi: 70 m × 30 m desni: 90 m × 30 m	1730 m 1695 m
11	nad Planinskim domom Mrzli studenec (Karavanke)	B31	TM_440_143 (TMP_440_140)	190 m × 30 m	1520 m
12	Smokuška planina (Karavanke)	B31	TM_439_143 (TMP_435_140)	300 m × 50 m	1375 m
13	zahodna stran Smokuške planine (Karavanke)	B31	TM_439_143 (TMP_435_140)	90 m × 50 m	1385 m
14	Ledenik pod Skuto (Kamniško-Savinjske Alpe)	B31	TM_465_136, TM_466_136 (TMP_465_135)	čelna 100 m × 50 m bočna 370 m × 30 m	2020 m
15	Logarska dolina (Kamniško-Savinjske Alpe)	B31	TM_469_136 (TMP_465_135)	300 m × 30 m	965 m

Pod Rutarškim Vršičem (1696 m) v Martuljških gorah, zahodno od nekdanje planine Zaprete najdemo na nadmorski višini 1114 m stopničasto površje (oznaka 1 v preglednici 1), ki morfološko ustreza fosilnemu kamnitemu ledeniku. Na podobi analitičnega senčenja (PAS) se lepo vidi osem lokov značilnih zaporednih grbin (slika 1 spodnja, slika 3 oznaka 1). V klasificiranem oblaku točk (GKOT), kjer odstranimo vse klasifikacijske razrede rastja, lahko podrobno preučujemo višinske razlike na reliefni obliki. Zgornji del je na nadmorski višini 1065 m, konec čela pa na nadmorski višini 1008 m. Njena dolžina je 250 m, širina na osrednjem najširšem delu pa 196 m. Povprečna višinska razlika med vrhom posameznega loka in njegovim dnom je okoli 6 m. Višina bočnega roba na severni strani je 10–11 m, na čelu 11 m, na južnem boku pa je nižja. Ob severnem robu teče potok. Terenski ogled je pokazal, da reliefno obliko gradi karbonatni drobir različnih dimenzij (slika 4). Na zgornjem robu ne vidimo odlomne ploskve, ki bi nakazovala, da je oblika posledica plazenja.

Južneje so še trije manj izraziti loki širine 50 m z manj strmimi robovi (slika 3 oznaka 2). Višinska razlika med vrhom loka in dolino je tu le nekaj metrov.

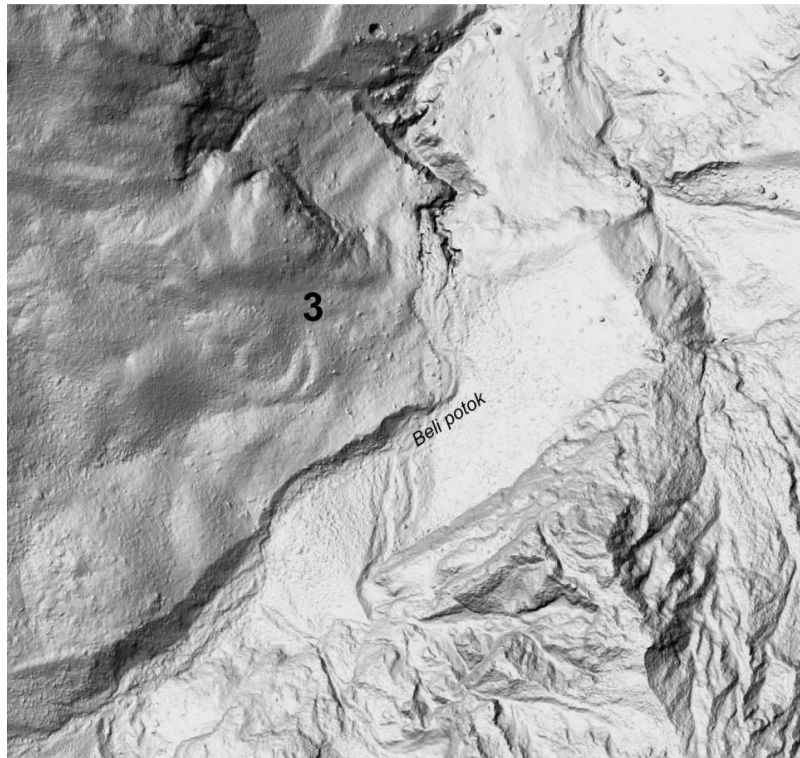


Slika 3 – Fossilni kamniti ledenik (oznaka 1) ob nekdanji planini Zaprete pod Rutarškim Vrščem in trije manj izraziti loki (oznaka 2) (slika prikazuje 1 km<sup>2</sup> podobe analitičnega senčenja PAS).



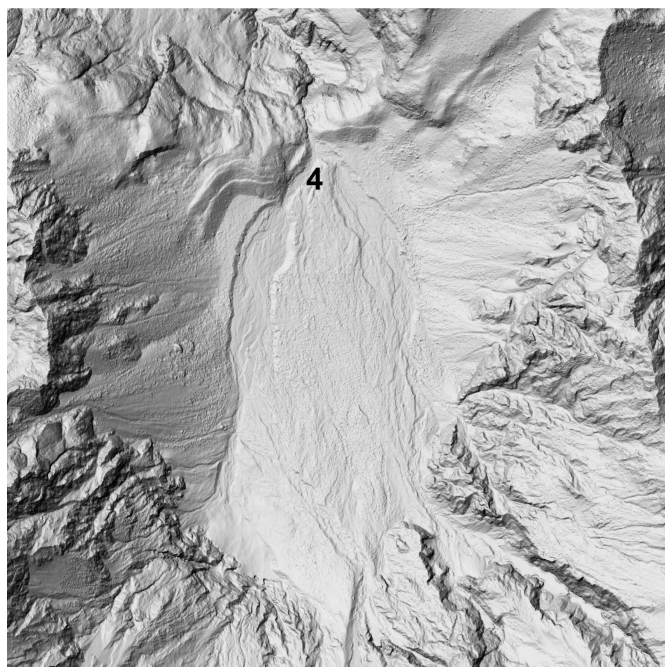
Slika 4 – Stopničasto površje med dvema lokoma« fosilnega kamnitega ledenika (levo) in klastično gradivo, ki ga sestavlja (desno) (foto: B. Barborič).

Približno 900 m gorvodno (južno) po dolini Belega potoka tudi najdemo polkrožne oblike (oznaka 3 v preglednici 1). PAS nam razkriva dva manjša loka (slika 5 oznaka 3). Vrh posameznega loka je največ 5 m višji od dna loka. Na GKOT se lepo vidi, da sta loka pod gostim iglastim gozdom. Čeli lokov, verjetno nivacijskih moren, sta obrnjeni proti Belemu potoku, torej je gradivo polzelo iz smeri Rutarškega Vršiča.



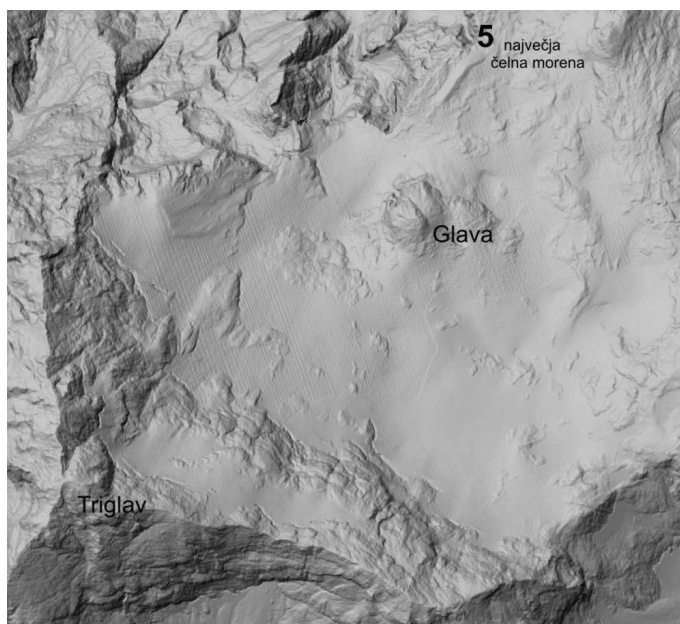
Slika 5 – Nasipa v obliki loka (oznaka 3) v dolini Belega potoka (slika prikazuje 1 km<sup>2</sup> PAS).

V sosednji dolini (proti zahodu), natančneje Za Akom nad Zgornjim Martuljkovim slapom, so trije nasipi (oznaka 4 v preglednici 1), ki imajo v zaledju (srednji del slike 6) veliko pobočnega gradiva. Nasipi so pod gozdom na nadmorski višini 1310 m. Leva nasipa sta bolj izrazita kot desni. Njun vrh je visok največ 40 m, vrh desnega loka pa največ 20 m. Najverjetneje so ledeniške čelne morene. V dolini Za Akom so lepo vidna tudi melišča in procesi vodne erozije.



Slika 6 – Pobočno gradivo in polkrožni nasipi (oznaka 4) Za Akom (slika prikazuje približno 1,5 km<sup>2</sup> PAS).

V okolici Triglavskega ledenika je najbolj izrazita čelna morena nad Triglavsko severno steno (oznaka 5 v preglednici 1; slike 7, 8, 9). Nasip je visok 4–3 m in dolg 100 m. Za njim (južneje) je še več nasipov (Šifrer, 1963; Gabrovec et al., 2014). Zaradi hladnega mokrega poletja je bilo ob snemanju LSS sredi avgusta 2014 okoli Triglava še obilo snega, zato se večine akumulacijskih oblik na PAS ne vidi, saj je velik del pod snegom (sliki 7). Na PAS območja s snegom hitro ločimo od okolice po zelo zglajenem površju. Okolica Triglava je bila z laserskim skeniranjem posneta tudi septembra 2012, ko so bili Triglavski podi brez snega. Tudi takrat je bil eden izmed izdelkov DMR z velikostjo celice  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ , le da je bil ta izdelan iz laserskih podatkov s povprečno gostoto 8 točk/m<sup>2</sup> (Triglav Čekada et al. 20103; slika 9).

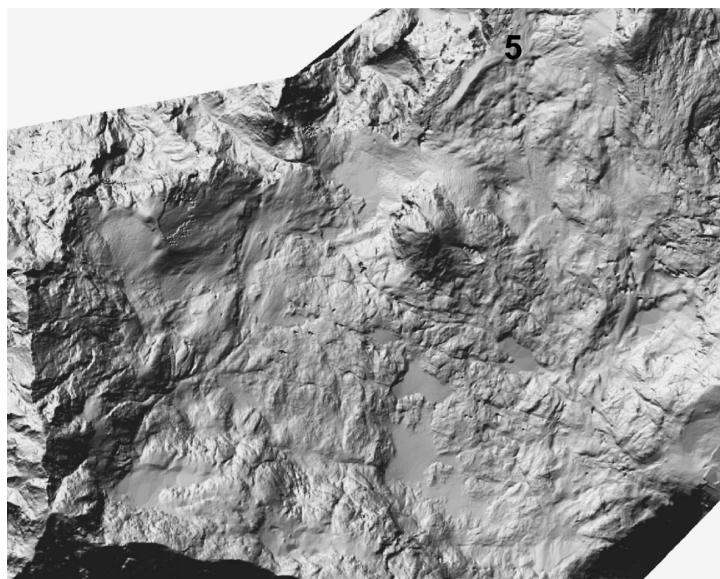


Slika 7 – Območje Triglavskega ledenika na podatkih LSS, zgoraj desno se nahaja največja čelna morena (oznaka 5) nad Triglavsko severno steno (slika prikazuje približno 1 km<sup>2</sup> PAS).



Slika 8 – Čelna morena nad Triglavsko severno steno (foto: Matija Zorn).

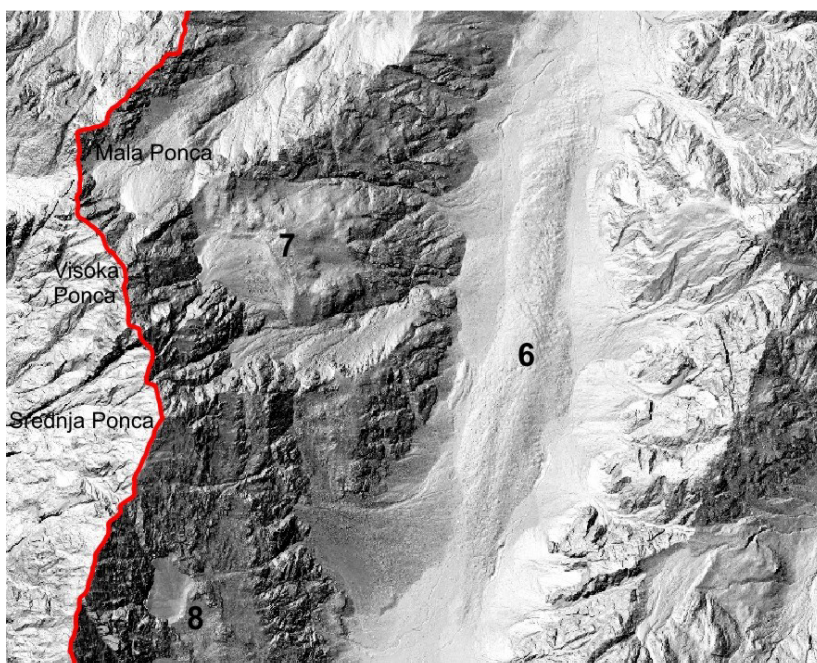




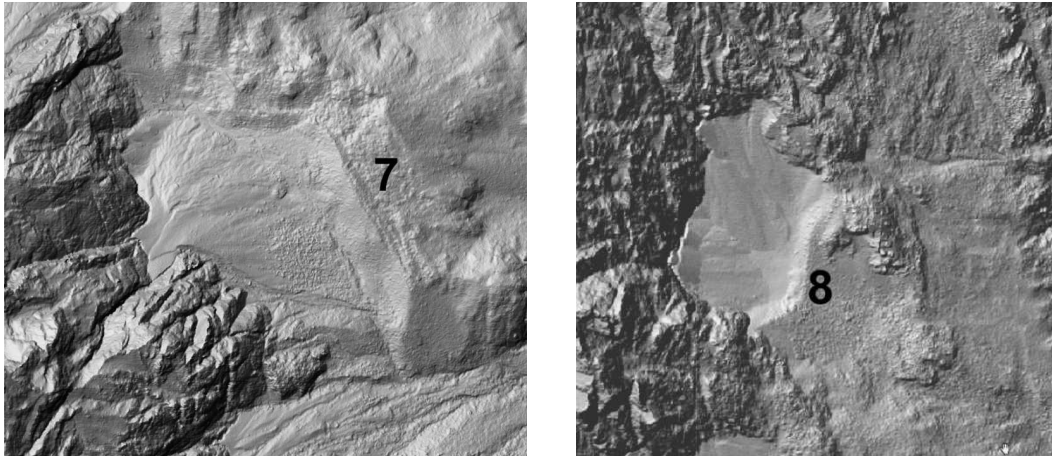
Slika 9 – Območje Triglavskega ledenika na DMR 1 m × 1 m izdelanega na podlagi laserskega skeniranja septembra 2012; zgoraj desno se nahaja največja čelna morena (oznaka 6).

V dolini Planice (slika 10) je obsežen nasip talne morene v dolžini 2,4 km in širine od nekaj deset do 400 m (oznaka 6 v preglednici 1). Nasip je porasel z gozdom.

Pod Visoko Ponco (oznaka 7 v preglednici 1) je krnica z nasipom dolžine 250 m in višino 18 m (slika 11 levo). Nasip predstavlja stadialno moreno zadnjega umikalnega stadia ledenika. Viden je zlasti levi lok morenskega nasipa, desni je zgolj v skrajnem južnem delu. Med njima je erozijski jarek. Pod Zadnjo Ponco (oznaka 8 v preglednici 1) je v krnici nasip dolžine 120 m in višine do 5 m (slika 11 desno). Nasip verjetno predstavlja nivacijsko moreno. V obeh krnicah je bil v času LSS snemanja še sneg, kar vidimo po krajnih zeveh. Oba nasipa sta porasla z gozdom.

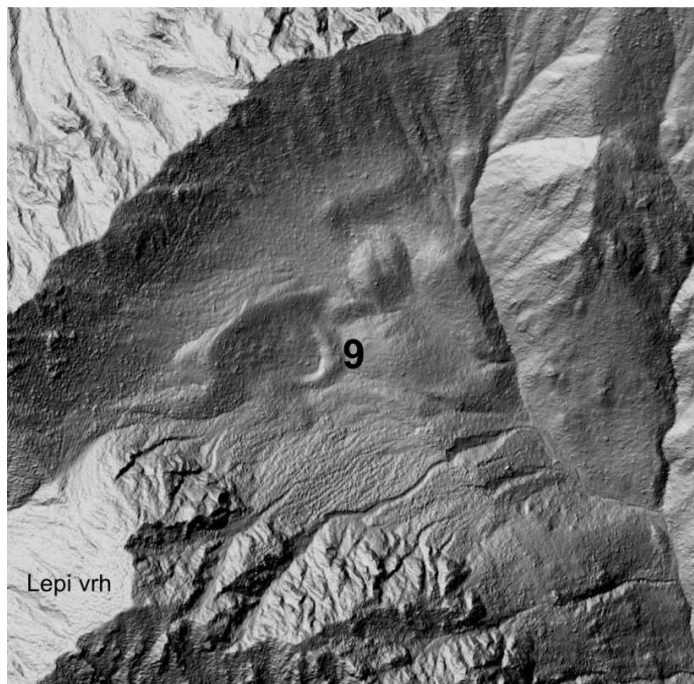


Slika 10 – Talna morena v Planici (oznaka 6) in nasipa v krnicah pod Poncami (oznaki 7 in 8) (slika prikazuje približno 4 km × 2 km PAS). Rdeča črta je državna meja.



Slika 11 – Levo krnica pod Visoko Ponco (oznaka 7) z nasipom na desni. Desno krnica pod Zadnjo Ponco (oznaka 8) z nasipom v sredini (sliki prikazujta približno 0,5 km<sup>2</sup> PAS).

Podobne reliefne oblike najdemo tudi v Karavankah in Kamniško-Savinjskih Alpah. Nad Gozd-Martuljkom pod Lepim vrhom (1926 m) je nasip (oznaka 9 v preglednici 1), najverjetneje nivacijska morena, dolžine 70 m in višine približno 8 m (slika 12). Okoli je še več manjših nasipov. Nasipi se nahajajo pod gozdom (slika 1).



Slika 12 – Nasip (oznaka 9) pod Lepim vrhom v Karavankah (slika prikazuje približno 1 km<sup>2</sup> PAS).

Približno kilometer proti vzhodu je v dolini med Maloškim Poldnem (1823 m) in Murnovcem (1864 m) naslednji nasip (oznaka 9 v preglednici 1). Njegova dolžina je 70 m, višina pa 7 m (slika 13). Glede na morfologijo nasipa bi oblika lahko bila nivacijska morena ali bočni morenski nasip. Tudi ob upoštevanju morfologije okolice ni mogoča

enoznačna razlaga oblike. Vzhodno sta še dva nasipa na nadmorski višini 1695 m; zahodni nasip je dolg 90 m, vzhodni pa 70 m. Nasipa najverjetneje predstavljata ostanek bočnega morenskega nasipa. Danes so vsi nasipi porastli z gozdom.

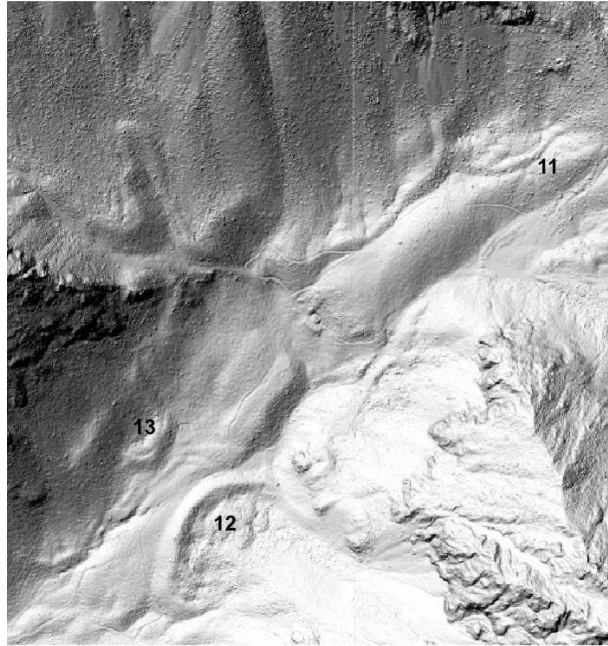


Slika 13 – Nasipi (oznaka 10) pod Murnovcem (slika prikazuje približno 1 km<sup>2</sup> PAS).

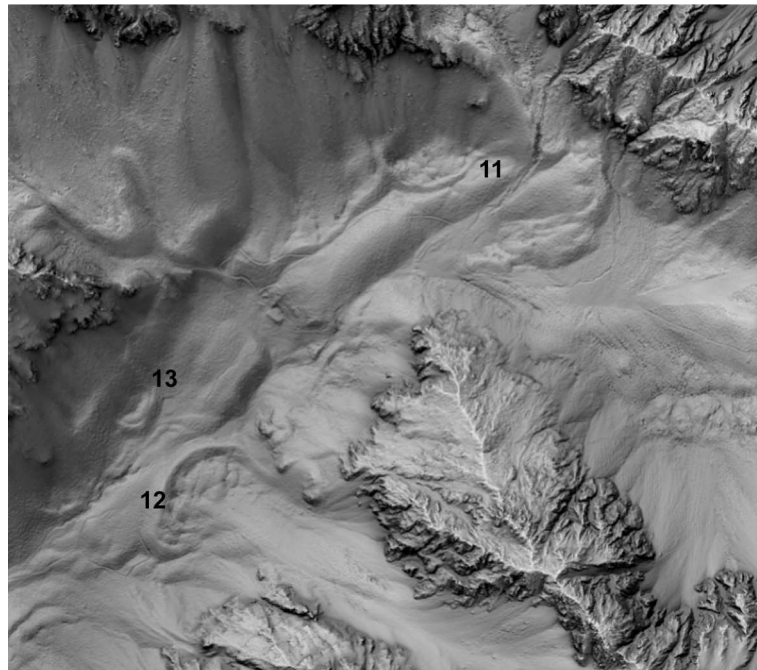
Tudi pri Mrzlem studencu pod Vrtačo (2180 m) v Karavankah (slika 14-zgoraj desno) so akumulacijske oblike pod gozdom. V preglednici 1 je označena najbolj desna (oznaka 11), ki ima lep lok; dolga je 190 m, široka 30 m in visoka 5 m. Levo se nasip nadaljuje, a nima pravega loka. Dolg je 250 m in ponekod visok do 8 m.

V južnem delu Smokuške planine je daljši 300 dolg nasip pod Velikim vrhom (2060 m) (oznaka 12; slike 14-spodaj, 15-spodaj in 16). V zaledju nasipa vidimo dodatna nasutja. Osrednji nasip je visok 10 m. Glede na morfologijo nasipa gre najverjetneje za čelno moreno. Vse odkladnine so pod gozdom.

Na nasprotnem bregu Mrzlega potoka je manjši nasip dolg 90 m in širok 50 m (oznaka 13; slika 14-spodaj-levo), ki je najverjetneje nivacijska morena. Tudi ta se nahaja pod gozdom.



Slika 14 – Nasipi (oznake 11, 12, 13) na Smokuški planini (slika prikazuje približno 1 km<sup>2</sup> PAS).

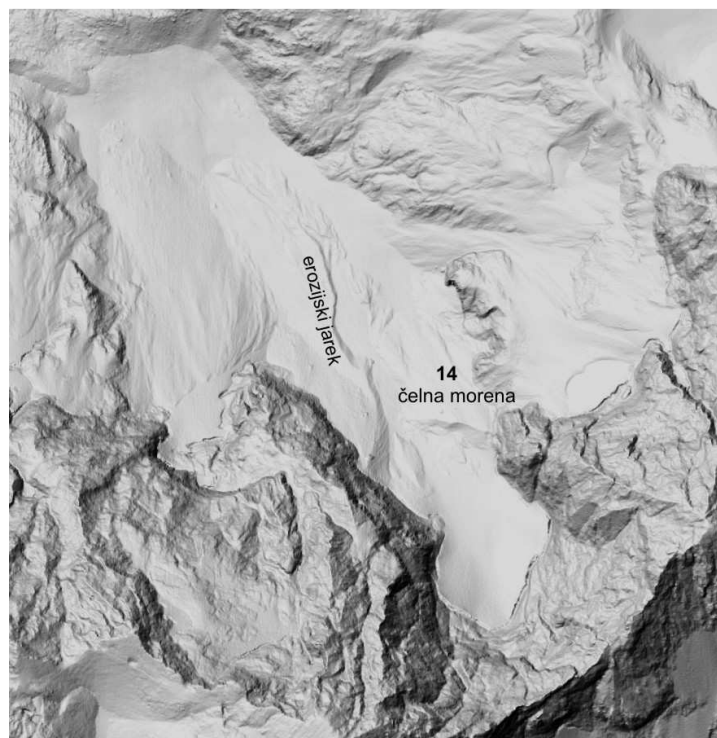


Slika 15 – Smokuška planina na DMR 1 m × 1 m izdelanem na podlagi laserskega skeniranja z gostoto 8 točk/m<sup>2</sup> septembra 2012. Na sliki še podrobneje vidimo akumulacijske oblike (oznake 11, 12, 13).



Slika 16 – Čelna morena na Smokuški planini: oznaka 12 v preglednici 1 in na slikah 14, 15 (foto: Aljaž Hrvatin).

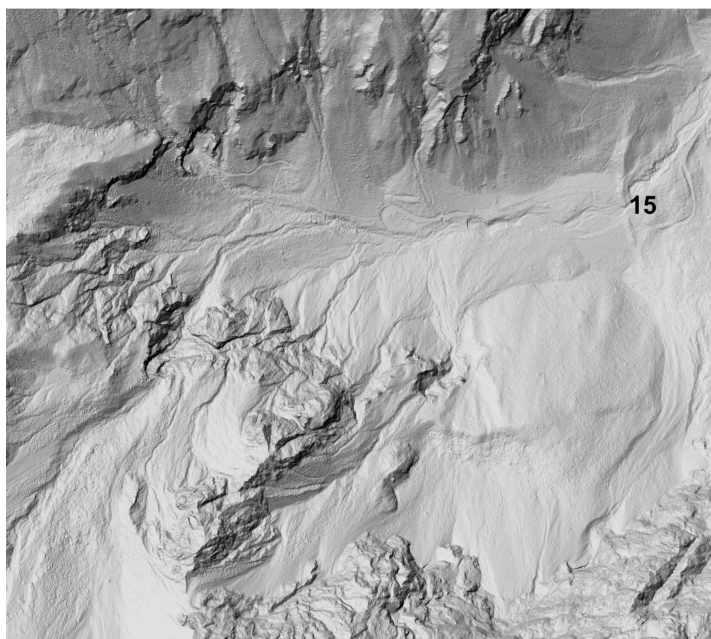
Nasip (čelna morena) pod Ledenikom pod Skuto (oznaka 14 v preglednici 1) je v povprečju visok 5 m. Na PAS vidimo (slika 17), da je snežišče ledenika v času snemanja segalo vse do nasipa. Levo in desno vidimo še dve manjši snežišči.



Slika 17 – Erozijski jarek in čelna morena (oznaka 14) Ledenika pod Skuto (slika prikazuje približno 1 km<sup>2</sup> PAS).

V Logarski dolini (oznaka 15 v preglednici 1; slika 18) vidimo nasip, ki ga je Savinja predrila. Nasip je dolg 300 m, njegova srednja višina pa je 3–5 m. Gre za stadialno moreno,

čeprav je oblika loka ravno obratna kot bi pričakovali, glede na to, da je ledenik prišel iz zahoda. Nahaja se v gozdu, približno 500 m pod obračališčem pod slapom Rinka.



Slika 18: Nasip (oznaka 15) v Logarski dolini (slika prikazuje približno 2 km<sup>2</sup> PAS). V okolici je še več akumulacijskih oblik.

### Sklep

Predstavljeni primeri so samo nekatere očitnejše akumulacijske reliefne oblike, ki jih najdemo ob hitrem pregledu podobe analitičnega senčenja DMR 1 m × 1 m (PAS) izdelanega iz podatkov Laserskega skeniranja Slovenije. Že takšen pregled je odstrl prvi fosilni kamniti ledenik pod Rutarškim Vršičem v Sloveniji. Vsekakor bo podrobna analiza teh podatkov pokazala še vrsto drugih, predvsem manjših oblik.

Na podlagi prikazanega slikovnega gradiva lepo vidimo uporabnost tako natančnega DMR za geomorfologijo, predvsem kot hitro predpripravo na terensko delo.

Zahvala: Delo je bilo delno financirano v okviru temeljnega raziskovalnega projekta J2–5479 in raziskovalnega programa P6–0101 Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

### Literatura

- Benn, D. I., Evans, D. J. A. (2013). *Glaciers & Glaciation*. Routledge, New York, 802 p.
- Colucci, R.R., Boccali, C., Guglielmin, M. (2013). Il Permafrost montano del Friuli Venezia Giulia, Evidenze Attuali e Relitte. Sotto Zero, Semiannual Journal of the »Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia«, Nr. 2, [http://www.umfvg.org/drupal/sites/default/files/SOTTOZERO\\_Atti\\_medium10Mb.pdf](http://www.umfvg.org/drupal/sites/default/files/SOTTOZERO_Atti_medium10Mb.pdf)
- Cremonese, E., Gruber, S., Phillips, M., Pogliotti, P., Boeckli, L., Noetzli, J., Suter, C., Bodin, X., Crepaz, A., Kellerer-Pirklbauer, A., Lang, K., Letey, S., Mair, V., Morra di Cella, U., Ravel, L., Scapozza, C., Seppi, R., Zischg, A. (2011). Brief Communication: An inventory of permafrost evidence for the European Alps. *The Cryosphere* 5, 652-657.

- Dramis, F., Giraudi, C., Guglielmin, M. (2003). Rock glacier distribution and paleoclimate in Italy. *Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost, Zürich, Switzerland*, 1, 199-204.
- Frauenfelder, R., Kääb, A. (2000). Towards a palaeoclimatic model of rock-glacier formation in the Swiss Alps. *Annals of Glaciology* 31, 281-286.
- Gabrovec, M., Hrvatinić, M., Komac, B., Ortari, J., Pavšek, M., Topole, M., Triglav Čekada, M., Zorn, M. (2014). Triglavski ledenik. *Geografija Slovenije* 30. Založba ZRC, Ljubljana, 252 p.
- Kaufmann, V. (2012). The evolution of rock glacier monitoring using terrestrial photogrammetry: The example of Äusseres Hocheberkar rock glacier (Austria). *Austrian journal of earth science* 105/2, 63-77.
- Komac, B., Zorn, M. (2007). Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije* 15. Založba ZRC, Ljubljana, 217 p.
- Kosmatin Fras, M., Fabiani, N., Triglav Čekada, M. (2014). Kakovost državnega ortofota v različnih letnikih njegove izdelave. *Geodetski vestnik* 58 (4), 695–709.
- Obu, J. (2011). Periglacialne in ledeniške oblike v zahodnem delu Pohorja, *Dela* 35, 55–71.
- Pavšek, M., Demšar, M. (2014). Petdeset odtenkov sive: vreme in razmere v gorah v meteorološkem poletju 2014. *Planinski vestnik* 114 (10), 60–61.
- Šifrer, M. (1963). Nova geomorfološka dognanja na Triglavu: Triglavski ledenik v letih 1954–1962. *Geografski zbornik* 8, 157–210.
- Triglav Čekada, M. (2011). Možnosti uporabe zračnega laserskega skeniranja (LIDAR) za geomorfološke študije, *Geografski vestnik* 83 (2), 81–93.
- 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 predavanj*. Ljubljana, SZGG, 85–93.
- Triglav Čekada, M., Bric, V. (2015). Končan je projekt laserskega skeniranja Slovenije. *Geodetski vestnik* 59 (3), 586–592.
- Triglav Čekada, M., Zorn, M. (2014). Ugotavljanje intenzivnosti geomorfnihih procesov s pomočjo posnetkov cikličnega aerofotografiranja Slovenije. *Geografski vestnik* 86 (2), 85–101.
- Žuravek, R. (2003). The problem of the identification of relict rock glaciers on sedimentological evidence. *Landform Analysis* 4, 7–15.