

**Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti**

**Geografski inštitut Antona Melika**

**Oddelek za naravne nesreče**

Novi trg 2, 1000 Ljubljana



## **Snežni plazovi v dolini Soče 22. in 23. januarja 2021**

### **ELABORAT – POROČILO O RAZISKAVAH**

AVTORJI: dr. Blaž KOMAC, mag. Miha PAVŠEK, dr. Manca VOLK BAHUN, Jure TIČAR

#### **KAZALO**

##### **1 SNEŽNI PLAZOVI JANUARJA 2021**

1.1 Uvod

1.2 Kratka kronologija dogodkov

1.3 Vzroki in značilnosti plazenja

1.4 Modeliranje snežnih plazov

1.5 Zajezitev vodotokov

##### **2 SNEŽNI PLAZOVI V ZGORNJEM POSOČJU – VZROKI IN ZNAČILNOSTI**

##### **3 RAZPRAVA IN SKLEP – NUJNOST DOPOLNITVE ZAKONODAJE IN VZPOSTAVITVE LAVINSKE SLUŽBE**

##### **4 LITERATURA**

Ljubljana, februar 2021.

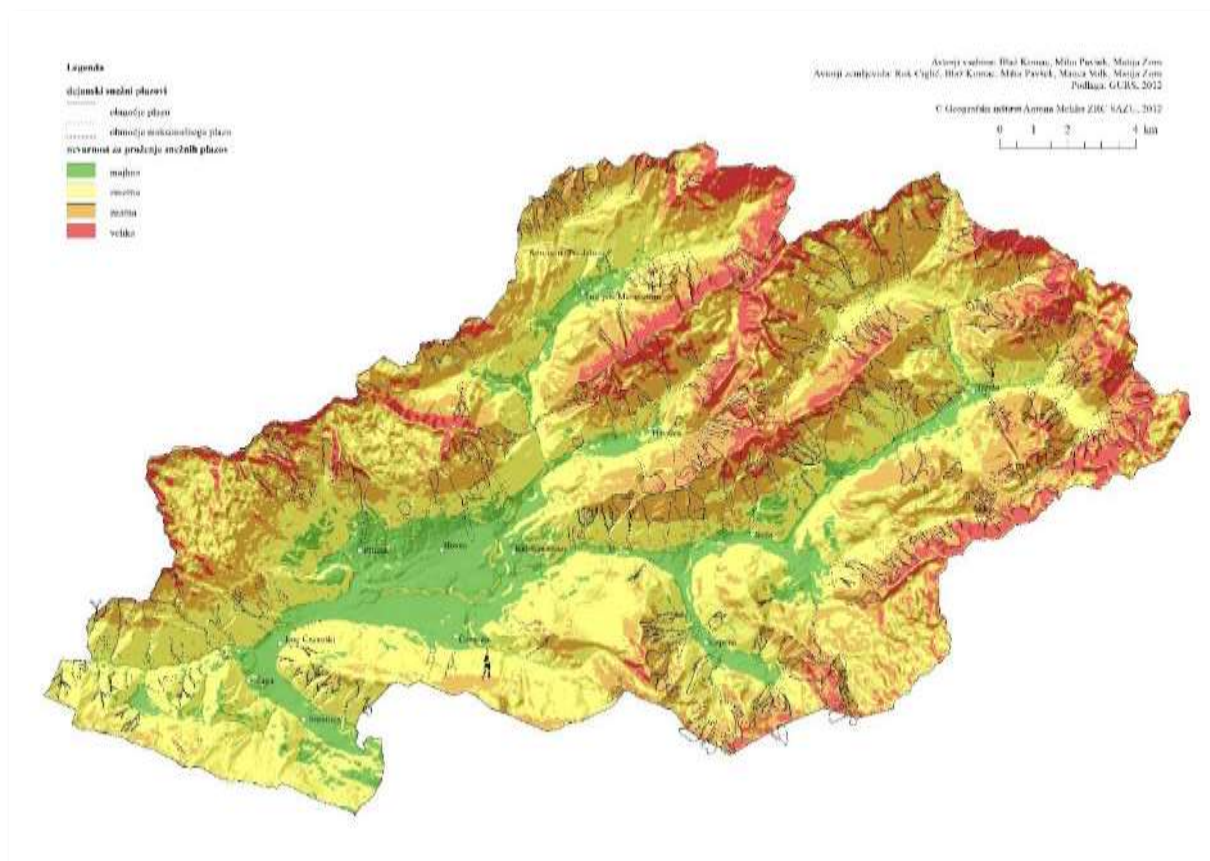
*Elaborat je nastal v okviru temeljnega projekta Upravljanje lavinske nevarnosti s pomočjo klasifikacije reliefa, ki ga financira ARRS (<https://qiam.zrc-sazu.si/sl/programi-in-projekti/upravljanje-lavinske-nevarnosti-s-pomocjo-klasifikacije-reliefa>) in vodi dr. Blaž Komac ([blaz.komac@zrc-sazu.si](mailto:blaz.komac@zrc-sazu.si)).*

## 1 SNEŽNI PLAZOVI JANUARJA 2021

### 1.1 Uvod

Snežni plazovi so v Sloveniji v nižjih, dolinskih legah dokaj redki. Občasno pa se zgodijo večji pojavi, ki prizadenejo infrastrukturo, in jih prištevamo k naravnim nesrečam. Samo v Julijskih Alpah je znanih več kot 500 snežnih plazov, še veliko več pa jih je v odročnih legah in niso zabeleženi (Pavšek 2002).

V Alpah snežni plazovi dosežejo dolinska dna običajno v pomladnih mesecih, ko tako imenovani talni plazovi mokrega snega, pomešanega z drobirjem in ostanki vegetacije zaradi velike teže potujejo dlje, kot običajno. Takšni plazovi so zaradi velike mase in dolgega dosega nevarna **naravna nesreča**, poleg tega pa jih je težko napovedati (Aberman in ostali 2009). Tovrstne pojave smo v naših Alpah nazadnje opazovali leta 2006, ko so snežni plazovi dosegli dno dolin in povzročili škodo mdr. v Logarski dolini, na Jezerskem ter pod Krnom. Sicer v Sloveniji četrtnina plazov doseže lokalne ceste, petina pa regionalne, v Julijskih Alpah pa ogrožajo dobro desetino (11,5 %) regionalnih in 7 % lokalnih cest (Pavšek 2002).



Slika 1.1: Ocena nevarnosti izvornih območij zaradi snežnih plazov v Občini Bovec (ZRC SAZU, GIAM; Pavšek s sodelavci 2012).

## 1.2 Kratka kronologija dogodkov

Snežni plazovi so se sprožili v času razglašene velike nevarnosti plazov v Julijskih Alpah zaradi velike količine novega snega in dežja v nižjih legah 22. in 23. januarja 2020 zjutraj. Nad Klužami je plaz dosegel cesto Bovec–Log pod Mangartom in skupaj s plazom nasprotnega pobočja zajezil Koritnico. Nad vasjo Soča in v Zgornji Trenti nasproti Mlinarice so plazovi dosegli cesto Bovec–Kranjska Gora. RTV Slovenija je poročala: »Po prvih podatkih je snežni plaz, pomešan s kamenjem in drevjem, zasul cesto v dolžini približno 50 metrov in je visok med 4 in 5 metri (okoli 2.000 kubičnih metrov snega). Območje plazu in struge reke Soče so po sprožitvi snežnega plazu pregledali tudi tamkajšnji pripadniki gorske reševalne službe s pomočjo lavinskega psa, saj je obstajala možnost, da bi snežni plaz lahko zasul tudi kakšno motorno vozilo oz. ljudi. Po pregledu člani GRS pod snežnim plazom niso našli nikogar.«<sup>1</sup>



Slika 1.2: Levo nekateri ogroženi odseki cest (rdeče) in lega snežnih plazov (modro) v Julijskih Alpah in predgorju (Volk Bahun 2020) ter zapori cest na Bovškem v petek, 23. januarja 2021 ob 10.05. uri. Lokacija snežnega plazu, vzroka zapore na cesti Predel–Bovec, je južneje od oznake na zemljevidu).<sup>2</sup>

Na ceste na Bovškem je prišlo sedem snežnih plazov težkega mokrega sprijetega snega (preglednica 1.1), in sicer dva nad Klužami (cesta Bovec–Predel), štirje v Trenti (cesta Bovec–Vršič) in eden na lokalni cesti Soča–Vas na Skali, ki jo sicer ogroža več plazov, največji je plaz Pod rušo.

Preglednica 1.1: Najpomembnejši podatki o snežnih plazovih, ki so konec januarja 2021 zasuli regionalno cesto (Vir: Lavinski kataster ZRC SAZU GIAM 2021; PUH 1994).

ime plazu	Velika Kanja	Grapa Pod klancem	Širokec	V koritih	Zvirnik	Pod plazom	Pod rušo
cesta:	Predel–Bovec	Predel–Bovec	Trenta–Bovec	Trenta–Bovec	Trenta–Bovec	Trenta–Vršič	Soča; Vas na Skali
zgornja nadmorska višina območja proženja (m):	1900	2150	1890	1930	2100	1350	1700
spodnja nadmorska višina območja proženja (m):	850	1300	1350	1400	1550	1100	1300
nadmorska višina pogostega (m):	700	850	1100	1100	1300	780	920
nadmorska višina maksimalnega (m):	500	500	430	475	550	750	740
višinska razlika pogostega (m):	1200	1300	790	830	800	570	780
višinska razlika maksimalnega (m):	1400	1650	1460	1455	1550	600	960
naklon pogostega (stopinje):	39	34	38	41	40	46	30
naklon maksimalnega (stopinje):	36	30	35	41	35	45	28
dolžina pogostega (m):	1921	2344	1274	1262	1242	792	1559
dolžina maksimalnega (m):	2401	3337	2558	2238	2732	849	2040
površina plaznice (ha):	38,1	62,5	149,4	104,5	48	6,9	30,8

<sup>1</sup> <https://www.rtvsllo.si/okolje/vreme/2000-m3-snega-pomesanega-s-kamenjem-in-drevjem-je-zasulo-cesto-pri-vasi-soca/549825>

<sup>2</sup> <https://www.promet.si>

Na cesto nad Klužami sta se sprožila in dosegla svoje do sedaj največje znane obsege oziroma dosege plazova dvojčka, znana že iz 1. svetovne vojne. Jugozahodni krak plazov s strani Rombona (2208 m), imenovan Velika Kanja, in njegov severovzhodni krak Grapa–Pod Klancem. Prvi je precej pogost in je v dno doline prišel tudi v zimah 2005/2006 in 2008/2009. Znan je tudi po tem, da zajezi Koritnico, kar se je zgodilo tudi tokrat. Drugi s strani Vrha Krnice (2234 m) pa je zasul cesto Bovec–Predel v dolžini okrog 50 m do okrog 6 m visoko.



Slika 1.3: Obvestila Civilne zaščite Bovec o nevarnostih sproti potekajo prek sistema kableske televizije (Pavšek 2021a), zato ne čakajo na obveščanje na državni ravni (KATV Bovec, 9. 2. 2021).

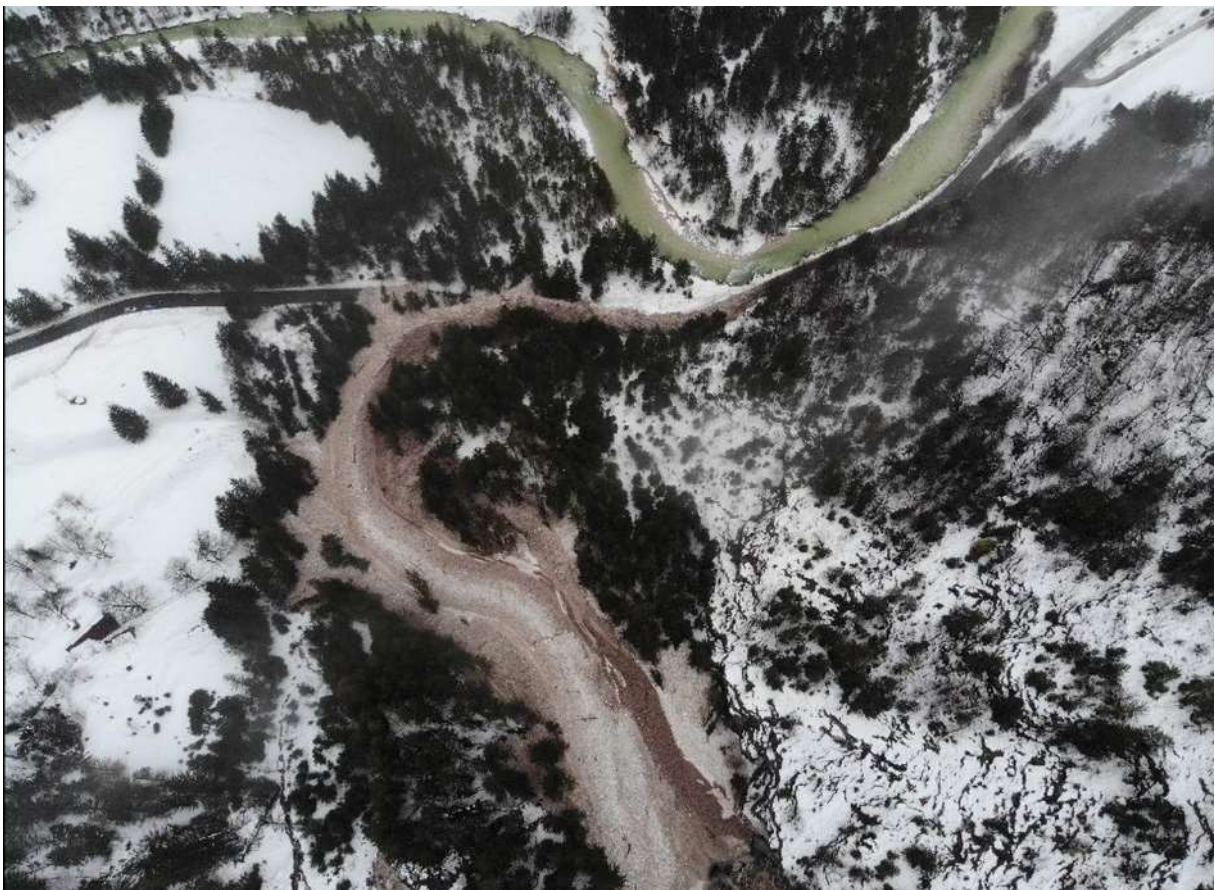
Snežni plazovi so se že nekoliko prej sprožili tudi v Trenti. Pod vasjo Soča sta se sprožila okrog 5.30 plaz **V Koritih** (slika 1.4) v dolžini okrog 30 m in do 5 m visoko (CB Bovec obveščena ob 6.00. uri) in še plaz **Širokec** (slika 1.5), ki je ob 15.18 poldrugi kilometer v smeri proti Bovcu zasul cesto v dolžini več kot 100 m do okrog 5–6 m visoko. Plaz V Koritih je poimenovan po bližnjih Velikih koritih Soče in jih je tudi tokrat zasul oziroma prečkal, Širokec pa je en največjih snežnih plazov v lavinskem katastru. Njegova površina je skoraj poldrugi kvadratni kilometer, dolžina pa presega poltretji kilometer! Medtem ko so na tem plazu cestni delavci čistili oziroma prebili za intervencijski prevoz, se je sprožil drugi. Tudi tega so prebili za intervencijski prevoz, nato pa se umaknili. Ponoči so na mestu obeh plazov (Širokec, V Koritih) cesto zasuli novi plazovi.



Slika 1.4: Plaz V Koritih je dosegel oziroma zasul korita Soče, vidna v levem delu fotografije (fotografija: Jure Tičar; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).



Slika 1.5: Plaz Širokec se je v spodnjem delu preusmeril na manj porasel, vzhodni del melišča (fotografija: Jure Tičar; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).



Slika 1.6: Plaz Zvirnik oziroma Berebica je zadnjih 100 m potoval po cesti in se končal na mestu, kjer Soča ob visoki vodi erodira brežino in spodje cesto, kot je bila leta 2012<sup>3</sup> (fotografija: Božo Bradaškja).

<sup>3</sup> <https://old.delo.si/novice/slovenija/nekaj-centimetrov-do-popolne-katastrofe.html>

Višje v dolini Trente, nekoliko nad cestno galerijo Berebica, je cesto dosegel plaz **Zvirnik** (slika 1.6). Božo Bradaškja pravi (Pavšek 2021b): »Alojz Podskalarjev, pravi, da je prišel trikrat. Prvi je prišel že ob 18. uri, a izgleda, da ni prišel na cesto. Ker je bila tema, se ga ni videlo, a je moral biti tu v bližini. Potem je prišel drugi okoli pol desetih, ta je zasul cesto, in pol dveh je prišel še tretji.« Višja gmota okrog 150 m dolgega in okrog 7–8 m visokega plazu, se je ustavila na cestišču, velik del plazovine pa je odtekel po cesti okrog 100 m proti zahodu. Prebili so ga v soboto, 23. januarja 2021 v večernih urah. Cesto do Loga v Trenti so odprli za promet naslednji dan opoldne. Zadnji od plazov v dolini Trente, imenovan **Pod plazom** (slika 1.7), se je sprožil nasproti Mlinarice v Zgornji Trenti v noči s petka na soboto (22./23. januar 2021) in zasul cesto v dolžini okrog 50 m do 5 m visoko. Tega so prebili v nedeljo, 24. januarja 2021 popoldne, cesto do izvira Soče pa odprli naslednji dan. Po izjavi ge. Beti Melinc je »ta prišel do ceste že na začetku decembra, 3. 12. 2020« (Komac 2021) ter v noči z 2. na 3. 1. 2021 (Pavšek 2021b). V noči s petka na soboto (22./23.1.2021) je plaz **Pod Rušo** dosegel lokalno cesto Soča–Vas Na Skali in jo v dolžini okrog 50 m zasul do 5 m visoko. Plazovino so očistili v ponedeljek, 25. januarja 2021 v večernih urah in cesto v torek, 26. januarja 2021 odprli za promet.



Slika 1.7: Tudi plaz nasproti znanih korit Mlinarice je zaprl prometnico (fotografija: Blaž Komac; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

### 1.3 Vzroki in značilnosti plazenja

Plazovine vseh plazov so bile izredno nasičene z vodo, saj je ves čas močno deževalo (preglednica 2). V Bovcu je v dveh dneh in pol (v 60 urah, med 21.1. ob 19.00. do 24. 1. ob 7.00) padlo skoraj 280 mm padavin, na Predelu več kot 150 (1156 m) in skoraj 120 mm na Vršiču (1684 m). Na Predelu je zapadlo četrto metra, na Vršiču, kjer je večinoma snežilo, pa skoraj tri četrto metra novega snega. Glede na prejeto količino je bil sneg na Vršiču zelo moker, saj je na tej nadmorski višini dlje časa prehodno deževalo oziroma je padal dež s snegom. Na Kredarici (2514 m) je padlo skoraj 110 mm padavin, višina snežne odeje pa se je dvignila za skoraj 140 cm in dosegla 510 cm, kar je enkrat več od dolgoletnega povprečja. Tako so zabeležili največjo januarsko višino snežne odeje od začetka meritev 1955, ki je bila do sedaj 434 cm (leta 1977) in jo presegle za več kot tri četrto metra (76 cm). Najbolj intenzivno je snežilo med 22. in 23. januarjem, ko je v 24 urah zapadlo 85 cm novega snega.

Preliminarna analiza kaže, da so se plazovi prožili do nadmorske višine, do katere je deževalo, to je do okrog 1700–1800 m (slika 1.8). Sneg je bil izredno težak, obtežba pa se je zelo povečala v zelo kratkem času. Ker je bil prepojen z vodo, se je povečala židkost snega, k večjem dosegu plazov pa je prispevala velika hitrost. Med potjo plaz potegne za seboj sneg iz okolice, vegetacijo in drobir (sedimente) z dna pobočja ali grape. Plazovi vsebujejo med 0,01 in 1 % sedimentov, med katerim so lahko tudi večji kamninski bloki. V Švici ugotavljajo njihov prispevek drobnega sedimentnega gradiva v razponu od 1,8 do 830 t km<sup>-2</sup> letno. Prenos (odmrlega) rastlinskega gradiva v nižje lege prispeva tudi k ogljikovemu ciklu alpskih pokrajin, saj letno prispevajo med 0,04 in 131 tC km<sup>-2</sup>. Erozijska je najmočnejša, ko plaz

potuje po zmrznjeni podlagi z odtaljeno zgornjo plastjo sedimentov (Sæmundsson, Decaulne in Jónsson 2008; Decaulne in Sæmundsson 2010; Moore s sodelavci 2013; Korup in Rixen 2014). V tovrstnih plazovih, ki so med najdaljšimi, je tudi prostornina odložene plazovine precej večja kot na začetku plazenja.



Slika 1.8: Napoke (modre črte) snežnega plazu Grapa-Pod klancem (severovzhodni krak plazu dvojčka nad Klužami) na območju proženja pod vrhom V Gradu (1966 m) so bile še nekaj dni kasneje dobro vidne iz Bovške kotline (Miha Pavšek; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Plazovina tovrstnih plazov se zaradi raznolike sestave in nenehnih tlačno–temperaturnih sprememb vede v gibanju podobno kot sedimentni tok. V sprednjem delu takšnega toka snovi nastanejo in se odlagajo značilne krogle (slika 1.9), ki oblikujejo tudi značilno hrapavo površje. Med gibanjem prihaja v odvisnosti od naklona in reliefnih razmer (potovanje po grapi ali širšem pobočju) do trenja s podlago in znotraj gmote ter kolizije med delci. S tem se kinetična energija pretvarja v toploto, spreminjajoče se razmere v hitrosti in tlakih znotraj plazovine (tako po globini kot vzdolž gibanja) pa povzročajo izmenjujoče se taljenje in ponovno zmrzovanje snega, kar imenujemo reželacija. Do nje pride zlasti na stiku plazu s podlago, kjer navadno nastane ledena drsna ploskev (Bartelt s sodelavci 2006). Zaustavitvi gibanja plazovine sledi hiter padec tlaka kar povzroči, da hipoma zmrzne v trdno gmoto. Dokler vladajo nizke temperature je z reželacijo preoblikovana snežna gmota izjemno trdna, plazovina pa izjemno obstojna (Pavšek 2010).



Slika 1.9: Plaz Širokec je v dolino prinesel ogromno gradiva, značilne krogle pa pričajo o zanimivi dinamiki (fotografiji: Blaž Komac; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Destruktivna moč snežnih plazov je med drugim odvisna tudi od skupne mase in lastnosti snega na poti plazu. Masa snega sicer pogojuje dolžino plazov, vendar ni neposredno povezana z njihovo hitrostjo. Pri povprečni temperaturi snega okoli  $-2^{\circ}\text{C}$  je namreč kritična točka za spremembo dinamike toka

plazu (Steinkogler s sodelavci 2013). Tokovi snežnega plazu so sestavljeni iz mešanice snežnih in lednih zrn in granulativ (povprečno med 50 in 150 mm velikih krogel), ki so lahko med seboj ločeni ali povezani, odlagajo pa se podobno kot pri ostalih sedimentih. Lastnosti in interakcije osnovnih gradnikov plazu so zelo pomembne za razumevanje dinamike tokov in lastnosti plazovine (De Biagi s sodelavci 2012). Velikost delcev je povezana z navpičnimi strižnimi gradienti znotraj tokov. Mokri snežni plazovi oblikujejo precej večje granulate kot suhi snežni plazovi, kar nakazuje tudi na nižje hitrosti in manjše površinske strižne napetosti. V mokrih snežnih plazovih sicer obstajajo strižni gradienti, ki pa so verjetno skoncentrirani blizu dna in so o razgaljenju zaradi umika sedimenta vidni v porazdelitvi velikosti zrn na zadnjem delu plazu. Bočni nasipi nastajajo zaradi hitrostnih gradientov v smeri gibanja, ker pa so navpični hitrostni gradienti razmeroma nizki (v primerjavi s suhimi plazovi), se na čelu plazu se odlagajo granule različnih velikosti, nekatere tudi presegajo 50 cm. Tako se velikost granul veča proti sprednjemu delu plazu, kar kaže na obstoj navpičnih strižnih gradientov in večje granule potujejo na vrhu gmote in spredaj, manjše pa ostanejo zadaj (Bartelt in McArdell 2009; Sovilla in Blaschke 2012).

Plazenje je najprej posledica izjemno strmih pobočij, ki jih zgoraj preraščajo travniki, v najvišjih delih pa so gola. V Posočju dajo dodaten zagon plazovom reliefni pregibi oziroma povečanje nagiba pobočja sten, čez katere se gibljejo. Poleg tega plaznice pod vrhovi grebena Svinjak–Bavški Grintavec potekajo po strmih skladnih pobočjih; kamninski skladi vpadajo proti jugu proti dolini Soče in imajo naklon približno enak naklonu pobočij. Spodnje dele pobočij prerašča gozd, ki pa ga ni na meliščih na območju pogostih plazov. Povod za plazenje pa so velike količine snega v višjih legah, močna otoplitev ter dežne padavine (preglednica 1.2), ki so snežno odejo dodatno obtežile vse do nadmorske višine okrog 1600 m. V vsega dnevu se je teža snega podvojila s približno 200–300 kg/m<sup>3</sup> na okrog 500 kg/m<sup>3</sup>.

*Preglednica 1.2: Podatki o padavinah, višini snežne odeje in višini novega snega po 12-/24-urnih intervalih s samodejnih postaj Bovec, Predel in Vršič ter glavne meteorološke postaje Kredarica od 21. do 24. 1. 2021 (ARSO 2021).*

čas meritve\postaja	Bovec padavine [mm]	Predel padavine [mm]	Predel višina snežne odeje [cm]	Vršič padavine [mm]	Vršič – višina snežne odeje [cm]	Kredarica padavine [mm]	Kredarica višina snežne odeje [cm]	Kredarica – višina novega snega [cm]
21. 1./07.00.	-	-	-	-	-	1,5	371	1
21. 1./19.00.	0	0	116	0	178	-	-	-
22. 1./07.00.	84	34	118	39	207	33,7	425	40
22. 1./19.00	73	42	119	42	235	-	-	-
23. 1./07.00	83	43	118	21	239	55,5	505	85
23. 1./19.00	35	27	141	12	257	-	-	-
24. 1./07.00	4	5	141	4	252	17,9	510	29
skupaj	277	151	porast višine snežne odeje 25	117	porast višine snežne odeje 74	109	porast višine snežne odeje 139	155

Takšni snežni plazovi težkega, mokrega snega so sicer pogostejši spomladi, zdaj pa smo jim priča tudi pozimi, kar je ena od neposrednih posledic podnebnih sprememb. Zaradi izjemne teže in židkosti lahko prepotujejo velike razdalje in sežejo dlje kot običajno, pogosto tudi dosežejo dolinsko dno, in celo zajezijo reko. Območje, kjer je plaz dosegel cesto, prištevamo k zmerno lavinsko ogroženim območjem, v zgornjem delu, nekako nad gozdno mejo, pa v celoti k območjem z veliko ogroženostjo – tam so plazovi stalen pojav. Večino snežnih sezon snežni plazovi ne sežejo v dna dolin, temveč ostanejo na pobočjih, meliščih ter grapah in žlebovih v njihovem spodnjem delu (Pavšek 2002).



## 1.4 Modeliranje snežnih plazov

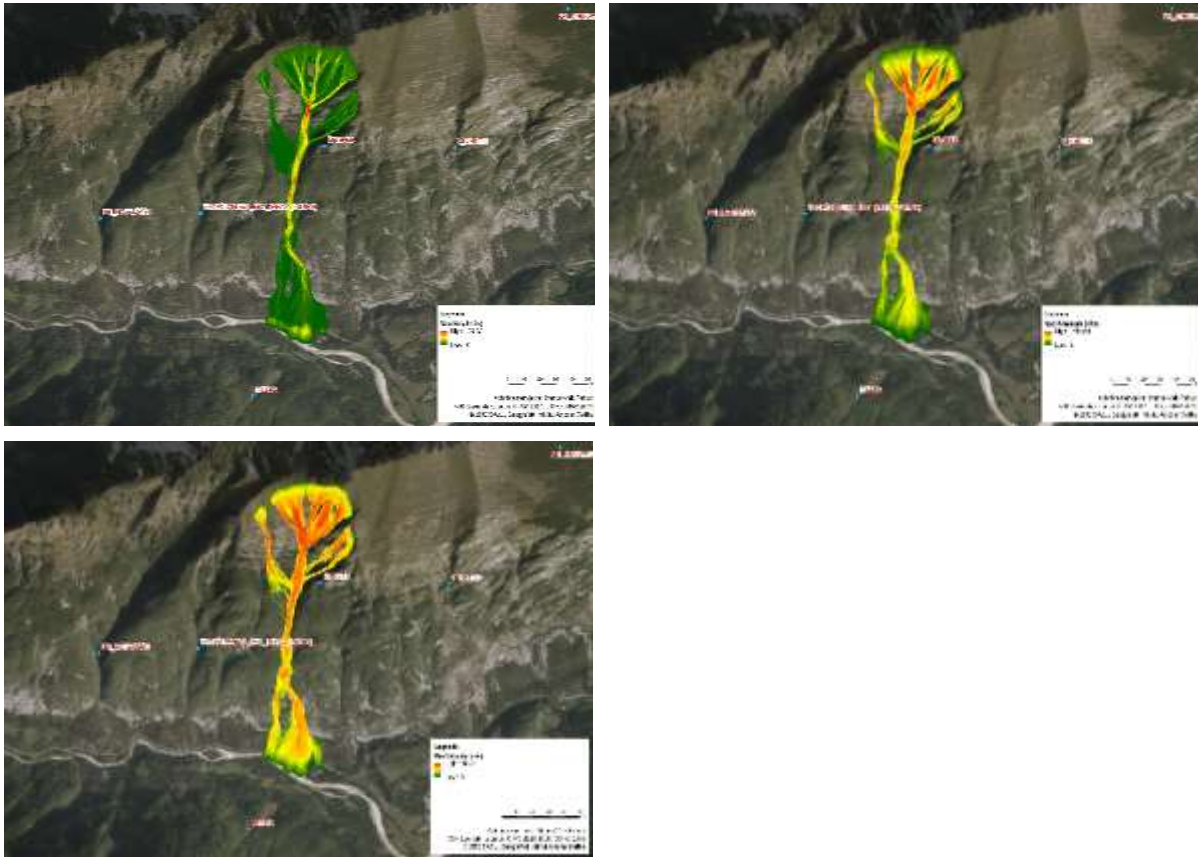
Sodobna tehnologija omogoča modeliranje snežnih plazov (Volk Bahun 2016; 2017). Računski modeli so pripomoček za lažje razumevanje in napovedovanje naravnih pojavov, kot so snežni plazovi. Za natančno modeliranje moramo poznati vplivne dejavnike, kot so značilnosti podlage (nadmorska višina, naklon in ukrivljenost površja, hrapavost oziroma prisotnost gladkih pobočij, grap in grebenov), kar omogočajo podatki geografskih informacijskih sistemov (Pavšek, Komac in Zorn 2010). Uporabimo tudi podatke o rastju (višina in sklenjenost gozda, travnata zemljišča) in snegu (debelina, specifična teža in druge značilnosti snežne odeje) ter morebitne druge pomembne lastnosti prostora, kot so varovalni objekti (pregrade) in objekti, na katere vplivajo plazovi (stavbe in infrastruktura). Dinamično modeliranje nam na podlagi teh vhodnih podatkov izračuna in prostorsko pokaže prostorski doseg, hitrost in tlačne sile v modeliranem snežnem plazu (Volk Bahun 2020). S švicarskim modelom za modeliranje hitrih masnih tokov (ang. *Rapid mass movement simulation*, RAMMS)<sup>4</sup> smo modelirali plazova nad Klužami v dolini Koritnice in plaz Širokec v dolini Soče.

Pri plazu nad Klužami smo upoštevali, da se je na območju proženja sprožilo od 1 do 1,5 m debela snežna odeja gostote 500 kg/m<sup>3</sup>. Izračunali smo, da je prostornina plazovine merila dobrih 142.000 m<sup>3</sup>. Gibanje plazovine je bilo najhitrejše v zgornjem delu, kjer so tudi nakloni najvišji. V spodnjem delu pa takšen plaz potuje razmeroma počasi, saj se reološko vede podobno kot drobirski tok. Ko je plazovina dosegla cesto, je bila njena hitrost dobrih 43 km/h. Največja dosežena sila je bila izmerjena na zgornjem delu območja gibanja, in sicer 1566 kPa. Plazovini obeh plazov sta se združili v strugi reke Koritnice, kjer se je po izračunih naložilo dobrih 11 m gradiva (slika 1.10). Plaz Širokec doseže dolinsko dno pod vasjo Soča (slika 1.11). Višina plazovine je v začetni grapi dosegla 43 m, kjer so bili zaznani tudi viški tlakov, hitrost plazu Širokec pa je dosegla skoraj 40 m/s in je skoraj do konca melišča vztrajala na visokih vrednostih.



Slika 1.10: Najvišja višina gradiva (levo) in največja hitrost (desno) na plazovih Velika Kanja in Grapa – pod Klancem (ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

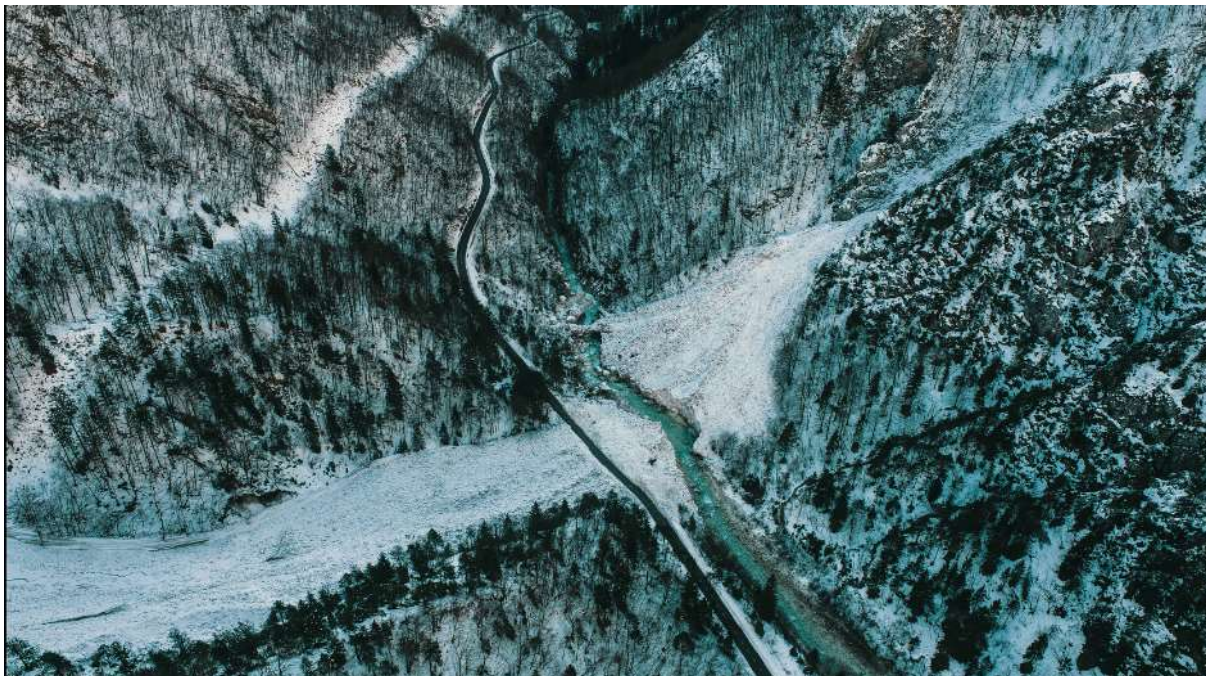
<sup>4</sup> <https://ramms.slf.ch/ramms>



Slika 1.11: Modelirane vrednosti najvišje višine gradiva (levo zgoraj), tlakov (desno zgoraj) in hitrosti na plazu Širokoc, ki lahko doseže strugo Soče, višina odložene plazovine pa je v spodnjem delu največja, kjer plaz doseže cesto (ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

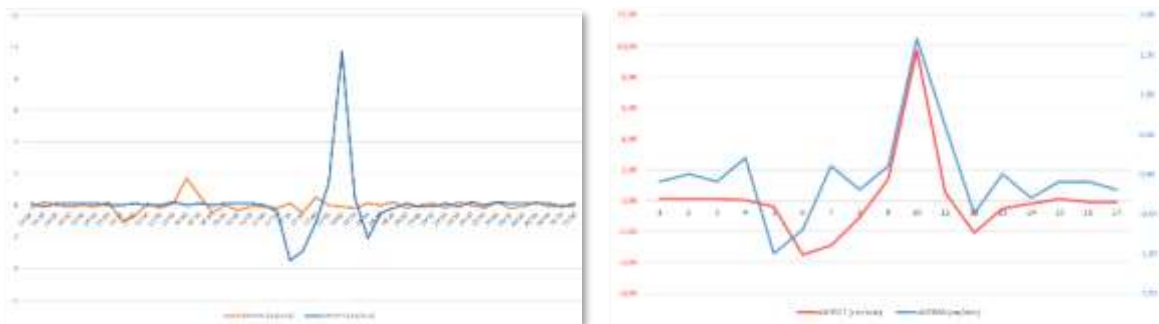
## 1.5 Zajezitev vodotokov

Snežni plaz Velika Kanja je v petek 22. januarja okoli 16.30. ure zasul strugo Koritnice v dolžini več kot 150 m in prek 10 m visoko. Zajezitev je zabeležila tudi okrog 3 km oddaljena hidrološka postaja Kal - Koritnica (ARSO 2021). Vodostaj reke je najprej nenadoma upadel, nekaj deset minut kasneje pa je s spodkopavanjem pregrade višina vode močno narasla, nastal je snežni most. Podoben pojav, a manjše razsežnosti, se je zgodil leta 2006, najverjetneje pa tudi na začetku maja 1979 in konec februarja 1952. Manjša zajezitev je nastala še v naslednji noči, natančneje okrog 0.30. ure, ko je Koritnico zajezil naslednji plaz. Strugo je morebiti dosegel plaz, ki je zasul cesto (Cestna baza Bovec je bila obveščena ob 3.30. uri) ali pa dodaten plaz na plaznici Velika Kanja. Z obeh strani se je že pred glavnima dvema sprožilo več plazov, manjši del pa po tem, ko je plazovina dosegla največji doseg (slika 1.12).



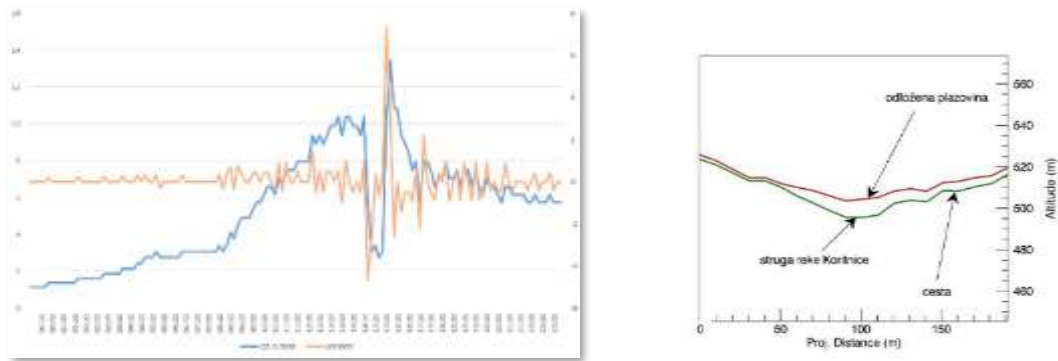
Slika 1.12: Snežna plazova v dolini Koritnice, pogled proti zahodu (fotografija: Jure Tičar; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Za plazovno pregrado v strugi Koritnice, h kateri je bolj prispeval plaz izpod Rombona, je nastalo plazovno jezero (prim. Komac 2015; Komac in Zorn 2009; 2016). Še nepreverjeni podatki 3 km oddaljene vodomerne postaje pri vasi Kal - Koritnica (ARSO 2021; slika 1.13) kažejo, da je v petek, 22. januarja med 17.00 in 17.20 nastajala plazovna pregrada, ki je obstajala 40 minut. Sledil je 50-minutni poplaveni val (do 18.10), z viškom ob 18.00, ko je višina vode dosegla 582 cm (največja razlika v desetminutnih vrednostih na vodomerni postaji je bila 97 cm). Podatki o pretokih za to obdobje zaradi težav s pretočno krivuljo žal niso znani, ocenjujemo pa, da je jezero obsegalo prek 30.000 m<sup>3</sup>, ob praznjenju pa je pretok dosegel okrog 12 m<sup>3</sup>/s. Vse skupaj je trajalo 1:10, dolžina pregradnega jezera je preseгла 100 m. Po preboju pregrade je snežna gmota 25. januarja še vztrajala v obliki mostu.



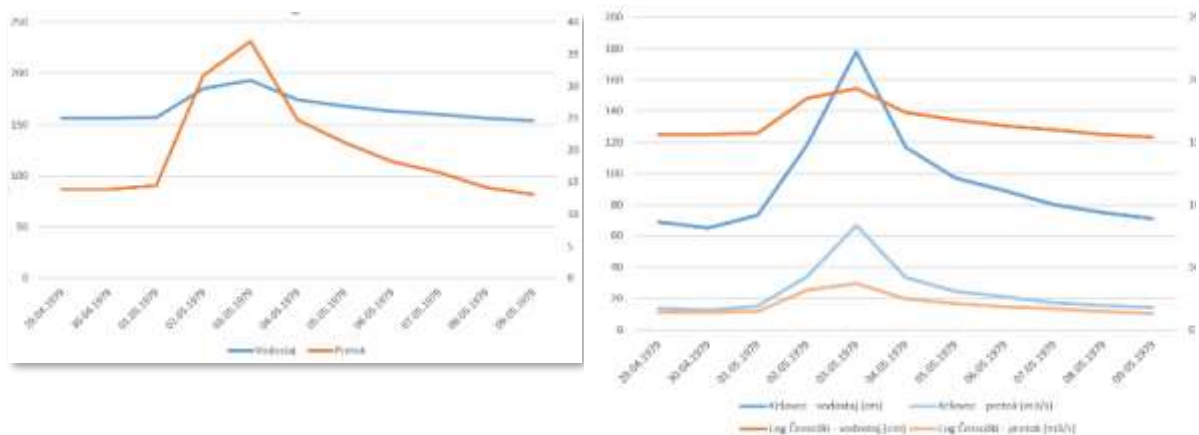
Slika 1.13: Višina vode v desetminutnih razmikih (levo) in velikost sprememb višine vode (cm/min) ob poplavnih valovih (desno) na vodomerni postaji Kal - Koritnica 5. marca 2006 in 22. januarja 2021 kažejo, da je šlo po naravi za enak pojav (vir podatkov: ARSO 2021).

Do podobnega pojava je prišlo **5. marca 2006** (sliki 1.14 in 1.15). Snežni plaz je leta 2006 zasul Koritnico ob 15. uri. Jezero se je polnilo 50 minut, do 15.40, ko je prišlo do preboja. Ocenjujemo, da se je v jezu nabralo okrog 30.000 m<sup>3</sup> vode, ki je odtekala 50 minut, do 16.30. Razmerje med časom polnjenja in praznjenja je bilo 1 : 1,8, kar pomeni, da se je jezo praznil približno 2 krat počasneje kot se je polnil (leta 2021 je bilo razmerje 1 : 3). Poplaveni val je leta 2006 do vodomerne postaje Log Čezsoški potoval približno 2.50 uri, to je s hitrostjo 7,4 km/h.



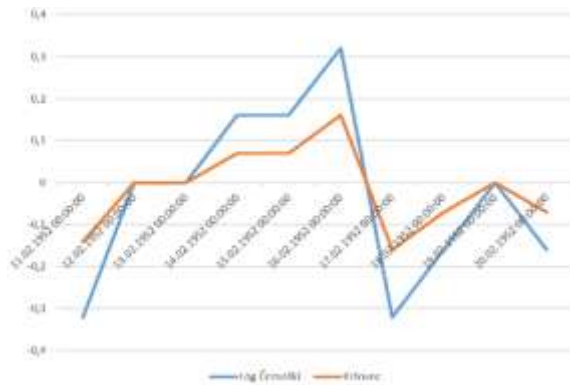
Slika 1.14: Pretok ( $m^3/s$ ; modra črta) in desetminutne spremembe pretoka (oranžna črta,  $m^3/s$ ) na vodomerni postaji Kal - Koritnica 5. marca 2006 (vir podatkov: ARSO 2021) in presek struge Koritnice in modelirano odložena plazovina (ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Snežna plazova sta Koritnico zasula tudi **2. maja 1979** (slika 1.13). Snega je bilo takrat še več kot letošnjo zimo in čez plazovino so za nujne potrebe za nekaj časa uredili pešpot. Tudi drugod v Posočju so snežni plazovi takrat dosegli dolinsko dno, in to v nekoliko večji meri kot letošnjega januarja.



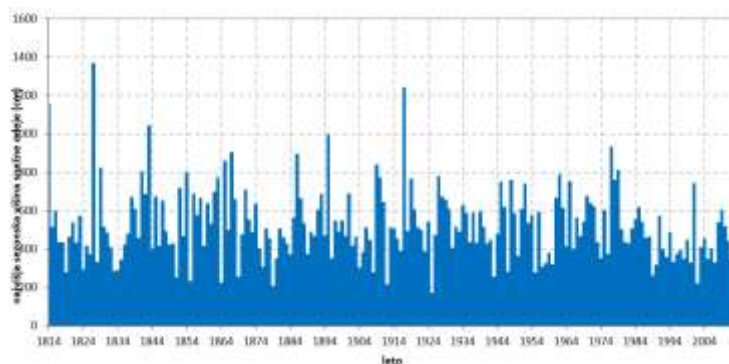
Slika 1.15: Višina vode in pretok Koritnice v Kal - Koritnici (levo) ter Soče v Kršovcu in Logu Čezsoškem (desno) na začetku maja 1979 (vir podatkov: ARSO 2021).

Snežni plaz je zasul Korita Soče tudi **11. februarja 2014**, kar je morda vidno v hidrogramu postaje Kršovec, ko je bil pretok (zelo verjetno zaradi plazu) za krajši čas za več kot 50 % višji od pretoka prej in potem, višina vode pa za 21 cm večja (ARSO 2021). Snežni plazovi so Koritnico gotovo zasuli tudi leta 1952, ko je snežilo med 13. in 15. februarjem (slika 1.16). Takrat je plaz zasul korita Soče v dolžini 250 m (Gams 1955). A ker obstajajo le dnevni podatki vodomerne postaje Log Čezsoški, žal nimamo natančnih podatkov o pojavu. Ugotovimo pa lahko, da je njen vodotok narasel **15. in 16. februarja 1952**, hitrost naraščanja (razlika med dnevnimi podatki) pa je bila v Logu Čezsoškem dvakrat višja kot v Kršovcu, kar bi kazalo na vpliv Koritnice. Nismo pa preučili takratnega morebitnega vpliva padavin.



Slika 1.16: Spremembe povprečnih dnevni pretokov Soče v Logu Čezsoškem in v Kršovcu med 12. in 20. februarjem 1952 (levo zgoraj) in 11. februarja 2014 (levo spodaj), ko je prišlo do zajezitve Soče v koritih pri vasi Soča. Desno zgoraj so vidna zajezena korita leta 1952, ko je zelo verjetno prišlo tudi do zajezitve Koritnice nad Klužami, tako kot iz januarja 2021, slika desno spodaj (vir podatkov: ARSO 2021; fotografiji: Gams 1955 in Blaž Komac; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Snežna odeja na Kredarici je januarja 2021 dosegla 510 cm. Čeprav sama višina snežne odeje ni glavni dejavnik za proženje plazov, nam ta podatek poda orientacijo o zimah, ko bi snežni plazovi, ob drugih potrebnih pogojih, lahko dosegli dolinska dna. Izjemno visoko snežno odejo (nad 600 cm) so ob Triglavskem ledeniku slovenskih Alpah zabeležili v letih: 2013, 2009, **2006**, 2001, 1985, 1977, 1978, **1979**, 1975, 1970–1972, 1965, 1961–1963, **1952**, 1951, 1950, 1948, 1946 in 1945–1946, 1934, 1927–1930, 1919–1920 in 1917 ter 1909–1911 (Gabrovec s sodelavci 2014; Volk Bahun, Zorn in Pavšek 2018). Zaenkrat lahko ugotovimo, da je do zajezevanja rek zaradi snežnih plazov prišlo na vsakih 15–27 let. Za natančno identifikacijo plazovnih pregrad bi morali analizirati količino padavin, hidrograme ter temperaturne in snežne razmere po nadmorskih višinah. Kajti kljub trendu upadanja najvišje višine snežne odeje (slika 1.17) je zaradi hkratne otoplitve podnebja in pogostejših ekstremnih vremensko-hidroloških pojavov (Hrvat in Zorn 2018) mogoče, da snežni plazovi mokrega snega v sodobnosti pogosteje dosežejo dolinsko dno.

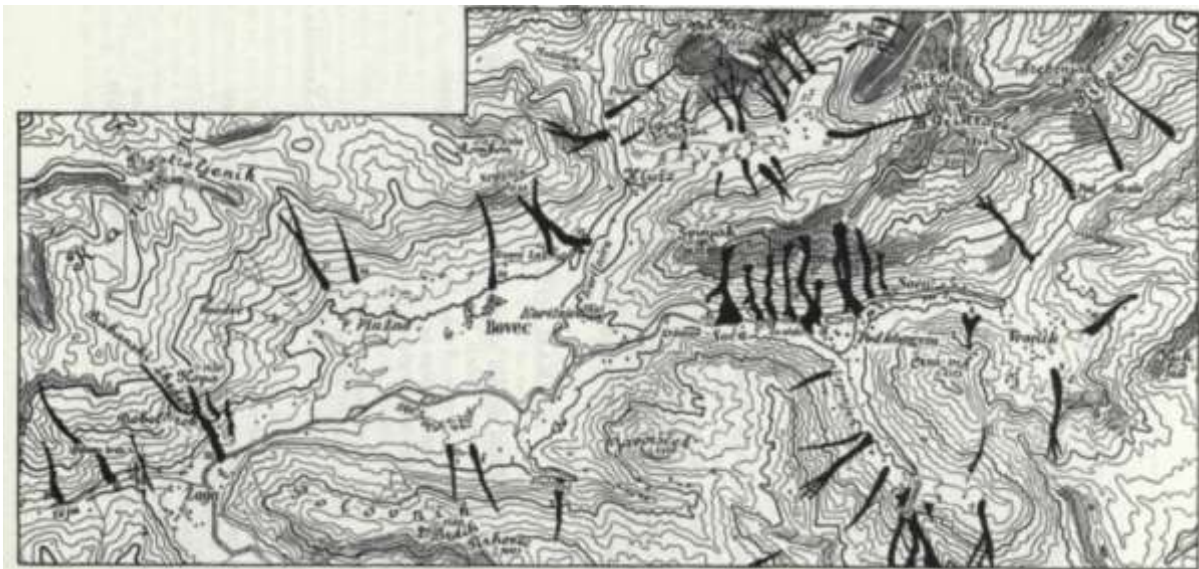


Slika 1.17: Rekonstrukcija največje sezonske višine snežne odeje na robu Triglavskega ledenika na višini 2514 m za obdobje zima 1813/1814–zima 2012/2013 (Gabrovec s sodelavci 2014).

## 2 SNEŽNI PLAZOVI V ZGORNJEM POSOČJU – VZROKI IN ZNAČILNOSTI

Snežni plazovi so na tem območju stalna naravna nevarnost. Morda najbolj znani so snežni plazovi na Vršiču med prvo svetovno vojno, snežni plazovi spomladi 1952 pa so povzročili škodo in žrtve po celotni Sloveniji. V Posočju so med Bovcem in Trento takrat zabeležili 19 plazov, ki so dosegli dolinsko dno, podobno je bilo v drugih alpskih dolinah v Sloveniji. Na območju današnje občine Bovec so plazovi vzeli 15 življenj (v vasi Soča eno) ter porušili 11 stanovanjskih hiš, 5 hlevov in poškodovali 5 hiš. Geograf Ivan Gams (1955, 181) poroča:

*»Plaz, vrisan na karti (št. VII) Soške doline s št. 22, je zašel pod Svinjakom v žleb Vrsnik. Plaz št. 20. in 19. sta imela predhodnike že v noči med 1. in 2. februarjem. Plaz št. 17 je imel izredno širino in je še na koncu, v Koritih, zasul cesto okrog 250 m široko ter izravnal kanjon Soče, ki se je tukaj vrezala v apnenec. Pod Klancem je plaz z zračnim pritiskom odnesel eno mizarско delavnico in odkril dve hiši, na nasprotni strani Soče pa poškodoval smreke v kraju Pod Miščah. Drevesa je polomil tudi plaz št. 14, ki je prišel izpod Muzcev. Ne pomnijo, da bi prišel že kdaj na tem kraju na cesto, ki jo je letos zasul do 80 m na široko.«*



Slika 2.1: Snežni plazovi v dolini Soče spomladi 1952 (Gams 1955).

Večji plazovi se utrčajo nad gozdno mejo, na strmih pobočjih pridobijo veliko hitrost, zato težka gmota (sneg običajno tehta okrog  $300 \text{ kg/m}^3$ , moker sneg pa tudi  $500 \text{ kg/m}^3$ ) erodira podlago in prizadene ali odnese gozd. Hitro gibanje snežnega plazu v nižjih legah lahko povzroči **plazovni piš**, ki odkriva strehe in prevrača drevje, tudi na drugi strani dolinskega dna (Gams 1955). Do podobnega pojava pride pod skalnimi podori, kjer nastane podorni piš (Komac in Zorn 2007), ob nevihtnih neurjih, kot je bilo 13. in 14. julija 2008 med Vodnicami in Kamnikom, pa nastane nevihtni piš.<sup>5</sup>

Južna pobočja grebena med Svinjakom in Bavškim Grintovcem so bila leta 1952 zaradi hladnejšega podnebja in intenzivne kmetijske rabe bolj gola kot danes. Posebej veliko, približno deset, pa je bilo snežnih plazov prav na danes prizadetem območju sotočja Lepence in Soče. Gams (1955, 181) poroča, da so cesto zasuli tako, da je bilo *»mestoma težko ločiti plaz od plazu.«* Tukaj torej lahko govorimo o **sklenjenem plazovitem območju**.

Zaradi zaraščanja in ogozdovanja je velik del nekdanjih plaznic deloma ali celo v celoti zaraščen, pri čemer pa nas takšno rastje varuje le ob prvem večjem plazu. Če se ta ponovi v isti ali eni od prihodnjih zim, obstaja verjetnost, da bo dosegel svoj nekdanji obseg. Toliko bolj je za povečanje lavinske nevarnosti nevaren obraten proces, krčenje gozda ali večje krčevine oziroma golosek na vseh strminah,

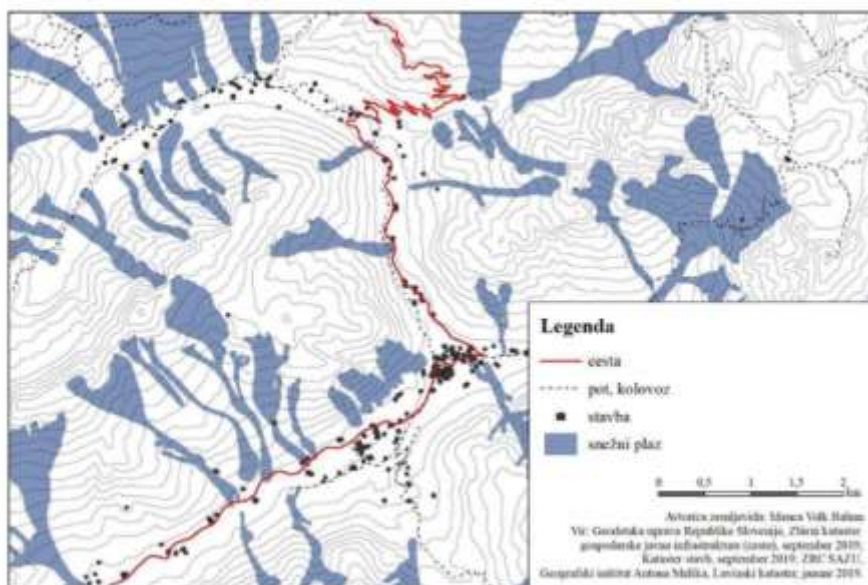
<sup>5</sup> [https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather\\_events/neurja\\_13\\_14jul08.pdf](https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/neurja_13_14jul08.pdf)

z naklonom nad 30°. Z vidika snežnih plazov mora potekati gospodarjenje z gozdovi od spodaj navzgor oziroma od položnega na vedno bolj strm svet (Pavšek s sodelavci 2012).

Pomemben pojav, ki vpliva na nastanek snežnih plazov, so veliki hodi temperatur zaradi nočnega zadrževanja hladnega zraka na dnu dolin in dnevnega segrevanja na prisojnih pobočjih (Pavšek s sodelavci 2012). Suh severovzhodni veter, ki ima značilnosti burje in je v povprečju najmočnejši veter v občini, prinaša suh zrak in v gorah gradi obsežne snežne zamete. Tudi v hladni polovici leta se ob jugozahodniku zaradi orografije padavine pojavljajo včasih tudi več dni pred prihodom fronte, pri tem pa lahko v visokogorju ves čas sneži. Druga posebnost Posočja je višja meja sneženja kot na notranji strani gorske pregrade Julijskih Alp pri nekaterih, padavinsko intenzivnih in bogatih različicah vremena. Takrat sega meja sneženja na savski strani gorske verige do dna višjih dolin, na soški strani pa doseže le Zgornjo in Zadnjo Trento ter Loško koritnico. V zadnjih desetletjih pa tudi tam sredi zime lahko dežuje vse do zgornje gozdne (1600 m) ali celo drevesne meje (1800 m). Za Evropo nismo našli podatkov, a za severno Evropo napovedujejo, da bo pogostost mokrih plazov (Eckerstorfer in Christiansen 2011), povezanih z nenadnimi zimskimi otoplitvami, v naslednjih 50 do 100 letih dva- do tri-krat večja kot v obdobju 1985–2014 (Vikhamar-Schuler s sodelavci 2016), kar je povezano tudi s pogostejšimi pojavi dežnih padavin, ki obtežijo snežno odejo (Pedersen s sodelavci 2015).

Poselitev je na tem območju dokaj dobro prilagojena snežnim plazovom (slika 2.2). Pogosta pa je škoda na infrastrukturi in ekonomska škoda zaradi zaprtja cest, kar je na cesti čez prelaz Vršič vsakoletna težava; leta 2008 so poročali, da naj bi bil »Vršič [...] v zadnjih desetih letih v povprečju zaprt več kot 50 dni« in še, da imajo »Na direkciji za ceste [...] pripravljene študije, ki predvidevajo galerije in zaščitne mreže, uresničitev teh načrtov pa bi stala več kot 42 milijonov evrov.«<sup>6</sup> V območju višinske poselitve je prisotno zavedanje o pomenu lavinske preventive, zato so, razen redkih izjem, bivalne stavbe večinoma zunaj dosega snežnih plazov največjega obsega. Kot ugotavlja Gams (1995, 193):

*»V visokogorskih soških dolinah (gornja Soča, Bavščica, Koritnica) je raztresena naseljenost že v prevladi nad gručastimi naselji. Z gledišča plazov je tukaj taka naseljenost še edino možna. Izjema je dolina Koritnice, ki ima prirodne pogoje za sklenjena naselja, v novejšem času pa tudi vas Soča. Pri vasi Soča pa je pristaviti, da je kot večje naselje šele plod modernejšee dobe. Po reliefu in po starejših plazovih pa lahko sklepamo, da vas v današnjem obsegu ni več na absolutno varnem mestu.«*



Slika 2.2: Prilagojenost tradicionalne poselitve snežnim plazovom (Volk Bahun 2020).

<sup>6</sup> <https://www.gore-ljudje.si/Kategorije/Novosti/predor-za-trajno-resitev-problemov>

Po lavinskem katastru za Slovenijo se snežni plazovi prožijo v bližini 179 naselij, med katerimi izstopajo Trenta s 75, Žaga s 40 ter Lepena in Soča s po 36 (preglednica 2.1). Kar 278 ali več kot petina (22 %) vseh plazov v lavinskem katastru je na območju občine Bovec, kjer plazovi skupno obsegajo 53 km<sup>2</sup>, kar predstavlja nekaj manj kot 15 % občine (Pavšek 2002; Pavšek s sodelavci 2012).

Preglednica 2.1: Število in delež plazov v lavinskem katastru glede na najbližje naselje na Bovškem (Pavšek 2002).

naselje	število plazov	delež glede na plazove v Sloveniji (%)
Trenta	75	6,0
Žaga	40	3,2
Lepena	36	2,9
Soča	36	2,9
Plužna	24	1,9
Log pod Mangartom	19	1,5
Strmec na Predelu	18	1,4
Bavšica	17	1,4
Čezsoča	7	0,6
Trbvo ob Soči	6	0,5
Srpenica	6	0,5
Kal - Koritnica	3	0,2
Bovec	3	0,2

V snežnih zimah povzročajo plazovi največ preglavic v prometu (zastoji, zapore) in na prometnih komunikacijah (zasutje, poškodbe cestišča). Nekatere ceste v občini Bovec so v tem času zaprte oziroma pod tako imenovano stalno zimsko zaporo, kot sta zapori ceste na Mangartsko sedlo in občasna/stalna zimska zapora ceste prek prelaza Vršič. To v zadnjih letih zopet redno plužijo do prvih obilnejših snežnih padavin oziroma do takrat, ko snežna odeja prekrije ruševje nad prevalom. V občini Bovec je še nekaj drugih cestnih odsekov, na katere se stalno ali občasno prožijo snežni plazovi, vseh plazov, ki se lahko sprožijo na prometnice in lokalne ceste oziroma kolovoze, pa je več kot 70. Najbolj problematični so na cesti Bovec–Predel, najbolj številni pa na cesti Bovec–Trenta–Vršič. Po podatkih Lavinskega katastra (preglednica 2.2) ogroža regionalne in lokalne cestne odseke na Bovškem 74 plazov.

Preglednica 2.2: Ogroženost prometnic na Bovškem po lavinskem katastru (Pavšek 2002).

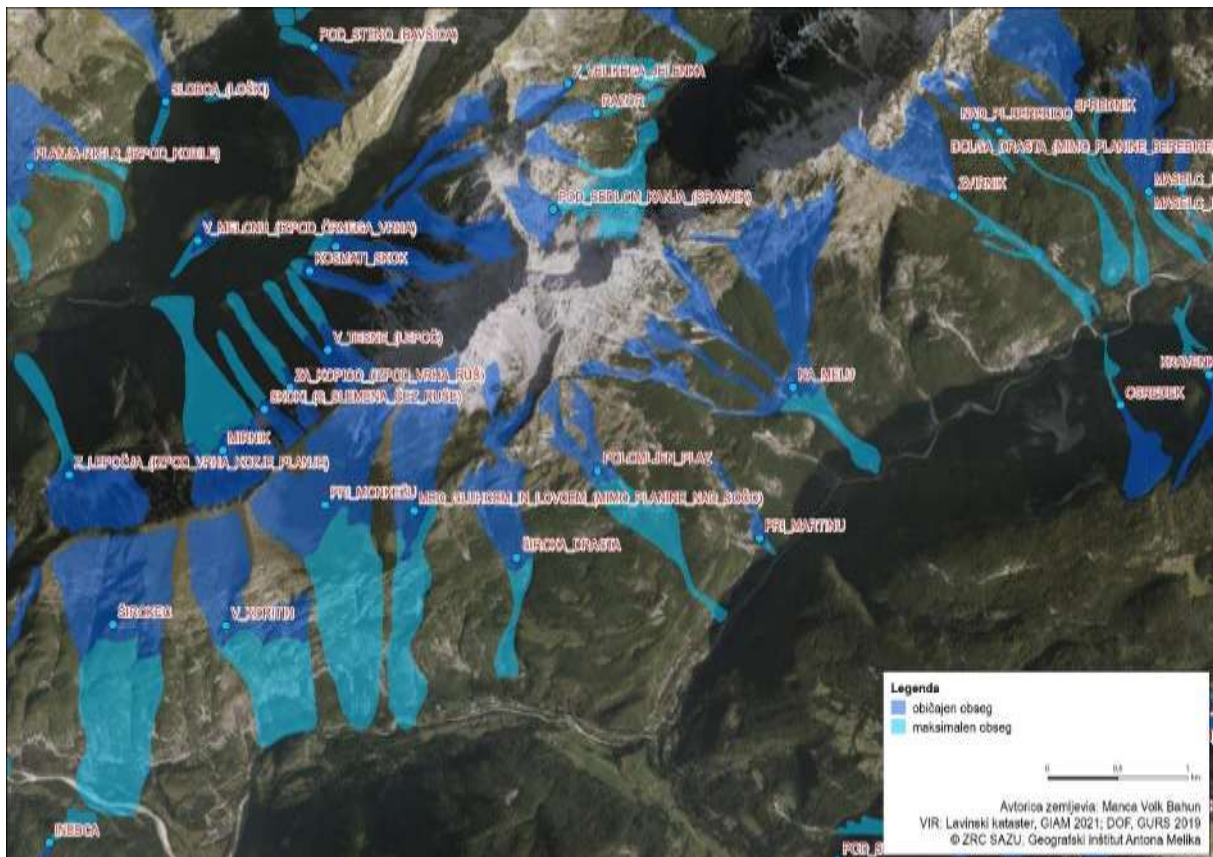
cestni odsek	število plazov
Žaga– mejni prehod Učja	15
Trenta–Bovec	14
Predel–Bovec	10
Log Čezsoški–Prevejk	6
Mlinč–Mangartsko sedlo	6
mejni prehod Učja–Planina Božica	5
Trenta–Vršič	4
Žaga–Kobarid	4
Soča–Vas Na Skali	3
Trenta– Zadnjica	3
Odcep za izvir Soče–Zadnja Trenta	2
Trenta–Planina Berebica	2

Po površini največjih pričakovanih dosegov obsegajo plazovi na območju Julijskih Alp skoraj 86 % oziroma skoraj 115 km<sup>2</sup> od nekaj več kot 134 km<sup>2</sup> na ozemlju države. Po teh podatkih snežni plazovi v Sloveniji ogrožajo 0,7 % vsega površja, na območju Julijskih Alp pa 8,9 %. Površina povprečnega plazu v Sloveniji je 10,7 ha, v Julijskih Alpah pa je približno enkrat večja (22,6 ha). Največji plazovi so nad Zadnjo Trento ter na jugovzhodnih pobočjih Bavškega Grintavca ter na Rombonu (Pavšek 2002). Plazovi v občini Bovec se zelo razlikujejo po velikosti in nastanku. Največje plaznice presegajo 300 ha, medtem, ko najmanjše ne obsegajo niti hektara. Večina plazov je omejena na visokogorski del občine, kjer so večje tudi njihove površine. Nekaj manjših plazov je na nižjih nadmorskih višinah, kjer je veliko takih,



ki poleg obiskovalcev gora ogrožajo tudi infrastrukturo, predvsem nekatere ceste in tudi žičniške naprave (sliki 2.3 in 2.4).

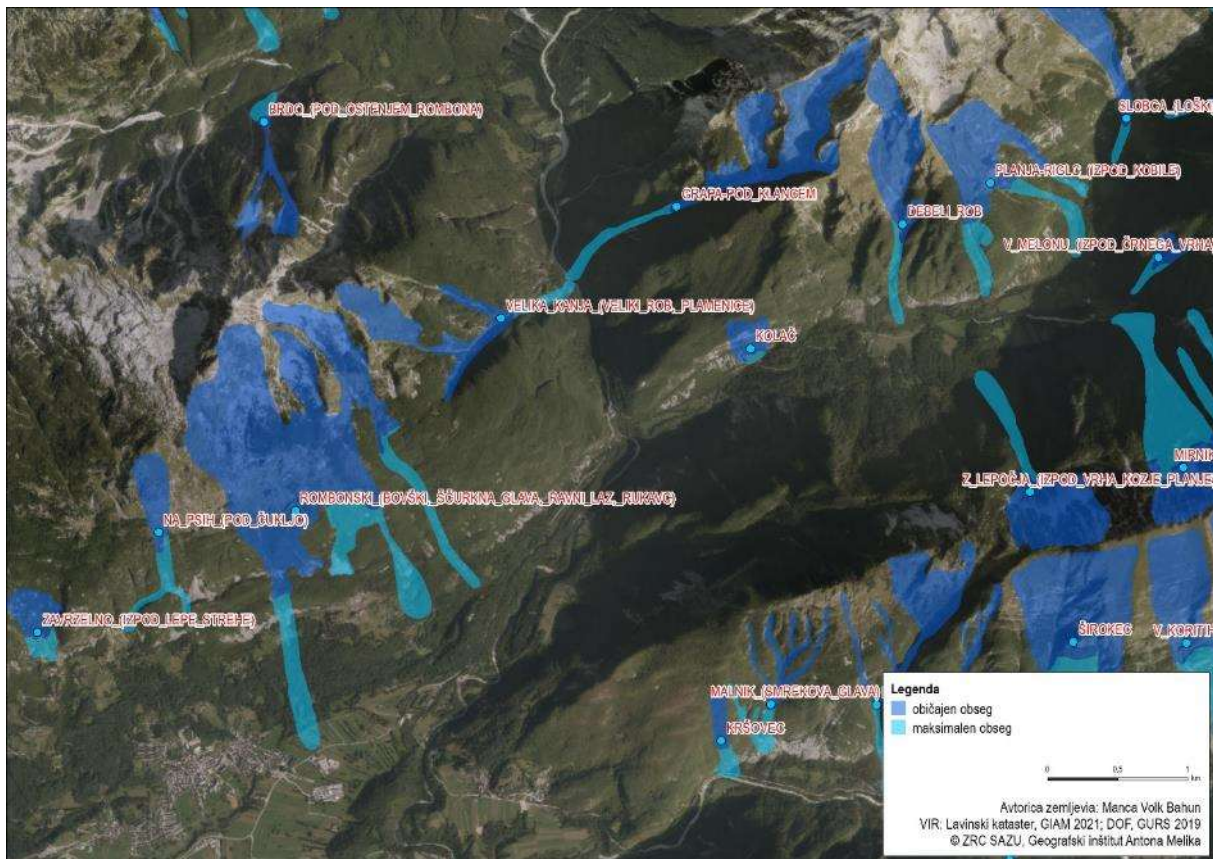
Posebno obravnavo zahteva cesta Bovec–Trenta–Vršič–Kranjska Gora, čeprav je v Sloveniji sicer še vrsta drugih cestnih in železniških odsekov, na katere se stalno ali občasno prožijo snežni plazovi. Po podatkih iz lavinskega katastra se proži na vršiško cesto najmanj 30 snežnih plazov (Pavšek in Velkavrh 2005) s skupno površino 954 ha. Odsek med Kranjsko Goro in Vršičem ogroža 9 plazov, odsek med Vršičem in Trento 4 plazovi, odsek med Trento (Log) in Bovcem oziroma Kal Koritnico pa 14. 23 jih pri svojem največjem obsegu meri več kot 1 ha, manjši od hektarja so le 4 plazovi. Osem plazov meri do 10 ha, štirje do 20 ha, pet do 50 ha, dva merita med 50 in 100 ha, pri štirih pa površina presega 1 km<sup>2</sup>. Odstranjevanje plazovine na tej prometnici lahko pomeni tudi do nekajdnevno ali celo večtedensko odrezanost naselij. Slednje velja v primeru splošne in velike nevarnosti proženja snežnih plazov, ko je nevarno gibanje na širšem območju Vršiča oziroma Julijskih Alp.



Slika 2.3: Lavinski kataster GIAM ZRC SAZU za območje Bavšice in Trente (ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Na plazove v dolini Soče močno vpliva relief, ki je pogosto odločilni dejavnik dolžine snežnih plazov. V splošnem je več plazov na skladnih pobočjih, kjer so strmine bolj zglajene, saj je naklon površja vzporeden z vpadom geoloških plasti (Pavšek 2002). Neskladna pobočja so strmejša, zato se sneg z njih kmalu obleti in ne dajejo dovolj snega za nastanek snežnih plazov. Je pa na takih pobočjih več plaznic, ki sledijo strmim erozijskim grapam, ki pogosto spreminjajo smer, saj sledijo tektonskim prelomom. Takim plaznicam sledijo plazovi mokrega snega, ki lahko segajo do dolinskega dna. Čeprav je način premikanja pršnih plazov drugačen, saj potujejo kot subaeralni tok, pa tudi na smer njihovega potovanja vplivajo reliefne oblike.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Glej posnetek pršnega plazu nad Zadnjico ([https://fb.watch/3A\\_oLfict7](https://fb.watch/3A_oLfict7)), ki se je sprožil v vršnem delu strmih žlebov pod Malim Pihavcem (2182 m) in se ustavljal v položnejši grapi nad Stružnikom v času, ko je bila višina snežne odeje v najvišjih delih Julijskih Alp med 5 in 6 m. Vrhova na sliki sta levo (Veliki) Pihavec (2419 m), vmes je greben Plemenic, desno pa Glava v Zaplanji (2556 m), ki zakriva pogled proti vrhu Triglava.



Slika 2.4: Lavinski kataster GIAM ZRC SAZU za območje Bovške kotline (ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Vdolbene reliefne oblike, zlasti grape, koncentrirajo plazovino in povzročajo nastanek ožjih, usmerjenih plazov, kjer plazovina kljub zavojem, skokom in zožitvam ohranja ali celo povečuje energijo. Takšni plazovi zato pogosteje sežejo dlje oziroma do dolinskega dna. Širša ploska pobočja z nizko prečno ukrivljenostjo, kot so melišča, pa plazovni tok razpršujejo, kar zmanjša energijo in povzroči njegovo zaustavitev višje na pobočju. Na meliščih ima veliko vlogo rastje, saj se v zadnjih desetletjih zaraščajo. Drevesa ob meliščih pa hranijo tudi podatke o obsežnosti, pogostosti in prostorsko-časovnem pojavu snežnih plazov v preteklosti. Z dendrokronološko analizo je mogoče podati kvantitativne ocene pogostosti in obsega plazov za zadnjih 50–100 let (Sarrara 1979; Stoffel s sodelavci 2006; Butler and Sawyer 2008; Stoffel and Bollschweiler 2008; Luckman 2010; Šilhán in Tichavský 2017).



Slika 2.5: Pršni plaz nad dolino Zadnjice 26. januarja 2021 je potoval po grapi (sredina slike levo), kakršni so tudi »erozijski žlebovi« na Rombonu (2208 m) nad Bovcem, kot jih je označil Melik (1962) (fotografiji: Blaž Komac; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

Na proženje plazov vpliva tudi debelina snežne odeje, ki zgladi in izravna hrapavost površja. Površje visokogorskega krasa namreč poleg vzdolžnih grap, grbin in skokov prepredajo tudi manjše reliefne oblike, kot so škraplje. Vse te zmanjšujejo možnost plazenja, čeprav bi ga povprečni naklon pobočja že

omogočal. Vpliv hrapavosti površja je podoben vplivu nizkega rastja, kot je ruševje. Zato nastanejo ugodne razmere za proženje plazov pogosto šele takrat, ko snežna odeja in predhodni plazovi izravnajo neravnine. Tako nastane nova drsna ploskev z nižjim trenjem, kar poveča hitrost potovanja in doseg plazov. Upoštevati moramo tudi to, da pride na skladnih pobočjih zaradi ugodnejših rastnih razmer gozd višje kot na neskladnih.

V Zgornjem Posočju je za nastanek plazov posebno nevaren neporasel, skalnat, odprt svet, kjer segajo s travo porasla skladna pobočja z manjšimi vmesnimi prekinitvami od grebenov. Takšna najbolj obsežna in izrazita pobočja so jugovzhodna pobočja grebenov Vrh Krnice–Bricelj–Plešivec (vrhovi Loške stene) in Svinjak–Bavški Grintavec–Trentski Pelc–Ušje. Na slednjih se prožijo največji snežni plazovi v Sloveniji in sicer po dolžini, višinski razliki kot tudi po površini (Pavšek 2002).

Izpod vršnih ostenij se skladna pobočja raztezajo do nekaj sto metrov nad dolinskim dnom, kjer so na bokih doline z gozdom bolj ali manj poraščena melišča. Melišča oblikujejo predvsem skalni odlomi in podori, ki prispevajo kamenje, to pa se zaustavlja na pobočju in oblikuje dokaj stabilno reliefno obliko z naklonom med 34° in 37°. Melišča preoblikujejo hudourniki, ki ob neurjih premeščajo gradivo v nižje lege, odlagajo pa ga vse do naklona okrog 20°. Pomemben dejavnik preoblikovanja melišč pa so tudi snežni plazovi, ki v nižje lege skupaj z vegetacijo prenašajo in na meliščih odložijo tudi drugo gradivo, ki ga erodirajo med potjo. S svojo udarno močjo melišča tudi preoblikujejo z erozijo. Zato so neporasla melišča dokaz aktivnih geomorfno-hidroloških procesov kakor tudi snežnih plazov.

Ogroženost občine Bovec ponazarjajo nekateri lavinski dogodki iz preteklosti (PUH 1994; Pavšek 2012; Volk Bahun 2020):

- marec 1909: promet na relaciji Kal - Koritnica–Soča–Trenta je bil ...»vsled visokega snega, zametov in plazov za sani popolnoma zaprt«;
- med 1. svetovno vojno je umrlo pod plazovi okrog 500–600 vojakov, največ okrog planine Duplje, pri Klužah in v Lepeni;
- med obema svetovnima vojnama: porušena hiša pod Kozjim bregom (Bovec);
- februarja 1941 je zasulo 9 vojakov italijanske finančne straže pod Veliko Monturo (Lepena);
- zima 1950/51: porušena prvotna Tržaška kočna na Doliču (zaradi ogromne količine napihanega snega), ki je stala nekoliko zahodno od današnje;
- S snežnimi plazovi najbolj bogati zimi na Bovškem v zadnjem stoletju (slika 2.5) sta bili v gorah zima 1950/51 in v sredogorju ter po nižinah naslednja zima, 1951/52, ko so snežni plazovi dosegli do tedaj pred plazovi domnevno varna območja ter zato podrli precej hiš in večje število gospodarskih poslopij. Nprekinjeno je s spreminjajočo se intenziteto snežilo kar 54 ur od 12. februarja 1952 do 15. februarja popoldan, zapadlo je 188 cm snega. Snežni plazovi so na Bovškem povzročili kar 11 žrtev, in sicer na Ravnem Lazu (Bovec) ter v Bočiču (Žaga) in Soči;
- 30. marca 1975 je snežni plaz izpod Malega Skednja je popolnoma porušil ravno zgrajeno postajo C Kaninskih žičnic (slika 2.5). Kljub opozorilom krajevnih poznavalcev so jo postavili na nevarno mesto; kasneje so zato zgradili varnostni, *lavinski nasip*. V februarju 1984 in 1986 je manjši snežni plaz spet povzročil poškodbo, ogrožena sta tudi 2 stebra nad postajo C (13 in 14 steber). Januarja 2009 je snežni plaz nad postajo C znova poškodoval enega od stebrov, zaradi česar je žičnica sredi zimske sezone stala več kot mesec dni (slika 2.7);
- V zimi 1977/78 je manjši snežni plaz južno od Loga pod Mangartom popolnoma zasul osebno vozilo;
- 2. maja 1979 je velik plaz zasul cesto zahodno od naselja Soča in zajezil reko, ki pa je kmalu prebila sneg. Predhodno sta bila večja plazova v letih 1916 in 1952. Plazovi so takrat, tako kot 1952 in 2021 dosegli tudi Ravni laz nad Bovcem (slika 2.6);

- 18. marca 1985 je plaz ob kaninski žičnici zasul 2 teptalca, ki sta vozila od postaje D proti gozdarski koči oziroma sprva proti postaji C.



Slika 2.5: Središče Bovca sredi februarja 1952 (levo; vir: Kobariški muzej 2021) in porušena postaja-C kaninske kabinske žičnice po plazu leta 1975 (Šegula 1987).

- Konec januarja ali v začetku februarja 2009 je koč na Doliču močno poškodoval snežni plaz. Ocenili so, da je takojšnja obnova delno prestavljene in delno povsem porušene koč neprimerna (Pavšek 2010). Odkar stoji koč na tej lokaciji, ni bila še nikdar poškodovana zaradi snežnih plazov, zato jih je nesreča presenetila. Objekt je bil zavarovan, a ne za nevarnost snežnih plazov. Kočo na Doliču so kasneje zasilno obnovili, pri čemer je nadomestna stavba za nadstropje nižja od prvotne. Postavitev na morebitni nadomestni lokaciji je odložena za nedoločen čas. V precej manjši meri, le jugovzhodni vogal koč (gre za del, ki so ga po plazu 2009 obnovili), so jo snežni plazovi vnovič poškodovali v zimi 2011/12.
- V zadnjih letih je bila zaradi nevarnosti snežnih plazov večkrat zaprta cesta čez Predel. Leta 2008 so ob dvometrski snežni odeji na vrhu prelaza zaradi nevarnosti plazov in podrtega drevja za daljši čas (11. 12. 2008–28. 12. 2008) zaprli cesto na italijanski strani prelaza, kjer so nato tudi obnovili snežni plot. V želji po odprtju poti je pri trbiškem županu posredoval bovški župan Danijel Krivec, načelnik tolminske upravne enote Zdravko Likar pa je več dni neuspešno posredoval pri videmski prefekturi in deželi Furlaniji – Julijski krajini.<sup>8</sup> Tako dolge zapore predelske ceste »niso pomnili niti najstarejši prebivalci Loga pod Mangartom«, cesto pa so očistili oziroma odprli za promet teden dni potem, ko je bila preklicana nevarnost snežnih plazov.<sup>9</sup> Zadnja zapora zaradi plazu pri Mlinču,<sup>10</sup> ki se mu od 21. 1. 2010 obnovljena cesta izogne z viaduktom,<sup>11</sup> je bila 5. 3. 2009.
- Tudi 2. februarja 2014 je bila cesta čez prelaz zaprta zaradi »zasneženega cestišča«.<sup>12</sup>

<sup>8</sup> <https://www.dnevnik.si/1042229639>

<sup>9</sup> <https://www.gore-ljudje.si/Kategorije/Novosti/predor-za-trajno-resitev-problemov>

<sup>10</sup> <https://www.gore-ljudje.si/snezni-plaz-zasul-cesto-cez-predel>

<sup>11</sup> <https://siol.net/na-bovskem-odprli-viadukt-predel-9422>

<sup>12</sup> [https://ciklon.si/stran/?page\\_id=20577](https://ciklon.si/stran/?page_id=20577), <https://www.primorske.si/2014/02/02/na-pot-le-v-nujnih-primerih>



Slika 2.6: Plaz pri odcepu za Lepeno (levo) in plaz V Koritih nad odcepom za Lepeno, 2. 5. 1979 (fotografija: Jelka Kašča<sup>13</sup>).

Če odštejemo vojaške žrtve, je po drugi svetovni vojni na Bovškem v snežnih plazovih umrlo najmanj 23 ljudi, od tega skoraj polovica v snežno rekordnem februarju 1952 (Volk Bahun 2020). Bolj kot statistika žrtev pa je zaskrbljujoče dejstvo, da plazovi še vedno ogrožajo nekaj stavb in komunikacijsko infrastrukturo. V tem pogledu je poseben problem smučišče na Kaninu, kjer so se lotili namernega proženja snežnih plazov na stalni lokaciji s tremi strelnimi cevmi (sistem *Gazex*), kar pa je le del več kot nujnega celovitega ukrepanja in obvladovanja nevarnih lavinskih razmer na smučišču in ob njem. Še posebej nevarno je območje Krnice, ki je v zgornjem delu zelo prostrana, nižje pa se dolina zelo zoži in jo ogrožajo plazovi s pobočij na obeh straneh. Na italijanskem delu sicer skupnega smučišča (Sella Nevea) imajo 13 tovrstnih naprav, njihovo učinkovitost pa dopolnjujejo z lavinskim zvonom (ang. *Daisy bell*), ki ga je moč obesiti pod helikopter in omogoča več kot 50 detonacij, pri čemer lahko sami izbirajo vsakokratno mesto posamezne detonacije. Naprave na slovenski strani v zadnjih letih ne delujejo več. Po zadnjih dogodkih letošnjo zimo bi bilo smiselno razmisliti o obnovi in ponovni (pravočasni) uporabi omenjenih sistemov, s čimer bi lahko preprečili rušilne plazove, ki delajo škodo na žičniških napravah.



Slika 2.7: Plaz pri Mlinču pod prelazom Predel (fotografija: Jure Tičar; ARHIV ZRC SAZU, GIAM 2021).

<sup>13</sup> <https://www.facebook.com/groups/315961109848/>



Slika 2.7: Odkopavanje poškodovanega stebra kaninske žičnice pozimi 2008/09 (Vir: Spletne strani Žičnice Kanin) in poškodovana koč na Doliču konec aprila 2009 (fotografija: Franc Pogačar).



Slika 2.8: V Loški steni (v ospredju Strmec na Predelu) se snežne gmote zbirajo v obsežnih grapah, snežni plaz pa je januarja 2021 po grapi Kaludrice pod Briceljkom (2343) prepotoval približno 1500 višinskih metrov (fotografija: Blaž Komac; ZRC SAZU, GIAM 2021).

### 3 RAZPRAVA IN SKLEP – NUJNOST DOPOLNITVE ZAKONODAJE IN VZPOSTAVITVE LAVINSKE SLUŽBE

Čeprav se snežni plazovi izjemnega obsega pojavljajo precej redkeje kot druge naravne nesreče, kot so poplave in zemeljski plazovi, so njihove posledice tudi zaradi podnebnih sprememb oziroma otoplitve podnebja ter dežja decembra in januarja, kažejo, da so lahko problematični. Praviloma so bili večji plazovi pozimi pršni ali pa so dolinska dna šele spomladi dosegli **plazovi mokrega sprijetega snega** s primesmi sedimentov in organskih delcev. Leta 2021 pa se je to zgodilo že januarja! Ker se tovrstni pojavi ne pojavljajo redno, jih ljudje ter ustanove pozabijo ali podcenjujejo. To je povezano tudi z manjšim poznavanjem narave, individualizacijo in odvisnostjo od tehnologije.

Tokratnim plazovom se ni bilo moč ogniti ali jih preprečiti, edina učinkovita **zaščita pred njimi** bi bil lavinski predor ali galerija na zasutem delu oziroma prometnem odseku. Morda je smiseln razmislek o tovrstni zaščiti za plazova dvojčka nad Klužami zaradi pomena in gostote prometa na tem odseku državne ceste. S pravočasnim namernim proženjem bi lahko povzročili njihovo zgodnjo sprožitev in s tem zmanjšali obseg in plazovi ne bi prišli v dna dolin. Najučinkovitejša zaščita pri takih akutnih primerih pa je pravočasna in ustrezno dolga zapora vseh cestnih odsekov. Zdaj imam za to dovolj podatkov in ustrezne službe, pomanjkljiva pa je organiziranost.

Čeprav je minilo že več kot četrto stoletje, odkar je bil narejen (nepopolni!) **lavinski kataster**, kažejo letošnji plazovi, da bi ga bilo treba posodobiti in dopolniti. V tem času je prišlo do številnih pokrajinskih sprememb, ki poleg sprememb podnebja, temperature ter količine in vrste padavin, obsegajo tudi zaraščanje. V katastru so sicer zabeleženi vsi večji plazovi iz januarja 2021 v Zgornjem Posočju, enako njihov doseg, ne velja pa to za odročnejše kraje, niti za vsa slovenska gorovja. Sodobna tehnologija in številni podatkovni viri omogočajo natančnejše analize kot v začetku 90. let 20. stoletja. Ta lavinski dogodek in nekateri drugi primeri lavinskih dogodkov in nesreč v zadnjih dveh desetletjih (Volk Bahun 2020) kažejo na nujnost oživitve **Komisije za snežne plazove**, ki je delovala ob vzpostavitvi lavinskega katastra sredi 90. let 20. stoletja.

Njena vloga je bila izjemnega pomena, saj je odločala tako v primeru akutnih lavinskih nesreč in dogodkov kot tudi o prostorskih posegih, ki vplivajo in so povezani z varstvom in zaščito pred snežnimi plazovi, kot jih danes opredeljuje **Zakon o vodah**. Ta v 83. členu določa, da naj se »zaradi zagotavljanja varstva pred škodljivim delovanjem voda« *»določi območje, ki je ogroženo zaradi ... snežnih plazov (v nadaljnjem besedilu: plazovito območje).«*<sup>14</sup>

Ugotovimo lahko, da ta določba leta 2002 sprejetega zakona še ni bila udejanjena. Najdlje smo tudi zaradi pritiskov Evropske unije<sup>15</sup> in Računskega sodišča<sup>16</sup> prišli pri poplavnih območjih, pri zemeljskih plazovih je stanje zadovoljivo, manj pa pri eroziji, zlasti z vidika upravljanja infrastrukture (Zorn in Komac 2015).

Na podlagi Zakona o vodah bo treba sprejeti pravilnik oziroma **»metodologijo za določanje območij, ogroženih zaradi snežnih plazov ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti«**, podobno kot je bilo sprejeto za poplave<sup>17</sup> in se je delalo za zemeljske plazove (Mikoš s sodelavci 2004; Mikoš in Đurović 2005).

<sup>14</sup> <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/37466>

<sup>15</sup> DIREKTIVA 2007/60/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0060&qid=1613474349448&from=EN>

<sup>16</sup> Učinkovitost uporabe evropskih sredstev za zaščito pred poplavami, <https://www.rs-rs.si/revizije-in-revidiranje/arhiv-revizij/revizija/ucinkovitost-uporabe-sredstev-kohezijske-politike-za-zascito-pred-poplavami-424/>

<sup>17</sup> *Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti*, <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV8318> ter povezana

Na tem temelju bomo lahko obstoječi **LAVINSKI KATASTER**, za katerega sedaj skrbi Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, nadgradili z:

- izboljšanimi zemljevidi plazovitih območij,
- oceno plazovne nevarnosti (opozorilna karta oziroma zemljevid snežnih plazov),
- določitvijo območij plazovne nevarnosti (karta oziroma zemljevid plazovne nevarnosti),
- določitvijo razredov plazovne nevarnosti za plazovita območja in
- oceno ranljivosti na območjih plazovne nevarnosti.

Ob plazovih januarja 2021 je na potrebo po boljši ureditvi področja in obstoju lavinske komisije opozoril tudi poveljnik OŠCZ Bovec g. Edi Melinc, saj **v kritičnih trenutkih ni imel pravega sogovornika**, s katerim bi se posvetoval o nadaljnjih ukrepih po tem, ko so se med odstranjevanjem plazovine prožili na istih mestih oziroma plaznicah novi plazovi. Kot ugotavlja, je bila to šibka točka pri ukrepanju (Pavšek 2021a): »... sem pogrešal strokovno komisijo, strokovnjake s področja plazov, da bi bilo v bodoče že bolj generalno dogovorjeno, ko pride do takih stvari, da ni najpomembnejše odpreti cesto, ampak je prva varnost. To je najbolj pomembno.« Snežni plazovi so pomembni za varnost prebivalcev, pa tudi z vidika prostorskega načrtovanja in (kritične) infrastrukture, kot so prometnice, pa tudi naselij in dejavnosti, kot so smučišča.<sup>18</sup>

V deželah z razvito in učinkovito lavinsko preventivo (Švica, Avstrija, Nemčija, Italija in tudi Španija) se z analizo lavinske nevarnosti ukvarjajo **lavinske službe**. Njihovo delovanje je formalno različno urejeno, saj delujejo znotraj različnih ministrstev. Tudi v Sloveniji je v okviru MOP do konca 20. stoletja delovala »Komisija za snežne plazove«, a po številnih reorganizacijah ne deluje več. Vsa kasnejša prizadevanja za ustanovitev sodobne lavinske službe so bila do sedaj neuspešna, o tem se govori kampanjsko, po izrednih dogodkih, kar dokazuje tudi financiranje področja naravnih in drugih nesreč v Sloveniji. So pa v Sloveniji v zadnjih letih zaradi večjega števila postaj in dostopnih podatkov ter okrepljene ekipe ARSO, ki bdi nad lavinskim biltenom, pa tudi mednarodnih iniciativ, kot je projekt Crossrisk,<sup>19</sup> močno izboljšane lavinske napovedi, ki v sezoni izhajajo praviloma trikrat tedensko, v višku snežnih razmer pa tudi dnevno.

**Geografi smo v Sloveniji edina raziskovalna rdeča nit na področju varstva pred snežnimi plazovi**, saj že zadnjih 70 let kontinuirano opazujemo in merimo snežne plazove ter raziskujemo z njimi povezane teme. Z njimi smo se začeli ukvarjati kmalu po prvih raziskavah slovenskih ledenikov. V 50. letih 20. stoletja je bila objavljena obsežna in zelo kompleksna študija snežnih plazov (**Gams** 1955), ki je bila posledica dejstva, da so na terenu lahko spremljali posledice snežnih plazov, ko smo imeli opravka z največjimi tovrstnimi pojavi pri nas, vsaj po obdobju prve svetovne vojne. Geograf je bil tudi **France Bernot**, ki je v 70. letih v času delovanja HMZ (nekdanji ARSO) spodbujal delo na tem področju. Nenazadnje pa je kataster za Tolminsko 1985 izdelal geograf **Radovan Lipušček**, nadgradnja te naloge pa je bilo njegovo vodenje alpskih mladinskih raziskovalnih taborov v Posočju, ki so obravnavali tudi te teme. V sredini 90. let 20. stoletja je bil nazadnje financiran projekt izdelave lavinskega katastra (**Pavšek** 2002). Geografi smo poleg snežnih plazov in ledenikov raziskovali tudi snežišča v slovenskih Alpah, v zadnjem času pa raziskave razširjamo na izotopske raziskave snega in ledu in podzemni led v krasu slovenskih gora. Pregled dosedanjih raziskav je bil objavljen v posebni izdaji znanstvene revije **Acta geographica Slovenica** leta 2020.<sup>20</sup> V Sloveniji doslej nismo imeli rednega in sistematičnega spremljanja lavinskih dogodkov in nesreč. **Geografi smo v zadnjem času to vrzel precej izboljšali** ter zbrali in analizirali natančne podatke o snežnih plazovih z žrtvami za zadnjih 30 let (Volk Bahun 2020), dostopne podatke pa za zadnje stoletje.

---

*Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja,*

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4840>

<sup>18</sup> Zakon o kritični infrastrukturi, <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO7106>

<sup>19</sup> Projekt Crossrisk – Zmanjšanje tveganj zaradi padavin in snežne odeje, <https://crossrisk.zrc-sazu.si>

<sup>20</sup> <https://ojs.zrc-sazu.si/aqs/issue/view/812>



## 4 LITERATURA

- Abermann, J., Eckerstorfer, M., Malnes, E. 2009: A large wet snow avalanche cycle in West Greenland quantified using remote sensing and in situ observations. *Natural Hazards* 97. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03655-8>
- Bartelt, P., Buser, O., Platzler, K. 2006: Fluctuation-dissipation relations for granular snow avalanches. *Journal of Glaciology* 52. DOI: <https://doi.org/10.3189/172756506781828476>
- Bartelt, P., McArdell, B.-W. 2009: Granulometric investigations of snow avalanches. *Journal of Glaciology* 55-193. DOI: <https://doi.org/10.3189/002214309790152384>
- Butler, D. R., Sawyer, C. F. 2008: Dendrogeomorphology and high-magnitude snow avalanches: a review and case study. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 8. <https://doi.org/10.5194/nhess-8-303-2008>
- Carrara, E. 1979: The determination of snow avalanche frequency through tree-ring analysis and historical records at Ophir, Colorado. *Geological Society of America Bulletin* 90.
- De Biagi, V., Chiaia, B., Frigo, B. 2012. Fractal grain distribution in snow avalanche deposits. *Journal of Glaciology* 58-208. DOI: <https://doi.org/10.3189/2012JoG11J119>
- Decaulne, A., Sæmundsson, P. 2010: Distribution and frequency of snow-avalanche debris transfer in the distal part of colluvial cones in central north Iceland. *Geografiska Annaler A* 92-2. <http://www.jstor.org/stable/40661071>
- Eckerstorfer, M., Christiansen, H. H. 2011: Meteorology, topography and snowpack conditions causing two extreme mid-winter slush and wet slab avalanche periods in high arctic maritime svalbard. *Permafrost and Periglacial Processes*. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppp.734>
- Gabrovec, M., Hrvatin, M., Komac, B., Ortar, J., Pavšek, M., Topole, M., Triglav Čekada, M., Zorn, M. 2014: Triglavski ledenik. *Geografija Slovenije* 30. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789610503644>
- Gams, I. 1955: Snežni plazovi v Sloveniji. *Acta geographica* 3. [https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ\\_0301\\_115-219.pdf](https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ_0301_115-219.pdf)
- Hrvatin, M., Zorn, M. 2018: Recentne spremembe rečnih pretokov in pretočnih režimov v Julijskih Alpah. *Triglav* 240. Ljubljana. <https://omp.zrc-sazu.si/zalozba/catalog/book/979>
- Komac, B. 2015: Modeliranje obpotresnih pobočnih procesov v Sloveniji. *Geografski vestnik* 87-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/GV8710>
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije* 15. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545307>
- Komac, B., Zorn, M. 2009: Pokrajinski učinki skalnega podora v Pologu. *Geografski vestnik* 81-1.
- Komac, B., Zorn, M. 2016: Naravne in umetne pregrade ter z njimi povezani hidro-geomorfni procesi. *Geografski vestnik* 88-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/GV88204>
- Komac, B. 2021: Beti Melinc, Cestno podjetje Kolektor, Cestna baza Bovec. Intervju za temeljni projekt Upravljanje lavinske nevarnosti s pomočjo klasifikacije reliefa. *Snemalec: Miha Pavšek, Trenta*, 26. 1. 2021.
- Korup, O., Rixen, C. 2014: Soil erosion and organic carbon export by wet snow avalanches. *The Cryosphere Discussions* 8. DOI: <https://doi.org/10.5194/tcd-8-1-2014>
- Melik, A. 1962: Bovec in Bovško: Regionalnogeografska študija. *Geografski zbornik* 7. [https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ\\_0701\\_307\\_387.pdf](https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ_0701_307_387.pdf)
- Mikoš, M., Batistič, P., Đurovič, B., Humar, N., Janža, M., Komac, M., Petje, U., Ribičič, M., Vilfan, M. 2004: Metodologija za določanje ogroženih območij in način razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti zaradi zemeljskih plazov. Končno poročilo, UL FGG, Ljubljana.
- Mikoš, M., Đurovič, B. 2005: Metodologija za določanje ogroženosti prostora zaradi delovanja zemeljskih plazov. Kako se braniti pred plazovi. *ZRMK*, 26. 10. 2005, Ljubljana.
- Moore, J. R., Egloff, J., Nagelisen, J., Hunziker, M., Aerne, U., Christen, M. 2013: Sediment transport and bedrock erosion by wet snow avalanches in the Guggigraben, Matter Valley, Switzerland. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 45-3. DOI: <https://doi.org/10.1657/1938-4246-45.3.350>
- Pavšek M, Komac B, Zorn M. 2010: Ugotavljanje lavinske nevarnosti s pomočjo GIS-a. *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2009–2010*, ur. Drago Perko in Matija Zorn, 131–146. Ljubljana: Založba ZRC.
- Pavšek, M. 2002: Simulacija ogroženosti površja zaradi snežnih plazov v slovenskih Alpah. *Dela* 18.
- Pavšek, M. 2002: Snežni plazovi v Sloveniji. *Geografija Slovenije* 6. Ljubljana. <https://giam.zrc-sazu.si/sl/publikacije/snezni-plazovi-v-sloveniji#v>
- Pavšek, M. 2010: Analiza rušilnih snežnih plazov spomladi 2009 na območju koč na Doliču in smernice za preventivo. *Ujma* 24. <http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2010/120.pdf>

- Pavšek, M., 2012: Žrtve v snežnih plazovih od leta 1777 dalje. Delovno gradivo (osebni arhiv), GIAM ZRC SAZU, Ljubljana.
- Pavšek, M., Ferk, M., Komac, B., Ortar, J., Volk Bahun, M., Zorn, M., Jeriha, Ž. 2012: Izdelava prostorske baze podatkov in spletnega informacijskega sistema geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja, erozijskih kart ter kart snežnih plazov – Občina Bovec. Snežni plazovi. Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana.
- Pavšek, M., Ferk, M., Komac, B., Ortar, J., Volk Bahun, M., Zorn, M., Jeriha, Ž. 2012: Izdelava prostorske baze podatkov in spletnega informacijskega sistema geološko pogojenih nevarnosti zaradi procesov pobočnega premikanja, erozijskih kart ter kart snežnih plazov – Občina Bovec. Snežni plazovi. Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana.
- Pavšek, M., Velkavrh, A., 2005: Snežni plazovi vzdolž regionalne ceste (R1-206) Kranjska Gora–Vršič–Trenta. Povzetek ugotovitev iz podatkovne baze lavinskega katastra in dejansko stanje z vidika celoletne prevoznosti ceste. Geografski inštitut Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Agencija za okolje republike Slovenije - Urad za meteorologijo, Ljubljana.
- Pavšek, M. 2021a: Edi Melinc, poveljnik Civilne zaščite Občine Bovec. Intervju za temeljni projekt Upravljanje lavinske nevarnosti s pomočjo klasifikacije reliefa. Snemalec: Blaž Komac, Soča, 26. 2. 2021.
- Pavšek, M. 2021b: Božo Bradaškja, Civilna zaščita Občine Bovec, poverjenik za Trento. Intervju za temeljni projekt Upravljanje lavinske nevarnosti s pomočjo klasifikacije reliefa. Snemalec: Blaž Komac, Trenta, 26. 1. 2021.
- Pedersen, S.H., Liston, G. E., Tamstorf, M. P. 2015: Quantifying episodic snowmelt events in arctic ecosystems. *Ecosystems* 18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10021-015-9867-8>
- PUH/ Podjetje za urejanje hudournikov (Soavtorji: Bernot, F., Horvat, A., Pavšek, M., Šegula, P., Valič, M., Mulej, F.), 1994: Ogroženost Slovenije s snežnimi plazovi (študija). Ljubljana.
- Sæmundsson, P., Decaulne, A., Jónsson, J. P. 2008: Sediment transport associated with snow avalanche activity and its implication for natural hazard management in Iceland. *International Symposium on Mitigative Measures against Snow Avalanches*. Egilsstaðir.
- Sovilla, B., Blaschke, B. 2012: Density and granulometric structure of wet and dry-snow avalanches. *Geophysical Research Abstracts* 14. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2012/EGU2012-6601-1.pdf>
- Steinkogler, W., Sovilla, B., Lehning, M. Influence of snow cover properties on avalanche dynamics. *Cold Regions Science and Technology* 97. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.coldregions.2013.10.002>
- Stoffel, M., Bollschweiler, M. 2008: Tree-ring analysis in natural hazards research – an overview. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 8. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-8-187-2008>
- Stoffel, M., Bollschweiler, M., Hassler, G.-R. 2006: Differentiating past events on a cone influenced by debris-flow and snow avalanche activity – a dendrogeomorphological approach. *Earth Surface Processes and Landforms* 31. DOI: <https://doi.org/10.1002/esp.1363>
- Šegula, P., 1987: Snežne plazine, plazovi in žrtve. *Ujma* 1. [http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article\\_1987.html](http://www.sos112.si/slo/page.php?src=/ujma/article_1987.html)
- Šilhán, K., Tichavský, R. 2017: Snow avalanche and debris flow activity in the High Tatras Mountains: New data from using dendrogeomorphic survey. *Cold Regions Science and Technology* 134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2016.12.002>
- Vikhamar-Schuler, D., Isaksen, K., Haugen, J. E. 2016: Changes in winter warming events in the nordic arctic region. *Journal of Climatology* 29. DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0763.1>
- Volk Bahun, M. 2016: Ocena in prikaz nevarnosti zaradi snežnih plazov. *Ujma* 30.
- Volk Bahun, M. 2017: Modeliranje in prikazovanje nevarnosti zaradi snežnih plazov. *Naravne nesreče v Slovenij 4, Trajnostni razvoj mest in naravne nesreče*. Ljubljana.
- Volk Bahun, M. 2020: Mehanizmi pojavljanja snežnih plazov v slovenskih Alpah. Doktorska disertacija. Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije. Koper. <https://repozitorij.upr.si/lzpisGradiva.php?id=13965&lang=slv>
- Volk Bahun, M., Zorn, M., Pavšek, M. 2018: Snežni plazovi v Triglavskem pogorju. *Triglav* 240. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2015: Naravne nesreče in družbena neodgovornost. *Geografski vestnik* 87-2. <https://doi.org/10.3986/GV87205>