

METODE**GEOGRAFSKI ATLAS NARAVNIH NESREČ V SLOVENIJI****AVTORJI****dr. Blaž Komac**

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana
blaz.komac@zrc-sazu.si, <https://orcid.org/0000-0003-4205-5790>

dr. Rok Ciglič

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana
rok.ciglic@zrc-sazu.si, <https://orcid.org/0000-0003-3517-3780>

dr. Mauro Hrvatin

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana
mauro.hrvatin@zrc-sazu.si, <https://orcid.org/0000-0002-6021-8736>

dr. Manca Volk Bahun

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana
manca.volk@zrc-sazu.si, <https://orcid.org/0000-0003-4720-9541>

Lenart Štaut

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana
lenart.staut@zrc-sazu.si, <https://orcid.org/0000-0003-0095-3920>

dr. Matija Zorn

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Geografski inštitut Antona Melika, Novi trg 2, SI – 1000 Ljubljana
matija.zorn@zrc-sazu.si, <https://orcid.org/0000-0002-5788-018X>

DOI: <https://doi.org/10.3986/GV95105>

UDK: 911.2:504.4(497.4)(084.4)(0.034.2)

COBISS: 1.02

IZVLEČEK**Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji**

Spletni Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji prikazuje temeljne podatke o naravnih nevarnostih in naravnih nesrečah v Sloveniji. Obsega podatke o zgodovinskih naravnih nesrečah ter predstavlja zemljevide nevarnosti za več naravnih pojavov (snežni plaz, poplava, zemeljski plaz, potres, gozdni požar) in podatke o škodi nastali zaradi naravnih nesreč. Namen atlasa je seznaniti strokovno in splošno javnost z vrstami in pogostostjo naravnih nesreč, ki so nastale na ozemlju Slovenije vse od 14. stoletja dalje, pogo-
steje od leta 1750, natančneje pa za obdobje zadnjih 150 let. Skupaj ima podatkovna baza približno

5000 enot, ki obsegajo prek 100.000 podatkov, od katerih so relevantni prikazani v spletnem atlasu. V članku predstavljamo nastanek in zasnovo atlasa ter podajamo analizo vsebine.

KLJUČNE BESEDE

geografija, naravne nesreče, naravne nevarnosti, preventiva, spletni atlas, Slovenija

ABSTRACT

The Geographical Atlas of Natural Disasters in Slovenia

The online Geographical Atlas of Natural Disasters in Slovenia shows basic information on natural hazards and natural disasters in Slovenia. It includes data on historical natural disasters, and it presents hazard maps for several natural phenomena (avalanches, floods, landslides, earthquakes, and forest fires) and data on the damage caused by natural disasters. The aim of the atlas is to inform the professional community and the public about the types and frequency of natural disasters that have occurred on Slovenian territory since the fourteenth century, more frequently since 1750, and more specifically for the last 150 years. In total, the database comprises approximately five thousand units, with over 100,000 pieces of data, of which the relevant ones are displayed in the online atlas. This article presents the origins and design of the atlas, along with an analysis of its content.

KEY WORDS

geography, natural disasters, natural hazards, prevention, online atlas, Slovenia

Uredništvo je prispevek prejelo 3. februarja 2023.

1 Uvod

V okviru Oddelka za naravne nesreče pri Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU (Zorn in Komac 2008a) smo izdelali **Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji** (akronim GANNS; krajše, likovno oblikovano ime nakazuje tudi priimek GAMS; slika 1).

Spletni atlas obsega temeljne podatke o naravnih nevarnostih in naravnih nesrečah v Sloveniji. Namen atla je seznaniti javnost z vrstami in pogostostjo naravnih nesreč, ki so nastale na ozemlju Slovenije od 14. stoletja dalje, pogosteje od leta 1750, natančneje pa za obdobje zadnjih 150 let (Komac s sodelavci 2023). Z njim želimo prispevati k ozaveščanju o pogostosti in raznolikosti naravnih nesreč v Sloveniji, izboljšanju ocen ogroženosti različnih naravnih nevarnosti ter olajšati odločitve pri posegih v prostor s ciljem optimiziranja preventivnih dejavnosti. Atlas je prispevek geografov k izpolnjevanju zavez Sendajskega okvirnega načrta za zmanjšanje nesreč v obdobju 2015–2030 (Banovec Juroš 2020; Komac 2020).

Atlas temelji na raziskavah s področja naravnih nesreč, ki na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU potekajo že od petdesetih let 20. stoletja (Natek in Perko 1999). Geografi so bili zaradi kompleksnega razumevanja pokrajinskih procesov med prvimi, ki so v Sloveniji preučevali naravne nesreče. Prvo geografsko preučevanje poplav je bilo po poplavah v Celju 5. in 6. junija 1954, kjer so pod vodstvom Antona Melika sodelovali številni geografi (Melik 1954). Leto kasneje je Ivan Gams (1955) prispeval prvo znanstveno delo o snežnih plazovih v zimah 1950–1954, Drago Meze (1963) pa nekaj let pozneje delo o zemeljskih plazovih. Sredi sedemdesetih let prejšnjega stoletja je inštitut vodil enega največjih slovenskih geografskih projektov »Geografija poplavnih področij na Slovenskem« (Ilešič 1973), katerega rezultati so temelj vseh kasnejših zemljevidov poplavne nevarnosti (Komac, Zorn in Natek 2008). Leta 1983 so geografi izdali interdisciplinarni publikaciji »Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost« (Gams 1983a) in »Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega preučevanja« (Radinja 1983), leta 1992 pa monografijo »Poplave v Sloveniji« (Orožen Adamič 1992). Člani inštituta so sodelovali pri ustanovitvi in urejanju interdisciplinarne revije o naravnih in drugih nesrečah »Ujma« (Gams 1987; Komac 2016), kot tudi pri monografiji »Nesreče in varstvo pred njimi«



Slika 1: Uvodna stran Geografskega atla naravnih nesreč v Sloveniji ponuja povezave na spletni pregledovalnik podatkov, opis atla, izvirne izpise dogodkov naravnih nesreč in možnost sporočanja naravne nesreče. Avtorica logotipa, ki je lociran nad naslovom in je hkrati njegov akronim, je Nina Semolič.

(Ušeničnik 2002). Vrh geografskih prizadevanj za boljše razumevanje naravnih nesreč je bila poleg znanstvenih monografij o snežnih plazovih (Pavšek 2002), eroziji (Zorn 2008), zemeljskih plazovih (Zorn in Komac 2008b) ter drugih pobočnih procesih (Komac in Zorn 2007), poplavlach (Komac, Natek in Zorn 2008) in izobraževanju (Komac, Zorn in Ciglič 2011), ustanovitev knjižne zbirke »Naravne nesreče«, v kateri je med letoma 2010 in 2024 izšlo šest monografij (Medmrežje 1).

Na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU so se v začetku devetdesetih let 20. stoletja potegovali za ustanovitev Evropskega centra za multidisciplinarno raziskovanje naravnih nesreč (Orožen Adamič 1991), zato je bil leta 1992 v okviru inštituta ustanovljen »Center za multidisciplinarno preučevanje naravnih nesreč«. Ta se je 14. oktobra 1994 preimenoval v »Oddelek za naravne nesreče«, ki ga je od ustanovitve do leta 2008 vodil Milan Orožen Adamič (Natek in Perko 1999; Zorn in Komac 2008a), nato pa Blaž Komac. Atlas tako posvečamo 30-letnici ustanovitve oddelka kot tudi 100-letnici rojstva slovenskega geografa akademika **Ivana Gamsa** (5. 7. 1923–10. 3. 2014), ki je pomembno prispeval k razumevanju naravnih nesreč v Sloveniji (Kladnik 2013; Perko 2013; Zorn in Komac 2013). Bil je upravnik Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU (1981–1983) (Natek in Perko 1999), na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete v Ljubljani pa je predaval več predmetov, pri katerih je obravnaval naravne nesreče, zlasti poplave, snežne plazove, pobočne procese in sušo (Gams 1981; 1983a; 1983b; 1994). Po snežnih zimah na začetku petdesetih let 20. stoletja je napisal omenjeni prvi poglobljen znanstveni geografski članek o snežnih plazovih (Gams 1955), že konec devetdesetih let 20. stoletja pa je pisal o vplivu podnebnih sprememb na naravne nesreče (Gams 1998). Bil je tudi pobudnik pregleda stanja na področju naravnih nesreč (Gams 1983a; 1983b; 1983c). Pomembno je njegovo sodelovanje z Upravo Republike Slovenije za zaščito in reševanje, kjer je deloval v vodstvu uredništva revije Ujma (Komac 2016). Poudarjal je pomen preventivnega raziskovanja (Gams 2009), zato je pripravil publikacije »Nesreče in varstvo pred njimi« (Ušeničnik 2002) podprl z besedami: »*Neupoštevanje možnosti vnovične katastrofe narava sama kaznuje.*« (Gams 2002, 21). Prav tu vidimo poslanstvo Geografskega atlasa naravnih nesreč v Sloveniji, da spominja in opominja na pretekle naravne nesreče ter ozavešča o možnostih njihovega ponovnega nastanka.

1.1 Podatkovne zbirke o naravnih nesrečah

Večina namenskih publikacij in programov, v nasprotju z našim atlasom, ki sega vse do sredine 19. stoletja in z nekaterimi primeri še nekaj stoletij dlje v zgodovino, seže najdlje do obdobja po drugi svetovni vojni ali zgolj do leta 1980. Pobude na področju načrtovanja pred nesrečami (*pre-disaster planning*) na globalni ravni sicer srečujemo od sedemdesetih let 20. stoletja (na primer Resolucija Organizacije združenih narodov št. 2717 iz leta 1970 (*Assistance in cases of natural disasters*), Pomoč v primeru naravnih nesreč); A walk ... 2023; Medmrežje 2). Poleg tega večina prinaša podatke za globalno in državno raven na statičnih zemljevidih (prikazih), redkejši pa so spletni prikazi s pomočjo geoinformacijskih tehnologij, ki omogočajo časovno-prostorski pregled georeferenciranih podatkov.

Med podatkovnimi oziroma prostorskimi zbirkami izpostavljam tri globalne: *NatCatSERVICE* (v okviru pozavarovalnice *Munich Re*, Nemčija), *Sigma* (v okviru pozavarovalnice *Swiss Re*, Švica) in *EM-DAT* (v okviru Centra za raziskave epidemiologije naravnih nesreč, Belgija). Številne druge zbirke podatkov se osredotočajo na nacionalna ali regionalna vprašanja, specifične nevarnosti in/ali posebne sektorje oziroma omenjene tri zgolj povzemajo.

Verjetno je najpomembnejša zbirka Centra za raziskave epidemiologije naravnih nesreč (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*; CRED 2023) o izrednih dogodkih (EM-DAT 2023). Ustanovljena je bila leta 1988 in vsebuje podatke o več kot 26.000 večjih naravnih nesrečah, povezanih z geofizikalnimi, meteorološkimi, podnebnimi, hidrološkimi, biološkimi in zunajzemeljskimi naravnimi pojavi od leta 1900 dalje. Georeferencirani podatki so za nekomercialno rabo dostopni za obdobje po letu 2000 po tipih (naravne, tehnološke, kompleksne) in podtipih nesreč (geofizikalne, hidrološke, podnebne, meteorološke, biološke in zunajzemeljske naravne nesreče) oziroma po regijah (na primer južna,

zahodna, vzhodna, severna Evropa). Za Slovenijo vsebuje zbirka podatke o potresih (1998, 2004), ekstremnih temperaturah (2003, 2014, 2022), poplavalah (2005, 2012, 2014, 2021) in neurjih (dve leta 2007, 2020, 2023). Podatke EM-DAT je uporabil Center za socialno-ekonomske podatke in aplikacije (*Socioeconomic Data and Applications Center* – SEDAC) pri ameriški Nacionalni upravi za aeronavtiko in vesolje (*National Aeronautics and Space Administration* – NASA), ki je pripravil spletno aplikacijo z globalnimi zemljevidi naravnih nesreč za obdobje 1950–2018 (Rosvold in Buhag 2021a; 2021b).

Globalne podatke o naravnih nesrečah in škodi zbirata tudi pozavarovalnici *Munich Re* in *Swiss Re*. Podatki prve, zbira jih od leta 1980, so dostopni proti plačilu (Data ... 2023), druga pa z interaktivnim orodjem *Sigma Explorer* nudi brezplačen omejen dostop do podatkov o naravnih nesrečah, številu izgubljenih življenj in svetovnih pozavarovalnih premijah od leta 1970 (Sigma ... 2023; na primer Komac 2021).

Podatkovna zbirka o naravnih nevarnostih ameriškega Nacionalnega centra za okoljske informacije (*National Centers for Environmental Information* – NCEI) ameriške Nacionalne uprave za oceane in ozračje (*National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA; *Natural Hazards Data ... 2023*) obsega podatke in zemljevide o naravnih nevarnostih, kot so cikloni, cunamiji, potresi, ognjeniki in požari v naravi. Pomembna dela zbirke sta register potresov po letu 2150 pr. Kr. (5500 dogodkov) ter register pomembnejših ognjeniških izbruhov in cunamijev (*Natural Hazard Viewer 2023*).

Obstajajo še številne druge zbirke podatkov. Globalni program za vulkanizem inštituta *Smithsonian* (*Global Volcanism Program*) tako podaja pregled ognjenikov, aktivnih v zadnjih 10.000 letih, ki obsega podatke o vrsti izbruha, indeksu eksplozivnosti ter času (*Global Volcanism ... 2023*), Globalni katalog zgodovinskih potresov (*Global Historical Earthquake Archive*) obsega podatke o potresih za obdobje 1000–1900 (*Global Earthquake ... 2023*), podatkovna zbirka Poplavnega observatorija Dartmouth (*Global Active Archive of Large Flood Events*) pa podatke o blizu štiri tisoč večjih poplavalah od leta 1985 (*Dartmouth ... 2023*; Frantar 2021).

Globalna podatkovna platforma za ogroženost Urada Združenih narodov za zmanjševanje ogroženosti (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction* – UNDRR) obsega globalne prostorske podatke iz bližnje preteklosti o tropskih ciklonih in z njimi povezanih nevihtnih valovih, suši, potresih, požarih v naravi, poplavalah, zemeljskih plazovih, cunamijih in ognjeniških izbruhih. Uporabniki si lahko ogledajo in prenesejo podatke o dogodkih, izpostavljenosti nevarnostim ter ogroženosti zaradi omenjenih procesov (*Global Risk ... 2023*).

Podobno je ameriška Zvezna agencija za krizno upravljanje (*Federal Emergency Management Agency* – FEMA) v obliki spletne aplikacije za ZDA objavila Nacionalni indeks ogroženosti, ki opredeljuje izpostavljenost skupnosti 18 naravnim nevarnostim, podatke o pričakovanih letnih izgubah, družbeni ranljivosti in prožnosti (Zuzak s sodelavci 2021; *National Risk ... 2023*). Raziskovalni center Evropske unije (*EU Joint Research Centre* – JRC) je objavil Atlas ogroženosti (*INFORM Risk Map*), ki je rezultat sodelovanja referenčne skupine Medagencijskega stalnega odbora za ogroženost, zgodnje opozarjanje in pripravljenost (*Disaster Risk Management Knowledge Centre* – DRMKC) ter Evropske komisije. Zemljevid prikazuje model, sestavljen iz ocen nevarnosti, ogroženosti, ranljivosti in sposobnosti ukrepanja za posamezne države. Namenjen je predvsem uporabi ob nesrečah in v humanitarnih krizah (*INFORM ... 2023*).

Pogosta so tudi dela, kakršen je Atlas ogroženosti zaradi naravnih nesreč po svetu (*World Atlas of Natural Disaster Risk*; Shi s sodelavci 2015), ki prikazuje različne indekse ogroženosti zaradi potresov, ognjenikov, zemeljskih plazov, poplav, neurij, peščenih viharjev, tropskih ciklonov, vročinskih valov, suše in gozdnih požarov. Tovrstne pregledne skupaj s poročilom o stanju na področju naravnih nesreč objavljajo Združeni narodi: Podatkovna platforma ogroženosti zaradi naravnih nesreč (*Risk Data Platform*) prikazuje nevarnost potresa, poplav, vetra in neurij ter cunamija po državah in regijah (*GAR Atlas ... 2023*). Tudi spletna storitev Naš svet v številkah (*Our World in Data*; Ritchie in Rosado 2022) zbirno prikazuje statistične in prostorske podatke o naravnih nesrečah ter njihovih učinkih na globalni in državni ravni. Med regionalnimi aplikacijami zaradi kakovosti in povezanosti z znanostjo izpostavljamo spletno mesto *Canterbury Maps*, ki omogoča brezplačen dostop do zemljevidov, zapisov, informacij

in podatkov o naravnih nesrečah v Canterburyju na Novi Zelandiji (Canterbury ... 2023). Poleg tega obstaja še vrsta drugih atlasov naravnih nesreč, ki prikazujejo stanje na globalni (na primer McGuire s sodelavci 2004) ali nacionalni ravni (na primer Atlas of Natural ... 2012; The National Risk ... 2015; The Multihazard ... 2020).

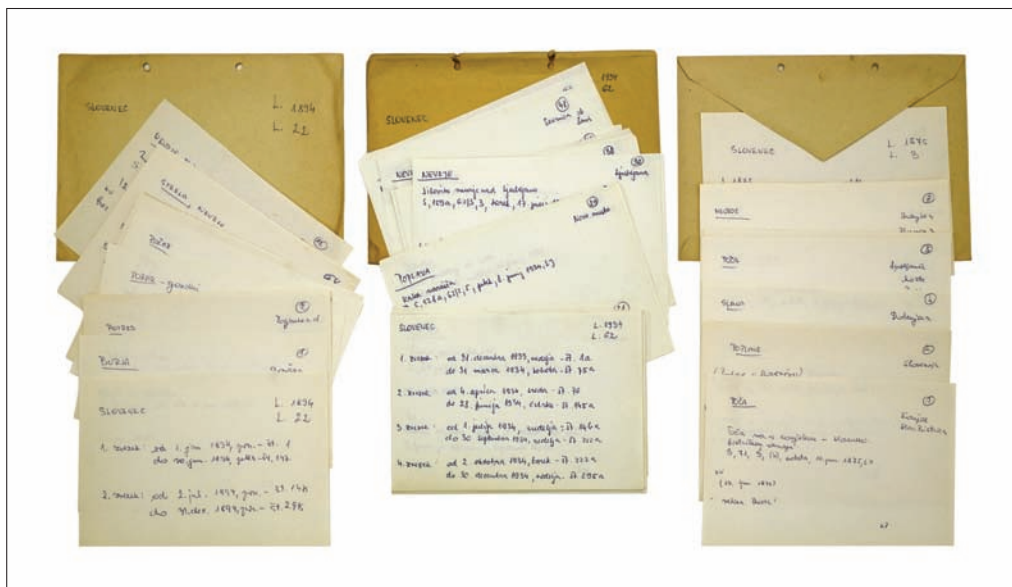
Prostorske podatke o naravnih nesrečah in zemljevid njihove razširjenosti za Slovenijo obsegata tudi Geografski atlas Slovenije (Orožen Adamič s sodelavci 1998) in Esponov atlas o kakovosti življenja v Sloveniji, ki prikazuje tudi podatke o škodi po občinah (Nared 2021).

2 Podatkovna zbirka Geografskega atlasa naravnih nesreč v Sloveniji

Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji vsebuje podatke o različnih naravnih nesrečah na ravni posameznega pojava oziroma dogodka (poglavje 3), več zemljevidov nevarnosti za izbrane naravne pojave na ravni države (poplava, zemeljski plaz, potres, gozdni požar), s posebnim poudarkom na lavinski nevarnosti (snežni plazovi; poglavje 4), ki je v večji meri rezultat dela Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU, ter podatke o škodi nastali zaradi naravnih nesreč.

2.1 Nastanek

Že pred ustanovitvijo Centra za multidisciplinarno preučevanje naravnih nesreč leta 1992 se je pod vodstvom Milana Orožna Adamiča začelo zbiranje prostorskih in statističnih podatkov o zgodovinskih naravnih nesrečah v Sloveniji (Letopis ... 1984–1992). Zаметki informacijskega sistema o naravnih nesrečah najverjetneje segajo v leto 1983, ko so ob omenjenem posvetu »Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost« (Gams 1983a), ki je podal pregled znanja, pripravili tudi razstavo o raziskavah na tem področju (Letopis ... 1983). Od tega leta so sproti izpisovali in izrezovali članke iz Dela, Dnevnika in Večera, za nazaj pa so poročila o naravnih nesrečah izpisali iz Kmetijskih in rokodelskih novic



MARKO ZAPLATIL

Slika 2: Gradivo o naravnih nesrečah v Sloveniji, ki ga hrani Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, smo leta 2023 skenirali in objavili kot prilogo atlasa (Orožen Adamič 1983–1989).

(1843–1902), Slovenskega naroda (1868–1943) in Slovenca (1873–1939). Podatke so računalniško obdelali in od takrat izvirajo prvi celoviti objavljeni podatki o številu smrtnih žrtev zaradi naravnih nesreč v Sloveniji (Orožen Adamič 1989; Komac 2021).

Zbirka teh izpisov je ohranjena v fizični (analogni) obliki (slika 2) in je dostopna v atlasu (Orožen Adamič 1983–1989). Izpisi so bili deloma digitalizirani že konec devetdesetih let 20. stoletja, a se je do danes ohranilo le kratko poročilo o »Informacijskem sistemu o naravnih in drugih nesrečah« (Orožen Adamič 1989). Objavljeno je bilo v reviji Ujma, ki od leta 1987 tudi opravlja vlogo hranitelja podatkov, raziskav, znanja in informacij o naravnih in drugih nesrečah (Komac 2016).

Leta 2023 smo ohranjene izpise prenesli v digitalno obliko in ustvarili podatkovno bazo. Izvorno zbirko podatkov smo nato dopolnili s podatki, ki smo jih pridobili iz različnih virov. Za obdobje po drugi svetovni vojni smo uporabili naslednje podatkovne vire:

- Digitalna knjižnica Slovenije (www.dlib.si),
- Novinarska dokumentacija časnika Delo (vsebine smo iskali fizično po mapah),
- strokovne in znanstvene revije (na primer *Acta geographica Slovenica*, Geografski vestnik, Ujma),
- znanstvene monografije (ZRC SAZU in druge, na primer Malešič 2005) in članki (na primer Ogrin 2007; 2012; Ogrin in Lubi 2010; Ogrin in Kosmač 2013; Zwitter 2013) in
- spletni viri, kot so strani spletnih medijev in podobno.

Na temelju omenjenih virov je nastal popis naravnih nesreč v Sloveniji. Zbirka se sprti dopolnjuje, tako z aktualnimi dogodki, kot s podatki iz relevantnih zgodovinskih virov.

2.2 Opis

Podatkovna zbirka je prikazana s pomočjo podatkovnega strežnika *Geoserver* in spletnega orodja *ESRI ArcGIS Online*, v katerem je pripravljen spletni pregledovalnik (slika 3). Pregledovalnik omogoča vklop in izklop posameznih slojev ter približevanje in oddaljevanje. Prav tako je omogočena poizvedba po različnih drugih podatkih, saj se ob kliku na posamezen element nekaterih podatkovnih slojev prikaže pojavno okno s podatki. Podatki, ki jih pregledovalnik prikazuje, so shranjeni na strežnikih ZRC SAZU.

Podatkovna zbirka ima štiri glavne sklope. Prvi sklop predstavljajo podatki o posameznih naravnih nesrečah – **zgodovinski dogodki** (poglavje 3). Prikazani so posamezni dogodki (pojavi) s točno določeno lokacijo, za dogodke (pojave), ki so obsegali večja območja, pa je v pripravi prikaz po območjih (Ogrin 1996; Perko 1998; Perko, Ciglič in Hrvatinić 2021). Sklop vključuje podatkovno preglednico, kjer so v vrsticah navedeni posamezni dogodki oziroma naravne nesreče s pripadajočimi podatki (preglednica 1). Ob tem velja poudariti, da nekateri dogodki (na primer pojav žledu) obsegajo širše območje, zato so opredeljeni le pisno oziroma je zanje določen prostorski obseg. Pri prostorsko manjših naravnih nesrečah, ki so bile opredeljene z večjo natančnostjo opisa lokacije, sta dodani koordinati x in y , ki omogočata umestitev dogodka v prostor.

Drugi sklop predstavljajo podatki o plaznicah snežnih plazov in lavinski nevarnosti, ki smo ga poimenovali **Lavinski atlas** (poglavje 4). Plaznice so prikazane v obliki poligonov, ob kliku na posamezni poligon pa se prikaže pojavno okno z osnovnimi značilnostmi snežnega plazu. V okviru tega sklopa je predstavljenih tudi več podatkovnih slojev o snežni odeji (preglednica 2). Tretji sklop predstavljajo **zemljevidi nevarnosti izbranih naravnih pojavov**. Trenutno so v pregledovalnik vključeni: poplava, zemeljski plaz, potres in gozdni požar. **Poplavna nevarnost** je predstavljena na podlagi »Integralne karte razredov poplavne nevarnosti«, ki prikazuje veliko, srednjo, majhno ter preostalo poplavno nevarnost. Velika poplavna nevarnost je na območjih, kjer je pri pretoku Q100 ali gladini G100 globina vode enaka ali večja od

Slika 3: Spletni pregledovalnik Geografskega atlasa naravnih nesreč v Sloveniji ponuja naslednja osnovna orodja oziroma vsebine: 1) izbira sloja, 2) prikaz legende, 3) opis, 4) izbira kartografske podlage, 5) možnost sporočanja naravne nesreče, 6) približevanje in oddaljevanje pogleda. ► str. 126



1,5 m oziroma je zmnožek globine in hitrosti vode enak ali večji od $1,5 \text{ m}^2/\text{s}$. Srednja poplavna nevarnost je tam, kjer je pri pretoku Q100 ali gladini G100 globina vode med 0,5 m in 1,5 m oziroma je zmnožek globine in hitrosti vode med $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ in $1,5 \text{ m}^2/\text{s}$ oziroma, kjer je pri pretoku Q10 ali gladini G10 globina vode večja od nič. Majhna poplavna nevarnosti je tam, kjer je pri pretoku Q100 ali gladini G100 globina vode manjša od 0,5 m oziroma je zmnožek globine in hitrosti vode manjši od $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$. Razred preostale poplavne nevarnosti je tam, kjer poplava nastane zaradi izrednih naravnih ali od človeka povzročenih dogodkov, kar povečini pomeni območja poplavne nevarnosti med Q100 in Q500 (Integralna ... 2023). Podatkovni sloj smo pridobili na Direkciji Republike Slovenije za vode (Integralna ... 2023).

Nevarnost proženja zemeljskih plazov je povzeta po zemljevidu plazovitosti (Zorn in Komac 2008b; Zakon o vodah (2002) uporablja izraz plazljiv), ki ima pet kategorij plazovitosti in je bil izdelan na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU ter je pripravljen v ločljivosti 25 m. Ta sklop omogoča tudi prikaz prek 5000 lokacij posameznih zemeljskih plazov iz Nacionalne podatkovne baze zemeljskih plazov (Nacionalna ... 2006) Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje.

Potresna nevarnost je predstavljena na podlagi zemljevida »Potresna nevarnost Slovenije – projektni pospešek tal« (Šket Motnikar s sodelavci 2021), prikazana pa so tudi nadžarišča prek 600 potresov z magnitudo večjo od 3,5 (po katalogu potresov, ki zajema potrese od leta 456 do leta 2018; Živčič s sodelavci 2018). Zemljevid je priloga Nacionalnega dodatka standarda za potresno odporno projektiranje Evrokod 8 in je s tem »sestavni del zakonodaje o potresno odporni gradnji« (Nova ... 2022) ter del predpisov obveznih pri projektiranju stavb (Slovenski ... 2023). Zemljevid prikazuje izračunane povprečne vrednosti pospeška, razvrščene v deset razredov širine 0,025 g (od 0,1 do 0,325 g) in zaokrožene na zgornjo mejo razreda (Šket Motnikar s sodelavci 2021).

Požarna nevarnost je povzeta po zemljevidu »Karta požarne ogroženosti gozdov« Zavoda za gozdove Slovenije (Požarno ... 2023), ki prikazuje razvrstitev gozdov v štiri stopnje požarne ogroženosti skladno z metodo iz Priloge 2 Pravilnika o varstvu gozdov (Pravilnik ... 2009) – zelo velika, velika, srednja in majhna ogroženost. Prikazane so tudi lokacije sto največjih gozdnih požarov.

*Preglednica 1: Pregled atributov podatkovne zbirke (*atribut je zapisan za dogodke, kjer je natančna lokacija znana).*

ime	opis
IDNN	identifikacijska številka dogodka
X96	koordinata x v koordinatnem sistemu D96*
Y96	koordinata y v koordinatnem sistemu D96*
X48	koordinata x v koordinatnem sistemu D48*
Y48	koordinata y v koordinatnem sistemu D48*
regija	prostorski obseg dogodka: 1: alpske pokrajine, zahod; 2: alpske pokrajine, vzhod; 3: panonske pokrajine; 4: dinarske pokrajine, zahod; 5: dinarske pokrajine, vzhod; 6: sredozemske pokrajine; 7: Slovenija; 0: znana lokacija (veljajo koordinate x, y)
datum	datum dogodka
lokacija	lokacija dogodka (opisno)
pojavnost	vrsta naravne nesreče (kategorije: ...)
žrtve	število žrtev
vir	vir informacij
opis	opis dogodka

Preglednica 2: Seznam podatkovnih slojev.

sklop	sloj	leto izdelave	tip zapisa	pojavnost okno	ločljivost	vir
zgodovinski dogodki (poglavje 3)	• naravne nesreče z znano lokacijo,	2022	vektor	da		Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU (po različnih virih)
	• naravne nesreče in pojavi po širših območjih (*konec leta 2023 v izdelavi)					
Lavinski atlas (poglavje 4)	verjetnost proženja snežnih plazov (poglavje 4.2)	2022	raster	ne	10 m	Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU (Volk Bahun, Hrvatin in Komac 2022)
	doseg snežnih plazov in debelina plazovine (poglavje 4.2)	2023	raster	ne	10 m	Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU
	največja snežna obtežba s povratno dobo 50 let	2004	vektor	da		Agencija Republike Slovenije za okolje
	najvišja višina snežne odeje s povratno dobo 50 let	2004	vektor	da		Agencija Republike Slovenije za okolje
	povprečno letno število dni s snežno odejo 1971–2000	2004	vektor	da		Agencija Republike Slovenije za okolje
	povprečna skupna višina novozapadlega snega v sezoni 1971/1972–2000/2001	2004	vektor	da		Agencija Republike Slovenije za okolje
zemljevidi nevarnosti	poplavna nevarnost (<i>Integralna karta razredov poplavnih nevarnosti</i>)	2008, 2022-revizija	vektor	ne		Ministrstvo za naravne vire in prostor, Direkcija Republike Slovenije za vode (<i>Integralna ... 2023</i>)
	nevarnost proženja zemeljskih plazov	2008	raster	ne	25 m	Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU (Zorn in Komac 2008b)
	lokacije zemeljskih plazov	2006	vektor	ne		Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje

sklop	sløj	leto izdelave	tip zapisa	pojavno okno	ločljivost	vir
zemljevidi nevarnosti	potresna nevarnost (<i>Potresna nevarnost Slovenije – projektni pospešek tal</i>)	2021	vektor	da		Agencija Republike Slovenije za okolje (Šket Motnikar s sodelavci 2021)
	katalog potresov	2018	vektor	da		Agencija Republike Slovenije za okolje (Živčič s sodelavci 2018)
	požarna nevarnost (<i>Karta požarne ogroženosti gozdov</i>)	2021	vektor	ne		Zavod za gozdove Slovenije
škoda	lokacije 100 največjih požarov (1995–2019)	2019	vektor (prikazan kot zemljevid gostote; <i>heat map</i>)	ne		Zavod za gozdove Slovenije
	škoda zaradi naravnih nesreč	2008, 2021	vektor	da		Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, Statistični urad Republike Slovenije (Zorn in Komac 2011; Zorn in Hrvatini 2014; 2015), Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj (Pečar 2018)

Četrty sklop predstavljajo **podatki o škodi**, nastali zaradi naravnih nesreč. Podatke za obdobje 1991–2008 je zbral Statistični urad Republike Slovenije, in sicer za štirinajst vrst naravnih nesreč, od katerih jih atlas predstavlja devet: potres, poplava, požar, suša, močan veter, toča, pozeba, žled ter skupaj zemeljski in snežni plazovi. Na ravni države so vključeni podatki o neposredni letni škodi za obdobje 1991–2008, na ravni statističnih regij za obdobje 1992–2008 (Zorn in Komac 2011; Zorn in Hrvatin 2015) ter na ravni upravnih enot za obdobje 1992–2005 (Zorn in Hrvatin 2014). Predstavljamo tudi podatke o škodi, ki jih je zbral Urad Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj (Pečar 2018) in obsegajo skupne podatke o letni škodi zaradi naravnih nesreč na ravni države za obdobje 1998–2021. Kumulativna škoda zaradi naravnih nesreč je bila med letoma 1991 in 2021 na ravni države blizu 4 milijarde evrov oziroma povprečno blizu 130 milijonov evrov letno.

Celoten seznam podatkovnih slojev je prikazan v preglednici 2. Vse sklope nenehno dopolnjujemo in posodabljammo. Za lažje razumevanje vsebin smo kot podlago za prikaz pojavov uporabili kartografske prikaze oziroma podlage, ki omogočajo boljše, geografsko utemeljeno razumevanje prikazanih vsebin, kot je na primer *OpenStreetMap*.

3 Zgodovinski dogodki

Podatkovna zbirka je konec leta 2022 vsebovala okrog 17.400 podatkov o skoraj 2918 zgodovinskih dogodkih oziroma naravnih nesrečah v Sloveniji ter z njimi povezanimi vremenskimi in okoljskimi razmerami. Podatki so prikazani glede na lokacijo in tip naravne nesreče. Razvrščeni so v naslednje kategorije: neurje, mraz, poplava, močno deževje, toplo vreme, obilno sneženje, toča, gozdni požar, potres, suša, snežni plaz, močan veter, vročinski val, strela, zemeljski plaz, skalni podor, poplava morja, puščavski pesek, pozeba, žled, tornado, napad kobilic, udor, vetrololom, drobirski tok in nevihtni piš. Viri so navedeni ob posameznih vnosih v podatkovno zbirko, ki obsega tudi kratke opise posameznih dogodkov. Zapisi o nekaterih odmevnejših pojavih lahko vsebujejo več virov. Kjer je mogoče, je podan dostop do spletne izdaje, sicer pa je naveden naslov prispevka ali naslov vira, številka ali leto izdaje.

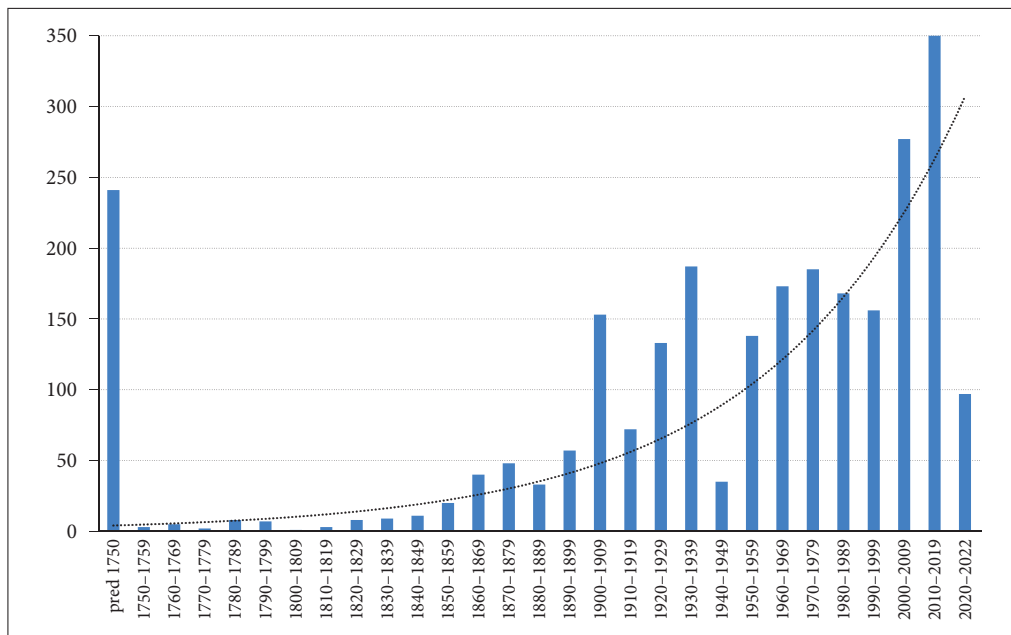
V nasprotju s prvotno digitalno podatkovno zbirko, ki je izgubljena in je najverjetneje vsebovala 21 kategorij podatkov (vrsta naravne nesreče, datum dogodka oziroma poročila, naslov članka, podnaslov, avtor, vir, leto, letnik, zvezek, številka, stran, kraj, prizadeta regija, prizadeti kraji, opis škode, vrednost škode, število mrtvih, poškodovani, prizadeti ter druge opombe in komentar) (Orožen Adamič 1989), vsebuje obstoječa digitalna podatkovna zbirka naslednje kategorije: identifikacijska številka dogodka, datum dogodka, lokacija dogodka, koordinate, regija, vrsta pojava, število žrtev, vir, opis in drugo.

Pri izdelavi smo zasledovali pravilo čim večje vključenosti pojavov, regij in virov. Podatkovna zbirka seveda ni popolna in vsebuje pomanjkljivosti, ki so posledica nedoslednih virov ali pomanjkljivih podatkov in nepopolnih opisov.

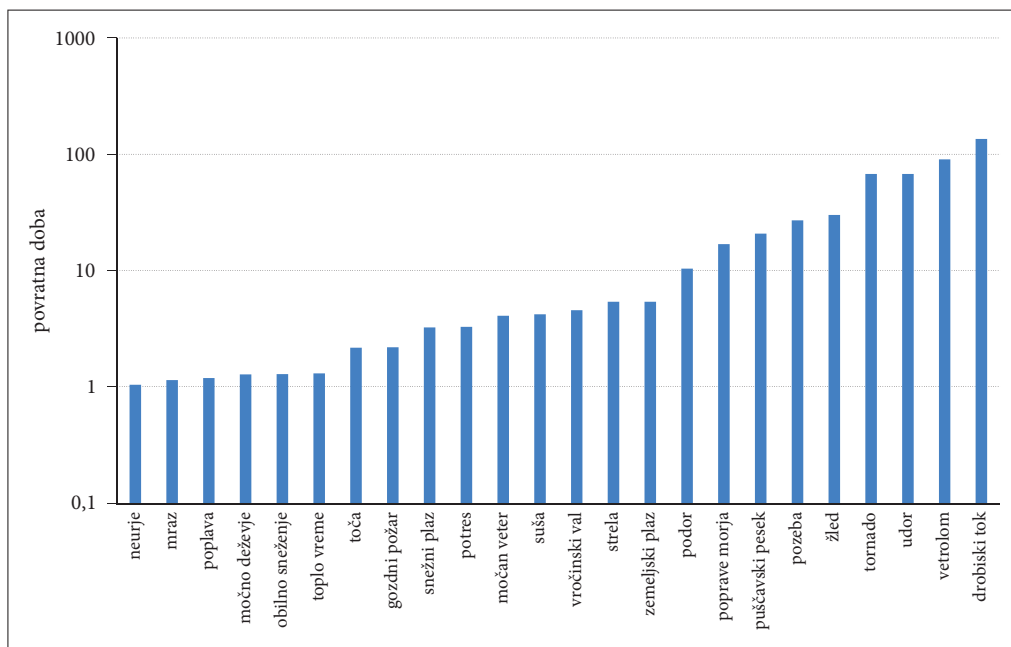
Bralcu se lahko zdi problematična razvrstitev pojavov. Številni pojavi so medsebojno povezani, a smo jih razlikovali zaradi boljšega prikaza stanja. Primer so kombinacije močno deževje in poplava ali neurje, strela in toča. Enako sta povezana vročinski val in toplo vreme, pri čemer je prvi mogoč samo poleti, (nadpovprečno) toplo vreme pa je lahko tudi pozimi. Ali pa močan veter in nevihtni piš, kjer smo slednjega ohranili zaradi tako izrecno opredeljenega, čeprav le enega pojava, ki je povzročil veliko škodo. Ob določenem dogodku smo se tudi arbitrarno odločili za vpis v eno od kategorij.

Opozoriti moramo tudi na dejstvo, da je navidezna pogostost pojavov višja v zadnjih desetletjih, kar je gotovo posledica večjega števila in dostopnosti virov v dobi interneta kot tudi večjih možnosti za nastanek škode zaradi več in vrednejšega premoženja (Gams 1983d; McBean 2004; Riebeek 2005; Zorn in Komac 2011).

Kljub navedenim pomanjkljivostim dajejo podatki razmeroma dober pregled v časovno razporeditev naravnih nesreč za obdobje po drugi svetovni vojni, nekaj manj natančno za zadnji dve stoletji in pol oziroma od leta 1750, za bolj oddaljene dobe pa so podatki zaradi občasnosti virov bolj informativni.



Slika 4: Število v podatkovno zbirko vključenih naravnih nesreč oziroma poročil o njih, prikazano po desetletjih (prvi stolpec prikazuje daljše, zadnji pa krajše obdobje).



Slika 5: Povratna doba naravnih nesreč v Sloveniji po letu 1750, ocenjena glede na število omemb, vključenih v atlas.

Sicer pa število poročil o naravnih nesrečah stalno narašča, od nekaj omemb sredi 19. stoletja, do 150 na začetku 20. stoletja in 350 na njegovem koncu, s hiatusoma v času svetovnih vojn in, manj razumljivo, upadom v obdobju med letoma 1980 in 2000, ter viškom po letu 2000 (slika 4).

Največ je poročil o neurjih, sledijo mraz, poplava, izjemne deževne padavine, toplo vreme in obilno sneženje (vsi nad 200 omemb). Nad sto omemb imajo toča, gozdni požari in potresi, nad 50 pa suša, snežni plaz, močan veter, vročinski val, strela in zemeljski plaz.

V obdobju pred 1750, kjer so viri občasni in manj zanesljivi, je največ, skoraj tretjina vseh poročil o suši (30,4%), petina o potresih (18,8%), nad desetino pa je še poročil o neurjih (14,6%), mrazu (12,3%), močnem deževju (11,0%) in skalnih podorih (10,3%).

Za obdobje po letu 1750, ko so podatki bolj konsistentni, smo izračunali povprečno letno število omemb posameznih pojavov. Na tej podlagi smo lahko ocenili pogostost omenjenih pojavov (slika 5). Izračun velja za večje pojave, ki so bili v določenem obdobju zabeleženi v pregledanih medijih. Povratno dobo med enim in tremi leti imajo neurje, mraz, poplava, močno deževje, obilno sneženje, toplo vreme, toča in gozdni požar. Povratno dobo med tremi in petimi leti imajo snežni plaz, potres, močan veter, suša in vročinski val. Povratno dobo med petimi in desetimi leti imata strela (ki je povzročila žrtve) in zemeljski plaz, med desetimi in dvajsetimi skalni podor in poplava morja, med 20- in 50-letno povratno dobo imajo pojav puščavskega peska, pozeba in žled, medtem ko se ostali pojavi, kot sta tornado in drobirski tok, pojavljajo manj pogosto oziroma jih v preteklosti niso zabeležili s tem imenom.

Podatke o številu žrtev (skupaj 338) smo zbrali za naslednje pojave: poplava, snežni plaz, strela, neurje, obilno sneženje, drobirski tok, zemeljski plaz, močan veter, mraz in skalni podor. Orožen Adamič (1989) je poročal o 344 žrtvah naravnih nesreč ob naslednjih pojavih: snežni plaz, potres, strela, poplava, neurje, vročina, burja, požar (povečini v stavbah) in zemeljski plaz. Ugotovil je, da je največ ljudi umrlo zaradi snežnih plazov marca, v poplavih največ maja, septembra in novembra, zaradi neurij junija in julija ter maja, zaradi strele od junija do avgusta, zaradi visokih temperatur junija in julija ter ob požarih zaradi strele junija in avgusta. V nasprotju z njegovo oceno (4,71 oziroma brez potresov 3,37 žrtev letno) je naša ocena števila žrtev za obdobje 1750–2022 bolj konservativna in je na ravni 1,2 letno. Po podatkih Sendaiskega okvirnega načrta (Sendai ... 2021) je letno število žrtev in pogrešanih zaradi nesreč v Sloveniji, preračunano na 100.000 prebivalcev, 1,08 žrtve (obdobje 2005–2019), kar je približno trikrat višje od povprečja Evropske unije, ki je 0,32 (Komac 2021; Sendai ... 2021).

3.1 Vremenski pojavi

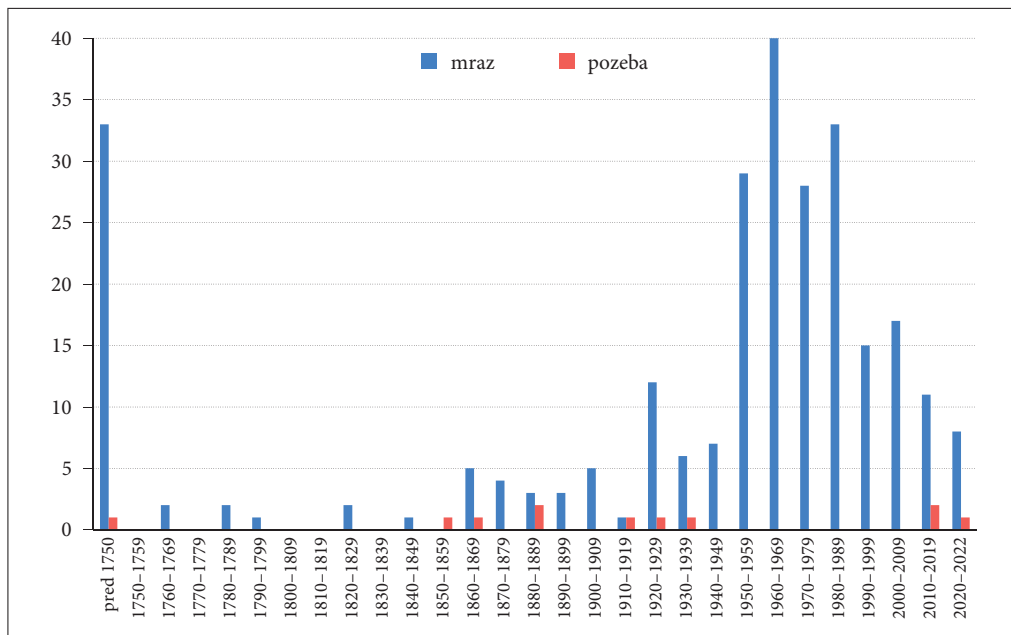
Z vremenom so povezani mraz in pozeba, toplo vreme in vročinski val, suša ter neurja s točo, strelo, obilnimi padavinami, močnim vetrom in nevihtnim pišem.

Glede **mraza** (268 omemb) v obdobju pred drugo svetovno vojno izstopajo dvajseta leta, po drugi svetovni vojni pa je bilo največ dogodkov v šestdesetih letih. Sledijo jim petdeseta, sedemdeseta in osemdeseta leta, ko je število zabeleženih dogodkov približno trikrat večje kot pred drugo svetovno vojno. Število dogodkov kljub večjemu številu virov upada od devetdesetih let dalje. Pred 1750 je zabeleženih 34 pojavov, kar je 12% vseh, prvi je iz leta 1324. Presenetljivo je **pozeba** redko omenjena (11), domnevamo, da so jo v preteklosti označevali z izrazom mraz (neobičajen za določen letni čas) (slika 6).

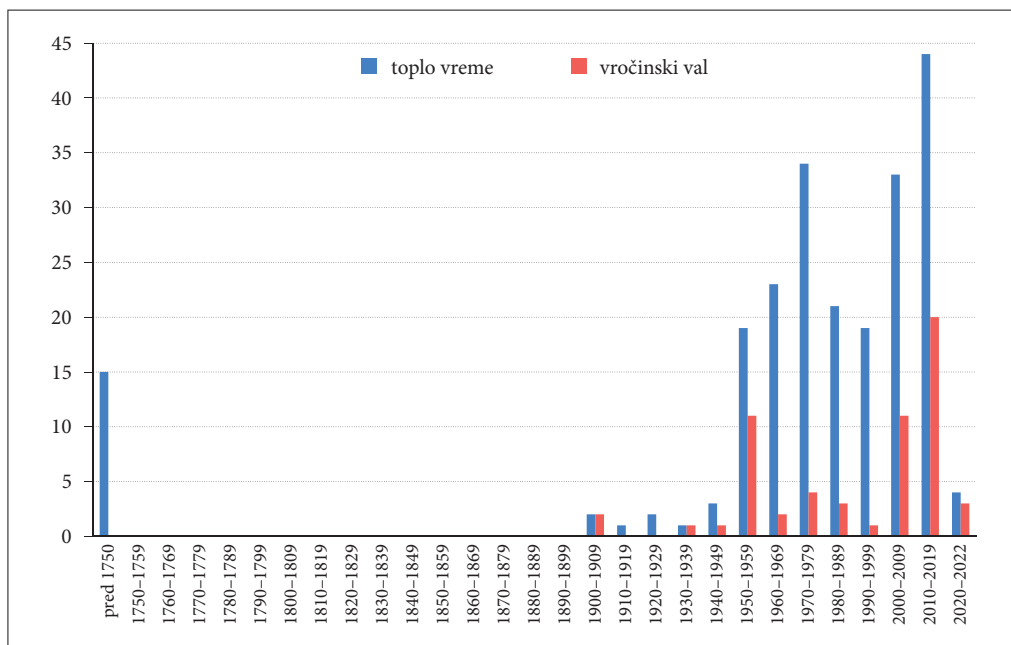
O **toplem vremenu** (221) poročajo od začetka, o **vročinskih valovih** (59) pa od tridesetih let 20. stoletja. Prvi višek se pojavi v sedemdesetih letih dvajsetega stoletja, ko je bilo skoraj 40 poročil, od preloma tisočletja pa je poročil več kot 60 letno. Iz obdobja pred 1750 je le 15 zapisov o toplem vremenu (slika 7).

O **suši** (92) je skoraj tretjina poročil iz obdobja pred 1750. Kasneje je izstopalo desetletje 1830–1839 in 20. stoletje, ko je bilo prvo desetletje očitno najbolj sušno (10 poročil), sledijo pa trideseta in šestdeseta leta ter obdobje po letu 2000 z okrog petimi poročili.

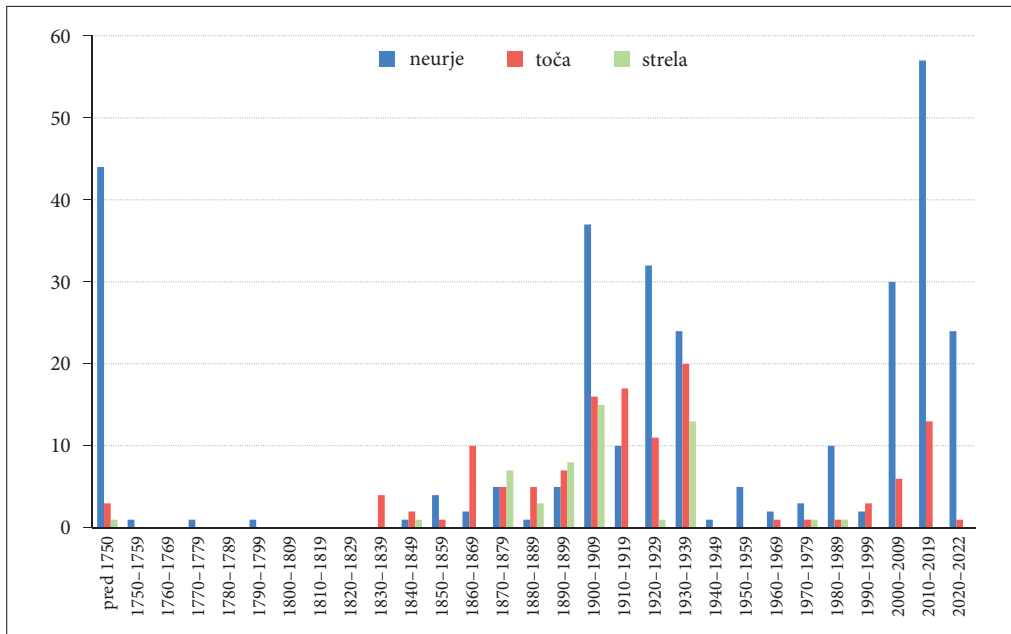
O **neurjih** (302) imamo iz obdobja pred 1750 prek 40 poročil, kasneje pa sta zanje značilna dva viška: obdobje prvih 30 let 20. stoletja in obdobje po letu 2000. Enako potrjujejo vsebinsko povezani podatki o **toči** (127) z viški na začetku in v tridesetih letih 20. stoletja in v sedemdesetih letih 19. stoletja,



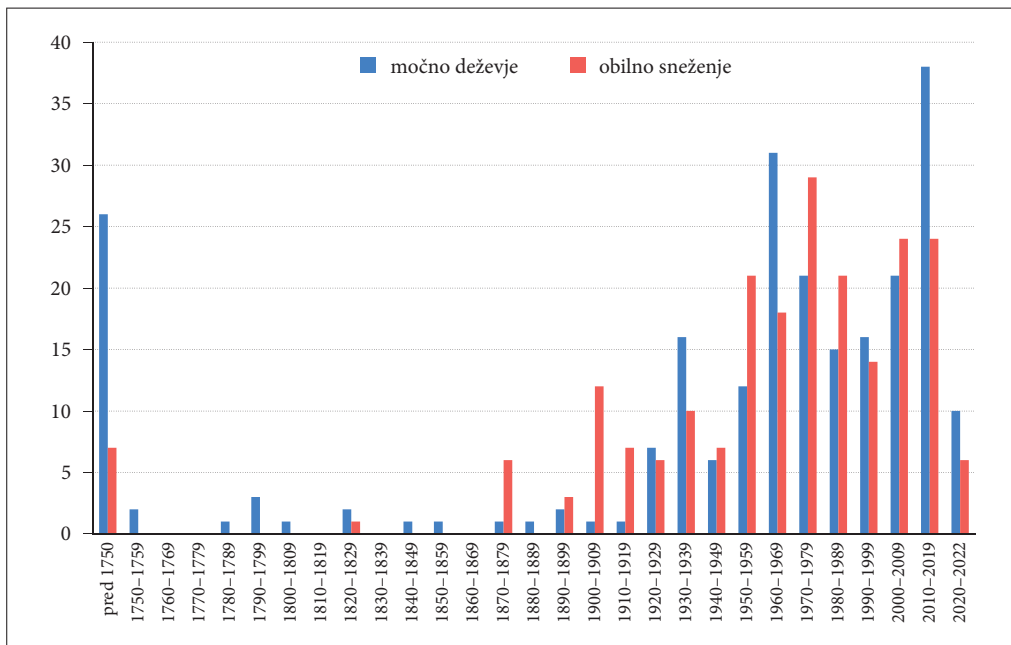
Slika 6: Pogostost omemb mraza in pozebe od sredine 18. stoletja, prikazana po desetletjih (prvo obdobje je daljše, zadnje pa krajše).



Slika 7: Pogostost omemb toplega vremena in vročinskega vala od sredine 18. stoletja, prikazana po desetletjih (prvo obdobje je daljše, zadnje pa krajše).



Slika 8: Pogostost omemb neurja, toče in strele od sredine 18. stoletja, prikazana po desetletjih (prvo obdobje je daljše, zadnje pa krajše).



Slika 9: Pogostost omemb močnega dežja in obilnega sneženja od sredine 18. stoletja, prikazana po desetletjih (prvo obdobje je daljše, zadnje pa krajše).

ter podatki o **streli** (51) z viški v enakih obdobjih (slika 8). Večina zgodovinskih omemb toče je povezana s škodo na kmetijskih pridelkih, pri streli pa gre najpogosteje za poročila o žrtvah.

Poročila o obilnih padavinah v podobi **močnega deževja** (237) in **obilnega sneženja** (216) izkazujejo trend naraščanja od začetka 20. stoletja. Močno deževje je imelo viške v tridesetih in sedemdesetih letih 20. stoletja ter po letu 2000, obilno sneženje pa je po naraščajočih viških 1870, 1900, 1960 doseglo absolutni višek v sedemdesetih letih 20. stoletja, nižjega pa po letu 2000 (slika 9).

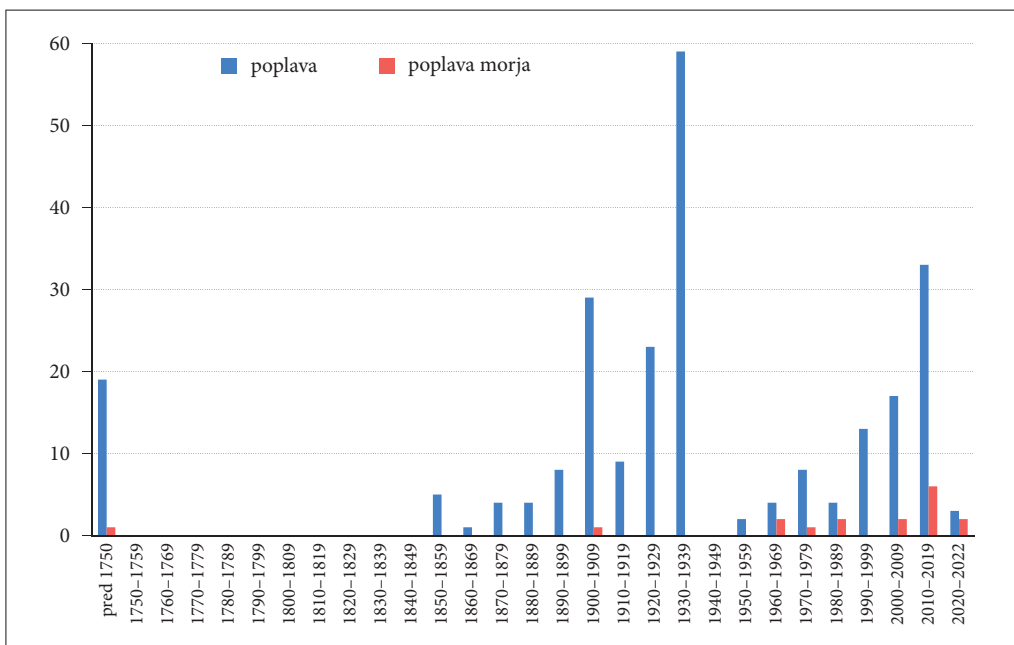
Poročila o **močnem vetru** (67) se začnejo po 1850, po pogostosti sledita obdobji tridesetih in osemdesetih let 20. stoletja. Izstopa obdobje po letu 2000. O **tornadu** (5) poročajo v obdobju pred 1750, od osemdesetih let 20. stoletja pa so bili štirje, podobno velja za **vetrolom** (3). Poročil o **žledu** je devet, in sicer v desetletjih po 1870, 1930, 1980 in 2010.

3.2 Hidrološki pojavi

O **poplavih** je 246 poročil, več je le poročil o neurjih in mrazu. Prva so iz sredine 19. stoletja, viški so v letih 1930–1939, 2010–2019 in 1900–1909. Manj podatkov je o **poplavih morja** (17), prve so zabeležene šele v prvem desetletju 20. stoletja, od šestdesetih let dalje pa njihovo število počasi narašča (z upadom v devetdesetih letih) do viška po letu 2000 (slika 10).

3.3 Geomorfni in seizmološki pojavi

Geomorfni pojavi, kot so **zemeljski plaz** (51), **skalni podor** (29) in **udor** (4) se omenjajo od šestdesetih let 19. stoletja. Pri zemeljskih plazovih sta dva izrazita viška, prvi v tridesetih letih 20. stoletja, drugi pa po letu 1980, ko so bile pogostejše tudi omembe skalnih podorov. Oba temeljito opisana **drobirska toka** sta nastala leta 2000 (slika 11). Prvo omembo **snežnih plazov** (84) imamo iz obdobja pred



Slika 10: Pogostost omemb poplav in poplav morja od sredine 18. stoletja, prikazana po desetletjih (prvo obdobje je daljše, zadnje pa krajše).

1750, potem pa se poročila začnejo po letu 1870, z viški v desetletjih po 1900, 1920 ter 1970 in najvišji 2000, nižka pa sta po letu 1960 in 1980 (slika 12). **Potresi** (101) so pogostejše kot drugi omenjeni pred letom 1750, ko je nastala petina poročil.

3.4 Gozdni požari in drugo

Poročila o **gozdnih požarih** (123) so povečini iz zadnjih desetletij. Poročila o njih so v preteklosti zelo redka, nekaj jih je na začetku 20. stoletja. Mediji so sicer več poročali o požarih v naseljih, ki niso zajeti v bazi. Iz zadnjih let je prikazanih sto največjih požarov na podlagi podatkov Zavoda za gozdo-ve Slovenije (Komac 2022).

Zadnji **napad kobilic** (4) je omenjen v sedemdesetih letih 18. stoletja, preostali pa so bili pred letom 1750. Poročila o **puščavskem pesku** (13) kot zanimivem meteorološkem in sedimentnem pojavu beležimo v zadnjem desetletju.

4 Lavinski atlas

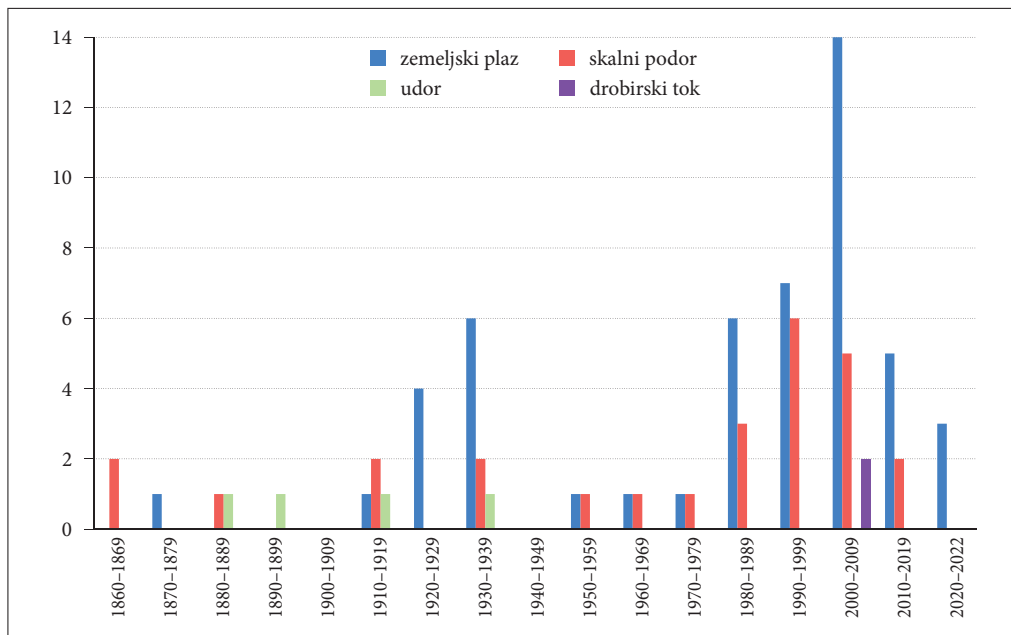
Lavinski atlas prinaša raznolike podatke o snežnih plazovih za Slovenijo. Obsega zemljevid lavinskih dogodkov, zemljevida modela območij proženja in modela območij odlaganja snežnih plazov ter nekatere s snegom povezane podnebne podatke Agencije Republike Slovenije za okolje. Podaja pregled, kje so že nastali in kje se lahko pojavijo snežni plazovi v odvisnosti od geografskih stalnic, kot je relief, geografskih spremenljivk, kot je rastlinstvo, in ob primernih snežnih in vremenskih razmerah. Prinaša podatke o prostorski razprostranjenosti in dimenzijah snežnih plazov, vključno s pričakovano debelino plazovine ter nekaj opisnimi podatki. Lavinski atlas prispeva k udejanjenju določbe Zakona o vodah (2002, 83. člen), ki pravi, da je treba opredeliti območja, ki so ogrožena zaradi snežnih plazov (plazovito območje).

4.1 Pretekli lavinski dogodki in plaznice

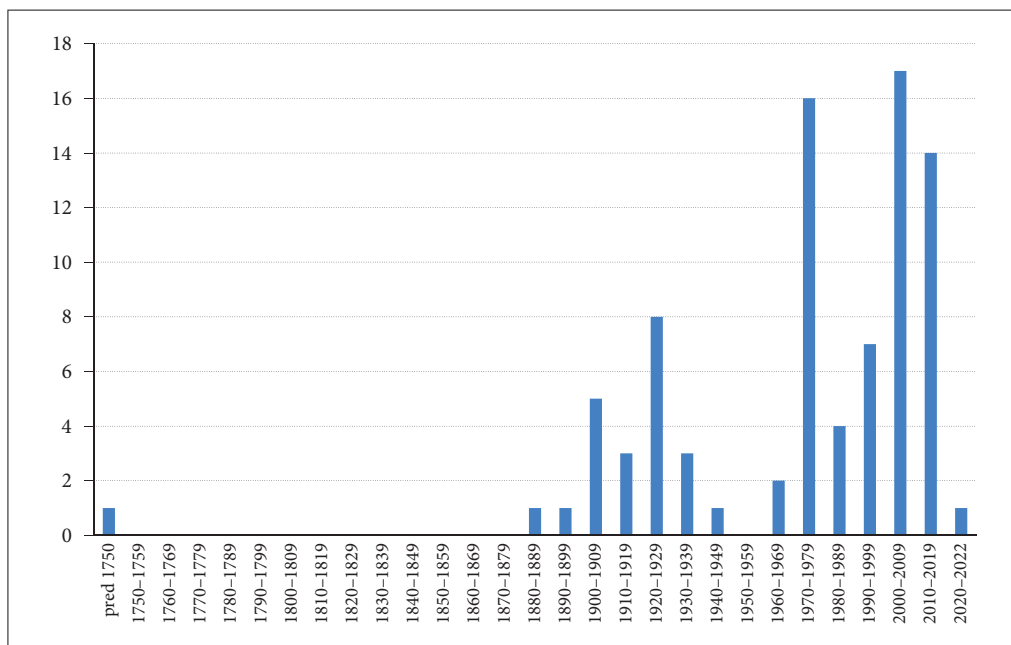
Lavinski atlas obsega podatke o preteklih lavinskih dogodkih. Tovrstne podatke smo na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU začeli zbirati že v petdesetih letih 20. stoletja, začenši s prvo kompleksno študijo o snežnih plazovih v Sloveniji po velikih plazovih v letih 1950 do 1954 (Gams 1955). Gams (1955; 1983b) je takrat objavil pregleden zemljevid snežnih plazov, ki so bili evidentirani v zimah 1950–1954 (številka 1 v legendi na sliki 13 spodaj). Kasneje je nekdanji Hidrometeorološki zavod Slovenije dobil nalogo izdelati kataster snežnih plazov. Po letu 1983 je najprej pod vodstvom Hidrometeorološkega zavoda in kasneje pod okriljem Podjetja za urejanje hudournikov začel nastajati **Lavinski kataster** oziroma kataster snežnih plazov (Bernot in Šegula 1983; Atlas okolja 2022). Plaznice so bile določene s pomočjo terenskega dela in pisnih virov ter zarisane na zemljevid v merilu 1 : 10.000 (Pavšek 2002).

Kataster še zdaleč ni pokrival vseh lavinskih območij, poleg tega je odtlej prišlo do številnih pokrajinskih sprememb, kot je zaraščanje. Zato smo na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU kataster stalno posodabljali in dopolnjevali, ga temeljito prenovili, nadgradili ter dopolnili z dodatnimi in novimi vsebinami ter ga tudi razširili (Volk Bahun 2020). Vsebinska prenova je obsegala dopolnitve, kot so razmerja plazov do poseljenih območij, podatki o višini rasti, vplivnih reliefnih dejavnikov, območja proženja, plazovni modeli in podobno (med drugimi Pavšek in Velkavrh 2005; Volk Bahun 2010; Pavšek s sodelavci 2013; Volk Bahun, Zorn in Pavšek 2018; Crossrisk 2022; Volk Bahun, Hrvatin in Komac 2022).

Lavinski atlas je konec leta 2022 obsegal 1968 plaznic in skupaj okrog 85.500 različnih podatkov o snežnih plazovih. Plaznice skupaj merijo 15.704 ha (157 km²), kar je 0,77 % državnega ozemlja Slovenije. Pavšek (2002) navaja skupno površino plazov (izvornega) Lavinskega katastra 134,1 km², kar je 0,66 % površine Slovenije. Podatki v Lavinskem atlasu po površini plazov presegajo izvorni Lavinski kataster



Slika 11: Pogostost omemb zemeljskih plazov, skalnih podorov, udorov in drobirskih tokov od sredine 19. stoletja, prikazana po desetletjih (prvo obdobje je daljše, zadnje pa krajše).

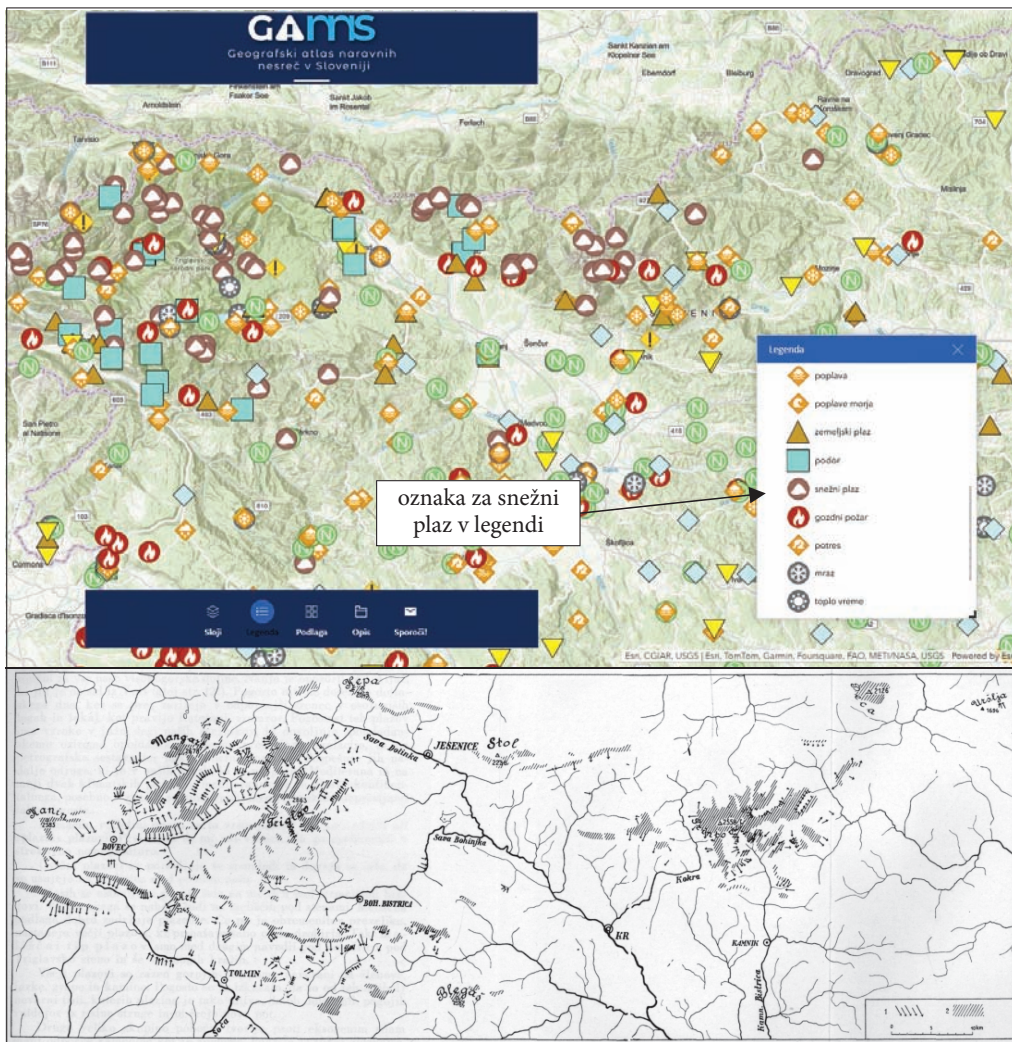


Slika 12: Pogostost omemb snežnih plazov od sredine 18. stoletja, prikazana po desetletjih (prvo obdobje je daljše, zadnje pa krajše).

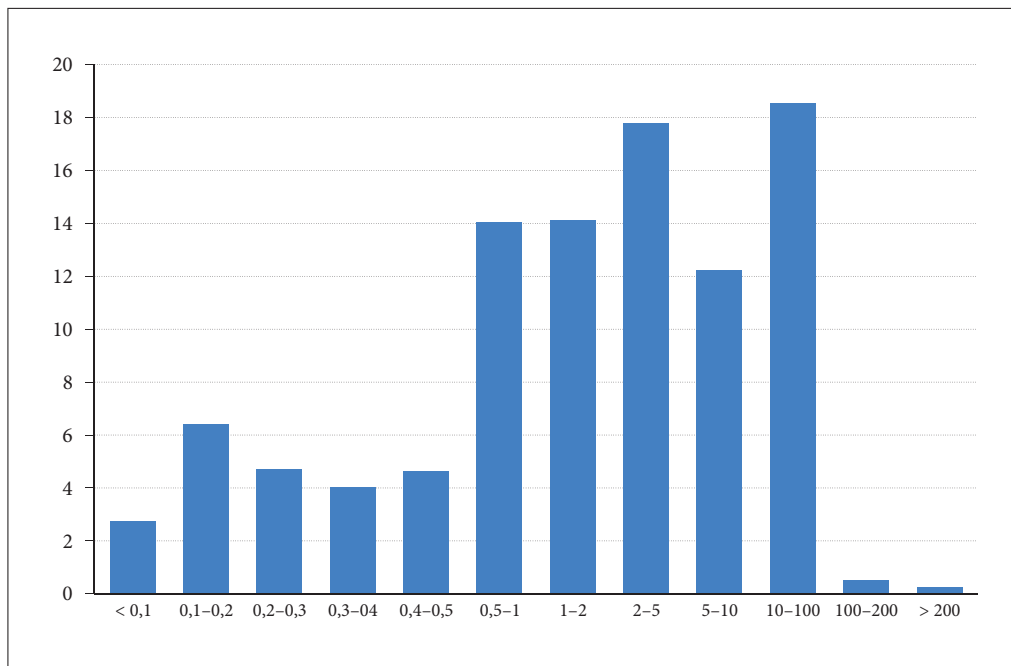
za faktor 1,17, po številu plaznic pa za 1,57. Lavinski atlas obsega tudi območja, kot so Karavanke in vzhodni del Kamniško-Savinjskih Alp, ki jih Lavinski kataster ni pokril (preglednica 3). Nekateri podatkovni sloji, kot je prikaz območij proženja, pa so bili izračunani za celotno ozemlje Slovenije oziroma tudi vzpete predalpske pokrajine.

4.1.1 Plaznice in izbrane naravne prvine

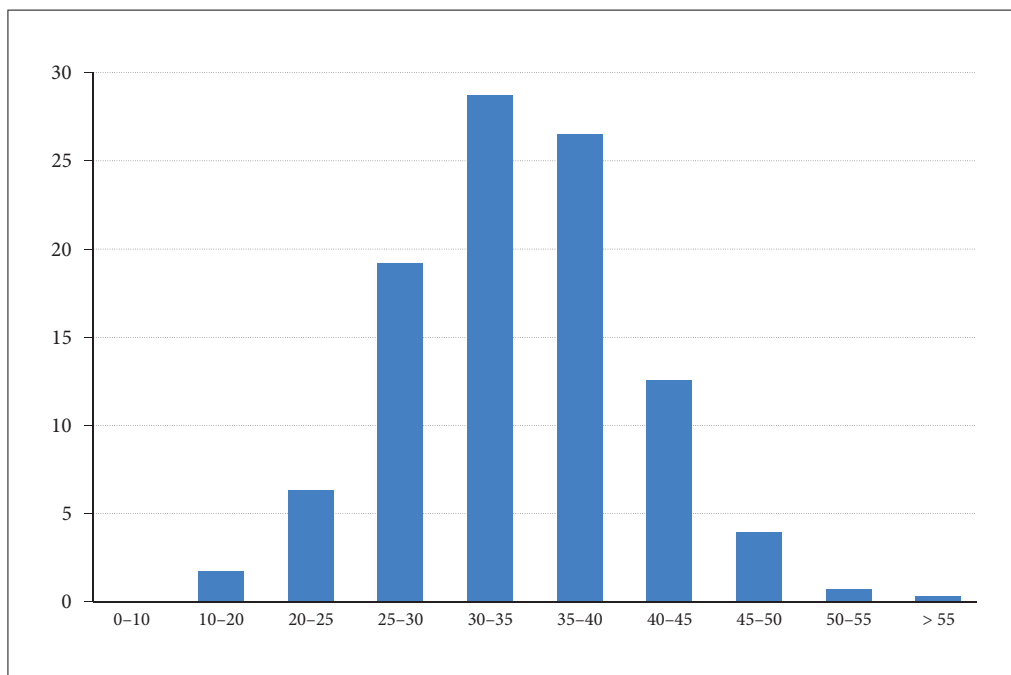
Več kot tretjina (36,5 %) plaznic je manjša od enega hektara, 14 % jih meri med 1 in 2 ha, slaba petina pa med 2 in 5 ha. Skoraj tretjina (31,6 %) plaznic meri več kot 5 ha, od tega slaba petina (18,6 %)



Slika 13: Med zgodovinskimi dogodki so v Geografskem atlasu naravnih nesreč v Sloveniji prikazani tudi snežni plazovi (zgoraj; vir podlage: OpenStreetMap). Prve plaznice je v zimah 1950–1954 zabeležil Ivan Gams (1955, priloga 4; 1983b, 76).



Slika 14: Delež snežnih plazov v Lavinskem atlasu glede na velikost plaznice (v hektarih).



Slika 15: Delež snežnih plazov v Lavinskem atlasu glede na povprečni naklon plaznice (v stopinjah).

med 10 in 100 ha (slika 14). Vpliv velikih plazov, ki so pogosti zlasti na dolgih pobočjih posoškega dela Julijskih Alp, se kaže v tem, da je povprečna velikost plazov kar 8,0 ha, mediana pa je pri 1,92 ha (Komac s sodelavci 2021; Komac in Zorn 2023).

Večina, 87 % plaznic je med 25° in 45° **naklona** (slika 15). Pod 25° jih je 8,0 %, nad 45° pa 5,0 %. Največ plaznic je v naklonskem razredu med 30° in 35° (28,7 %) in med 35° in 40° (26,5 %). Tako je povprečni naklon 34,0° (mediana 33,9°), minimalni 11,0°, maksimalni pa 58,5°. Nad 50° je 20 plaznic (1,02 %), zato lahko ta naklon za Slovenijo vzamemo kot zgornjo mejo, nad katero se sneg bolj osipa kot plazi (primerjaj Christen, Bartelt in Gruber 2005; Kappes s sodelavci 2012). Za izračun je bil uporabljen digitalni model višin z ločljivostjo 10 m.

Glede na **rabo zemljišč** je na prvi pogled presenetljivo, da več kot polovico plaznic (54,1 %) porašča gozd, sledijo travniki s 23,3 % ter gola zemljišča in ruševje s po desetino. Območja z ruševjem so verjetno podcenjena, saj plaznice niso bile določene za številna visokogorska območja. S tem je povežana povprečna višina rastle na plaznicah, ki je kar 7,20 m. Povprečna minimalna vrednost višine rastle na plaznicah je 0,31 m, maksimalna pa 27,36 m (Kobler 2016). Glede na **kamninsko sestavo** prevladujejo: apnenec (40,2 %), dolomit (21,7 %), karbonatno-klastične kamnine (13,7 %) ter grušč in til (10,6 %).

4.1.2 Snežni plazovi po pokrajinah

Lavinski atlas omogoča pregled lavinske nevarnosti za vse slovenske vzpete pokrajine. V **alpskih pokrajinah** so lavinsko najbolj izpostavljeni najvišji, neporasli deli z naklonom pod 50°, vendar lahko veliki snežni plazovi po grapah in žlebovih dosežejo tudi dno dolin. Plazovi na tem območju ogrožajo predvsem planinske kočice, prometnice in turistično infrastrukturo. Primer je porušitev koč na Doliču (1951, 2009) in v dolini Vrat (1904, 1952) ter Tičarjevega doma pod Mojstrovko (1951, 1975), plaz je dosegel tudi kočico pri izviru Soče (Gams 1983b) ter uničil postajo C na Kaninskem smučišču (Bernot 1983). Snežni plazovi imajo tudi pozitivne učinke, med drugim so pomembni za obstanek snežišč in ledenikov (Gabrovec s sodelavci 2014).

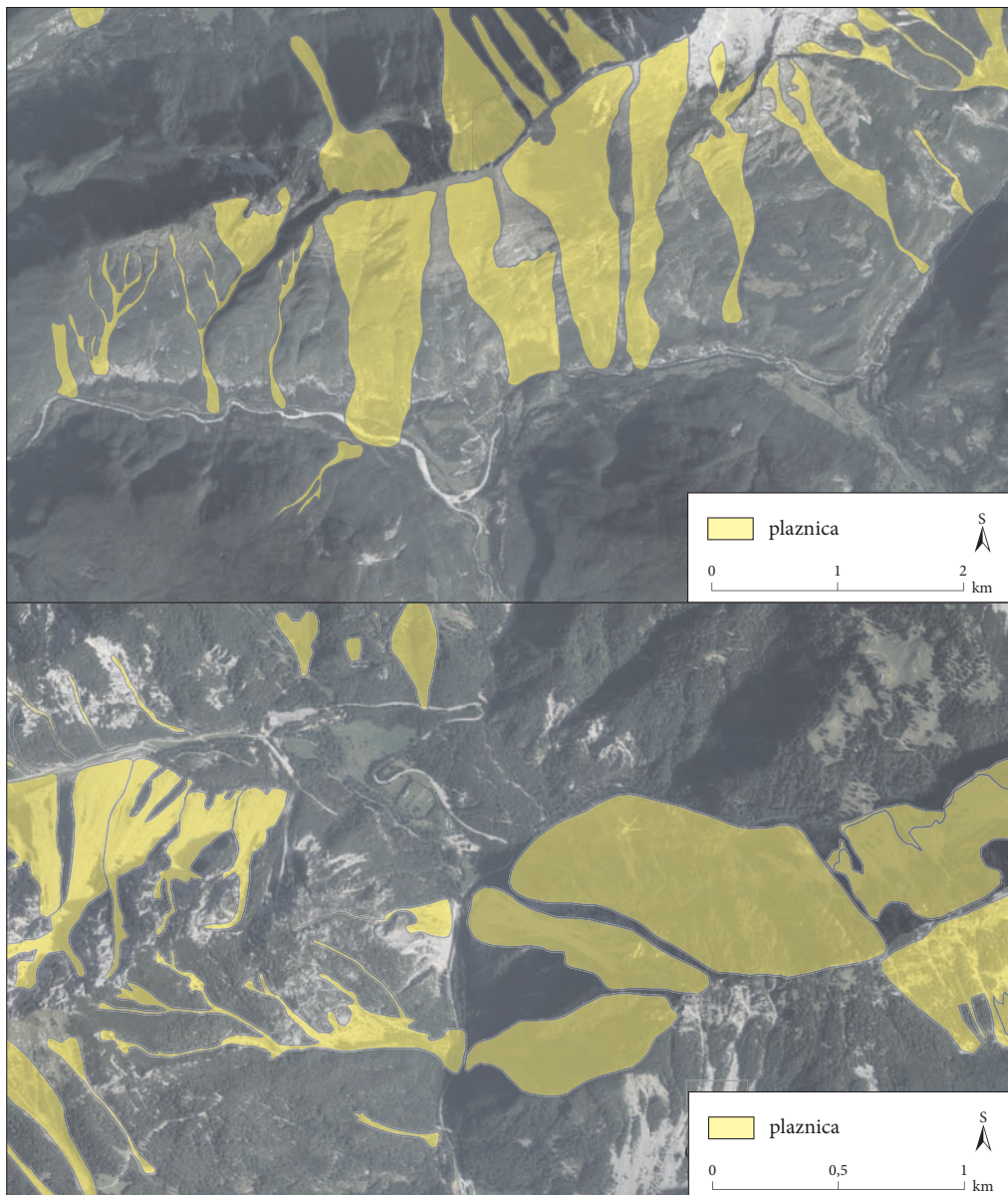
Po Gamsu (1983b) in Pavšku (2002) je v Julijskih Alpah najbolj ogroženo Bovško s strmimi visokimi pobočji, visoko količino padavin in poseljenimi visokogorskimi dolinami. Snežni plazovi ogrožajo cesto med Bovcem in Predelom (nazadnje so se obsežneje sprožili januarja 2021; Komac in Zorn 2023), na štirih odsekih ceste v dolini Učje ter cesto Bovec–Vrščič pri Lepeni (slika 17), in sicer pri vasi Soča, kjer je plaz 2. maja 1983 in konec januarja 2021 dosegel Velika korita, v Trenti pod Markovim mostom, pod izvirov Soče in na samem prelazu (Komac s sodelavci 2021). Plazovi so v preteklosti dosegli dno Bovške kotline pod Rombonom. Pod Kobaridom so ogrožali cesto na severni strani Kolovrata, prizadeli pa naselja ob vzhodni južnih pobočij Stola. Ogrožena so južna pobočja Krnskega pogorja (planina Krn, nazadnje leta 2006) in pod Mrzlim vrhom. V preteklosti so bile ogrožene tudi vasi Grant, Nemški Rut in zlasti Stržišče. Na savski strani Julijskih Alp dolinska dna niso poseljena, plazovi pa ogrožajo doline Planica, Vrata in Krma, kjer prevladuje sezonska, turistična raba. V dolini Save Bohinjke v obilnih snežnih razmerah cesto ogroža pet plazov, eden pa bohinjsko železnico (oznaka 3 na sliki 16). Med Hrušico in Vrbo so snežni plazovi dosegli avtocesto (oznaka 2 na sliki 16).

V Karavankah so plazoviti strmi grebeni in slemena, na primer Begunjščica (Volk Bahun in Zorn 2020). Plazovi z obeh strani ogrožajo cesto na Ljubelj (slika 17) – zato so med Begunjščico in Košuto zgradili našo edino, a prekratko protilavinsko cestno zaščito v obliki predora (oznaka 1 na sliki 16). Ogrožena je cesta po Dovžanovi soteski, kjer so plazovi celo poimenovani: Plaz nad tunelom, Plaz na

Slika 16: Zemljevid lavinsko ogroženih prometnic ter varovalni objekti (1: galerija na Ljubelju, 2: zaščitne mreže nad avtocesto pri Jesenicah, 3: lavinska galerija nad železniško progo Jesenice–Bohinjska Bistrica, 4: sistem Gaz-ex na Kaninu, 5: zaščitne mreže na cesti Železniki–Soriška planina, 6: zaščitni mostovi v Spodnji Idriji) (Volk Bahun 2020, 13). ► str. 141

serpentini, Lenartov plaz. Predvsem je na tem območju ogrožena pogosto obiskana Zelenica, prav tako cesta med Preddvorom in Jezerskim (Volk Bahun 2020).

V Kamniško-Savinjskih Alpah so ogrožena dolinska dna, o čemer pričajo plazovi leta 2006, ko so dosegli Logarsko dolino, zatrep Kamniške Bistrice in Ravensko kočno, kjer je bila poškodovana tovarna žičnica (Pavšek 2006). Ob tem velja poudariti, da obsežna območja na vzhodu Kamniško-Savinjskih



Slika 17: Ob visoki snežni odeji snežni plazovi na več mestih ogrožajo državni cesti Bovec–Vršič (zgoraj) in Tržič–Ljubelj (spodaj; vir podlage: Geodetska uprava Republike Slovenije 2023).

Alp niso bila popisana v Lavinskem katastru (Volk Bahun, Hrvatini in Komac 2022).

V **alpskih hribovjih** je zaradi prevlade gozda in krajših pobočij plazovitost manjša, tako da neporasla ovršja in krčevine omogočajo le nastanek manjših snežnih plazov. V Zgornji Savinjski dolini so plazovi ob obilni snežni odeji pri Igli ter med Lučami in Solčavo, v Mežiški dolini cesto ogroža snežni plaz pod golimi pobočji med Žerjavom in Črno, ob Paki pa v Hudi luknji.

V Idrijsko-Cerkljanskem hribovju so snežni plazovi v preteklosti ogrožali ceste pod strmimi, neporaslimi pobočji, kakršna je v dolini Zale pod Godovičem, kot tudi v okolici Želina in Slapa ob Idrijci. Manjši plazovi tam lahko nastanejo na številnih krčevinah. Podobni plazovi lahko ob visoki snežni odeji nastanejo na območju Rovt ter na cestah proti Žirem in Logatcu. Kar dvajset plazov je bilo zabeleženih na cesti med Železniki in Petrovim Brdom ter na cesti v Davčo.

V Polhograjskem hribovju so snežni plazovi ogrožali območja ozkih dolin nad Dvorom, kakršen je Mačkov graben, ki je zaradi strmih dolomitnih travnatih območij tudi erozijsko ogrožen (Komac 2006). Na vzhodu Slovenije so snežni plazovi redki, ne povzročajo škode in le redko žrtve, kot je bil primer v Halozah (Pavšek 2002).

Proti snežnim plazovom so zavarovali železnico pri železniški postaji Kočna v Podkočni in v Soteski v dolini Save Bohinjke ter na dveh mestih v Baški grapi. Snežni plazovi ogrožajo tudi železnico in cesto v dolini Save med Savo in Zidanim Mostom.

Na večini omenjenih »stikov« med infrastrukturo in snežnimi plazovi se je lavinska nevarnost v zadnjih desetletjih zmanjšala zaradi časovno krajše in manj obilne snežne odeje, predvsem pa zaradi širjenja gozda, ki ima veliko varovalno vlogo zlasti na krajših pobočjih. Se je pa zaradi pogostejšega prometa in obiskovanja odročnih območij povečala ranljivost.

V tem pogledu sta pomembna podatka Lavinskega atlasa o oddaljenosti od antropogenih objektov. Lavinski atlas obsega podatke o oddaljenosti od stavb in prometnic, kot so občinske in državne ceste (glej primera na sliki 17), gozdne ceste in planinske poti. Kar dobra tretjina (37,1 %) plaznic je v oddaljenosti do 100 m od stavb, četrtnina (24,9 %) pa v oddaljenosti med 200 in 500 m. Polovica (49,8 %) plaznic je v največ stometrski oddaljenosti od občinskih in državnih cest. Te so v vzpetih pokrajinah na splošno dokaj ogrožene zaradi snežnih plazov, saj pogosto celo prečkajo plaznice – v razdalji do 10 m je kar 783 ali 39,8 % plaznic. Dejanska ogroženost uporabnikov in upravljavcev cest je dejansko večja zaradi nizke stopnje zavedanja nevarnosti (Komac s sodelavci 2021).

4.2 Lavinska nevarnost

Drugi del Lavinskega atlasa predstavlja zemljevid, ki prikazuje modelirano lavinsko nevarnost. Ta obsega model **verjetnosti proženja snežnih plazov**. Za njegovo pripravo smo uporabili tri podatkovne sloje, in sicer Lavinski kataster (Volk Bahun 2020), lidarski digitalni model reliefa z ločljivostjo 0,5 m (DMR ... 2021) in digitalni model krošenj z ločljivostjo 1 m (Kobler 2016). Za obdelavo in izračune smo uporabili programska orodja *ArcGIS Desktop* (različica 10.8.1) in *SAGA* (različica 8.2.0), podatke pa smo prevzorcili na ločljivost 2 m. Najprej smo določili območja proženja snežnih plazov in za izračune uporabili zgornjo tretjino plaznic. Nato smo izbrali morfometrične kazalnike: naklon in hrapavost površja, vetrno izpostavljenost, topografski pozicijski indeks in višino rastja. Na temelju podatkov o aritmetični sredini in standardnem odklonu smo vsak kazalnik razdelili na pet razredov, vsakemu razredu pa pripisali oceno lavinske nevarnosti. Rezultati prikazujejo območja, ki so v določenih meteoroloških okoliščinah občasno, glede na značilnosti reliefa pa stalno potencialno nevarna za nastanek oziroma proženje snežnih plazov. Rezultati se za območja, ki jih pokriva Lavinski kataster, v dobršni meri pokrivajo s podatki o lokacijah znanih snežnih plazov (Volk Bahun, Hrvatini in Komac 2022).

Lavinski atlas obsega tudi prikaz podatkovnega sloja modelirane **debeline plazovine** ter **dosega** posameznih **snežnih plazov**. Modeliranje je potekalo s pomočjo programskega orodja *RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation)*; Christen, Kowalski in Bartelt 2010). Plazove smo modelirali na podlagi predhodno določenih gorskih grebenov. Grebene smo digitalizirali ročno na območjih, za katera smo na temelju

Lavinskega katastra in modela verjetnosti proženja snežnih plazov oziroma značilnosti reliefa domnevali, da se tam pojavljajo snežni plazovi. Digitaliziranim potekom grebenov smo nato zarisali 20 m pas na vse strani grebena in tako pridobili okvirno območje proženja snežnih plazov. V orodju RAMMS smo nato določili, da se na teh območjih sproži 0,5 m snega srednje gostote 300 kg/m³. Orodje je na podlagi digitalnega modela višin z natančnostjo 5 m in sloja rabe zemljišč oziroma gozda izračunalo območje premikanja plazov in odlaganja plazovine ter njeno debelino. Izbrali smo podatke za povratno dobo 100 let, rezultate na spletu pa prikazali v največjem merilu 1 : 10.000.

V Lavinskem katastru zabeleženi snežni plazovi obsegajo 157 km², modelirani pa zaradi ploskovne zasnove prikazujejo večje območje (561 km²), kar kaže tudi na to, kje Lavinski kataster ni popoln (preglednica 3). Tudi model ima omejitve, saj ne prikazuje snežnih plazov, ki se sprožijo na pobočjih nižje pod grebeni, kot tudi ne snežnih plazov, ki se sprožijo v gozdu. Okrog 44 % ozemlja (252 km²), ki je po modelu plazovito, leži na območjih z akumulirano višino plazovine pod 10 cm. Dobra polovica plazovitih območij (53 %; 296 km²) obsega akumulacije med 10 in 100 cm, na okrog dva odstotka površin (13 km²) pa se akumulira nad 1 m plazovine.

Preglednica 3: Površina plazovitih območij po Lavinskem katastru in modelu snežnih plazov ter delež glede na površino pokrajine.

	Julijske Alpe	Cerkljansko, Škofjeloško, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje	Zahodne Karavanke	Kamniško-Savinjske Alpe	Vzhodne Karavanke	Velenjsko in Konjiško hribovje	Posavsko hribovje	Idrijsko hribovje	ostale pokrajine	skupaj
površina plaznic v katastru (km ²)	111,53	5,35	20,18	15,31	1,25	0,00	0,33	2,58	0,46	156,98
delež plaznic v katastru glede na površino pokrajine (%)	7,23	0,55	6,09	1,72	0,42	0,00	0,02	1,08	0,16	2,43
površina plazov po modelu (km ²)	289,7211	45,87	80,31	118,7391	25,6785	0,094	0,2649	0,0442	0,30	561,02
delež plaznic v modelu glede na površino pokrajine (%)	18,79	4,69	24,25	13,36	8,57	0,04	0,01	0,02	0,04	8,72

5 Sklep

Prispevek prinaša opis Geografskega atlasa naravnih nesreč v Sloveniji. To je kompleksna podatkovna zbirka, ki je urejena v geografskem informacijskem sistemu in prikazana kot spletni atlas s pomočjo strežnika *Geoserver* in spletnega orodja *ESRI ArcGIS Online*. Vsebuje podatke o zgodovinskih naravnih nesrečah na ozemlju Slovenije, zemljevide nevarnosti za več naravnih nevarnosti, s posebnim poudarkom na nevarnosti snežnih plazov (*Lavinski atlas*), ter podatke o škodi zaradi naravnih nesreč.

Podatkovna zbirka v celoti obsega približno 5000 enot in nekaj več kot 100.000 podatkov, od katerih so relevantni prikazani v spletnem pregledovalniku.

Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji je ena redkih tovrstnih zbirk. Po svetu je nekaj pomembnih spletnih atlasov, ki prikazujejo naravne nesreče po državah, malo pa je zbirk in prikazov, ki bi tako kompleksno in za tako dolgo obdobje prikazale razmere za ozemlje neke države.

Prispevek prinaša tudi analizo podatkovne zbirke o zgodovinskih naravnih nesrečah, iz katere izhaja, da so v Sloveniji najpogostejši neurja, mraz, poplave in izjemne dežne padavine. Ocenili smo tudi število žrtev (1,2 letno) in podali okvirne podatke o pogostosti pojavov vključenih v podatkovno zbirko.

V sklopu Lavinski atlas je bilo konec leta 2022 prikazanih 1986 plaznic. Poleg lokacije so prikazani temeljni podatki kot naklon plaznice, oddaljenost od infrastrukture in debelina plazovine, saj je namen Lavinskega atlasa izboljšanje upravljanja naravnih nesreč na področju snežnih plazov. Plaznice pokrivajo 157 km² ali 0,77 % državnega ozemlja.

Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji je pomemben za izboljšanje poznavanja in ozaveščanja o naravnih nesrečah ter je lahko temelj za upravljanje s prostorom. Atlas je prosto dostopen na spletnem naslovu: <https://ganns.zrc-sazu.si>.

Zahvala: Atlas je nastal na Oddelku za naravne nesreče Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU v okviru raziskovalnega projekta Upravljanje lavinske nevarnosti s pomočjo klasifikacije reliefa (J6-2591; 1. 9. 2020–31. 8. 2023; vodja: Blaž Komac), temelji pa na delu in podatkih, ki so bili zbrani v okviru preteklih projektov CapHaz-Net (Izboljšanje razmerja med družbo in naravnimi nesrečami: prožnejši družbi naproti; 2009–2012; vodja: Blaž Komac), Vpliv novih podnebnih razmer na snežne plazove v Sloveniji (J6-4627; 1. 10. 2022–30. 9. 2025; vodja: Blaž Komac), Prožnost alpskih pokrajin z vidika naravnih nesreč (J6-6853; 1. 10. 2014–30. 9. 2017; vodja: Blaž Komac) in Povečanje učinkovitosti in aplikativnosti preučevanja naravnih nesreč s sodobnimi metodami (L6-4048; 1. 7. 2011–30. 6. 2014; vodja: Matija Zorn), projektov Interreg (Naravne nesreče brez meja – NH-WH in Crossrisk) ter raziskovalnih programov Regionalna geografija Slovenije (P0-0515-0618; 1. 1. 1999–31. 12. 2003) in Geografija Slovenije (P6-0101; 2003–2027) ter raziskav oziroma arhiva Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU iz obdobja pred letom 1999.

Avtorji se za sodelovanje pri nastanku Atlasa zahvaljujemo mag. Mihi Pavšku (vzpostavitev Lavinskega katastra, pregled arhivskih virov o naravnih nesrečah), dr. Primožu Pipanu (pregled arhivskih virov o naravnih nesrečah), dr. Juretu Tičarju (prostorski izračuni) in dr. Maji Topole (pregled arhivskih virov o naravnih nesrečah).

6 Viri in literatura

- A Walk through DRR History: The early experiences and works of the disaster risk reduction pioneers. UNDDR. Medmrežje: https://www.preventionweb.net/walk-through-history-disaster-risk-reduction#early_engagement (11. 8. 2023).
- Atlas of Natural Hazards and Risk in Georgia. Tbilisi, 2012. Medmrežje: <http://drm.cenn.org/index.php/en/background-information/paper-atlas> (23. 1. 2023).
- Atlas okolja, 2023. Medmrežje: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (18. 1. 2023).
- Banovec Juroš, K. 2020: Sendajski monitoring; spletni poročevalski sistem za merjenje implementacije Sendajskega okvira za zmanjšanje tveganj nesreč 2015–2030. Domači odzivi na globalne izzive, Naravne nesreče 5. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/NN0502>
- Bernot, F. 1983: Opozorjanje pred snežnimi plazovi in kataster snežnih plazov. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Ljubljana.

- Bernot, F., Šegula, P. 1983: Preliminarno poročilo o delu na katastru snežnih plazov na ozemlju SR Slovenije. Hidrometeorološki zavod SRS, Služba za sneg in plazove. Ljubljana.
- Canterbury Maps. Medmrežje: <https://canterburymaps.govt.nz/> (27. 1. 2023).
- Christen, M., Bartelt, P., Gruber, U. 2005: Numerical calculation of snow avalanche runout distances. International Conference on Computing in Civil Engineering 2005. Reston.
- Christen, M., Kowalski, J., Bartelt, P. 2010: RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology 63, 1-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2010.04.005>
- CRED – Centre for research on the epidemiology of disasters. CRED. Bruselj. Medmrežje: <https://www.cred.be> (23. 1. 2023).
- Crossrisk: Vremenske razmere in napoved, 2022. Medmrežje: <https://www.crossrisk.eu/sl/weather> (20. 1. 2023).
- Darhmouth Flood Observatory: Global active archive of large flood events, 1985-present. University of Colorado, 2023. Medmrežje: <https://floodobservatory.colorado.edu/Archives/index.html> (23. 1. 2023).
- Data on natural disasters since 1980: Munich Re's NatCatSERVICE. München, 2023. Medmrežje: <https://www.munichre.com/en/solutions/reinsurance-property-casualty/natcatservice.html> (23. 1. 2023).
- DMR Slovenije za ArcGIS Desktop/PRO. GDi d.o.o. Ljubljana, 2021.
- EM-DAT – The international disaster database. Bruselj. Medmrežje: <https://www.emdat.be> (23. 1. 2023).
- Frantar, P. 2021: Poplave po svetu leta 2020. Ujma 34-35.
- Gabrovec, M., Hrvatin, M., Komac, B., Ortar, J., Pavšek, M., Topole, M., Triglav Čekada, M., Zorn, M. 2014: Triglavski ledenik. Geografija Slovenije 30. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789610503644>
- Gams, I. 1955: Snežni plazovi v Sloveniji. Geografski zbornik 3.
- Gams, I. 1981: Poplave na Planinskem polju. Geografski zbornik 20.
- Gams, I. (ur.) 1983a: Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/NaravneNesrece1983>
- Gams, I. 1983b: Ogroženost zaradi snežnih plazov. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/NaravneNesrece1983>
- Gams, I. 1983c: O razsežnosti in potrebnosti raziskovanja naravnih nesreč v Jugoslaviji. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Ljubljana.
- Gams, I. 1983d: Naravne nesreče v Sloveniji v pregledu. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Ljubljana.
- Gams, I. 1987: Reviji na pot. Ujma 1.
- Gams, I. 1994: Varstvo pred nesrečami in mednarodno sodelovanje. Ujma 8.
- Gams, I. 1998: O napovedani podnebni spremembi in njenem vplivu na naravne nesreče v Sloveniji. Ujma 12.
- Gams, I. 2002: Poduk preteklih nesreč. Delo 44-299, Znanost, 30. 12. 2002.
- Gams, I. 2009: Trmasto pozabljam o na preventivo. Delo 51-47, Znanost, 26. 2. 2009.
- GAR Atlas – Risk Data Platform. UNDRR. Medmrežje: <https://risk.preventionweb.net/> (23. 1. 2023).
- Global Earthquake Model. Pavia, 2023. Medmrežje: <https://www.globalquakemodel.org> (23. 1. 2023).
- Global Risk Data Platform. Medmrežje: <https://wesr.unepgrid.ch/?project=MX-XVK-HPH-OGN-HVE-GGN&language=en> (23. 1. 2023).
- Global Volcanism Program. Volcanoes of the World (v. 5.0.1; 19. 12. 2022). Smithsonian Institution, 2023. Medmrežje: DOI: <https://doi.org/10.5479/si.GVP.VOTW5-2022.5.0>
- INFORM Risk Map. Joint Research Centre. Bruselj, 2023. Medmrežje: <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/INFORM-Risk/Map> (26. 1. 2023).
- Ilešič, S. 1973: Osnovne smernice za geografsko proučevanje poplavnih področij v Sloveniji. Elaborat, Inštitut za geografijo SAZU. Ljubljana.

- Integralna karta razredov poplavne nevarnosti (IKRPN). Direkcija Republike Slovenije za vode. Ljubljana. Medmrežje: <https://podatki.gov.si/dataset/integralna-karta-razredov-poplavne-nevarnosti-ikrpn> (11. 8. 2023).
- Kappes, M. S., Gruber, K., Frigeiro, S., Bell, R., Keiler, M., Glade, T. 2012: The MultiRISK platform: The technical concept and application of a regional-scale multihazard exposure analysis tool. *Geomorphology* 151-152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.01.024>
- Kladnik, D. 2013: Ivan Gams – terminologist, encyclopedist, biographer, and more. *Acta geographica Slovenica* 53-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS53200>
- Kobler, A. 2016: Digitalni model krošenj Slovenije. Gozdarski inštitut Slovenije. Ljubljana.
- Komac, B. 2006: Dolec kot značilna oblika dolomitnega površja. *Geografija Slovenije* 13. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545208>
- Komac, B. 2016: Uvodnik: ob tridesetletnici Ujme. *Ujma* 30.
- Komac, B. 2020: Domači odzivi na globalne izzive v Sloveniji in Evropi. Domači odzivi na globalne izzive, Naravne nesreče 5. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/NN0501>
- Komac, B. 2021: Mednarodna primerjava Slovenije glede učinkov naravnih nesreč. *Ujma* 34-35.
- Komac, B. 2022: Veliki gozdni požari v Sloveniji. *Geografski vestnik* 94-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/GV94202>
- Komac, B., Ciglič, R., Hrvatini, M., Volk Bahun, M., Štut, L., Zorn, M. 2023: Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji. Oddelek za naravne nesreče Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU. Ljubljana. Medmrežje: <https://giam.zrc-sazu.si/sl/zbirka/geografski-atlas-naravnih-nesrec-v-sloveniji> (11. 8. 2023).
- Komac, B., Natek, K., Zorn, M. 2008: Geografski vidiki poplav v Sloveniji. *Geografija Slovenije* 20. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545451>
- Komac, B., Pavšek, M., Volk Bahun, M., Tičar, J. 2021: Snežni plazovi v dolini Soče 22. in 23. januarja 2021. Poročilo o raziskavah, ZRC SAZU Geografski inštitut Antona Melika. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije* 15. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545307>
- Komac, B., Zorn, M. 2023: Impact of climate change on snowpack and avalanches in Slovenia: The Soča Valley case study. *Geographia Polonica* 96-1. DOI: <https://doi.org/10.7163/GPol.0244>
- Komac, B., Zorn, M., Ciglič, R. 2011: Izobraževanje o naravnih nesrečah v Evropi. *Georitem* 18. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545857>
- Letopis Slovenke akademije znanosti in umetnosti 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43. Ljubljana, 1983–1992.
- Malešič, M. 2005: Spomin in opomin gora: Kronika smrtnih nesreč v slovenskih gorah. Ljubljana.
- McBean, G. 2004. Climate change and extreme weather: A basis for action. *Natural Hazards* 31-1. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000020259.58716.0d>
- McGuire, W., Burton, P., Kilburn, C., Willetts, O. 2004: World Atlas of Natural Hazards. London. Medmrežje 1: <https://giam.zrc-sazu.si/sl/publikacije/naravne-nesrece#v> (11. 8. 2023).
- Medmrežje 2: <https://www.preventionweb.net/files/resolutions/NR034982.pdf> (11. 8. 2023).
- Melik, A. 1955: Povodenj okrog Celja junija 1954. *Geografski vestnik* 26.
- Meze, D. 1963: H geomorfologiji Voglajnske pokrajine in Zgornjega Sotelskega. *Geografski zbornik* 8.
- Nared, J. (ur.) 2021: Atlas on Quality of Life in Slovenia. Medmrežje: <https://www.espon.eu/quality-life-atlas> (23. 1. 2023).
- Natek, M., Perko, D. 1999: 50 let Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU. *Geografija Slovenije* 1. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612544942>
- National Risk Index for Natural Hazards. US Department of Homeland Security. Hyattsville, 2023. Medmrežje: <https://hazards.fema.gov/nri> (23. 1. 2023)
- Nacionalna podatkovna baza zemeljskih plazov. Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje. Ljubljana, 2006.

- Natural Hazards Data, Images and Education. NOAA National Centers for Environmental Information. Medmrežje: <http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/hazards.shtml> (23. 9. 2023).
- Natural Hazards Viewer. NOAA National Centers for Environmental Information. Medmrežje: <https://www.ncei.noaa.gov/maps/hazards/?layers=0> (23. 9. 2023).
- Nova karta potresne nevarnosti postala del zakonodaje. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana, 2022: Medmrežje: <https://www.gov.si/novice/2022-05-03-nova-karta-potresne-nevarnosti-postala-del-zakonodaje/> (23. 9. 2023).
- Ogrin, D. 1996: Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik 68.
- Ogrin, D. 2007: Severe storms and their effects in sub-Mediterranean Slovenia from the 14th to the mid-19th century. *Acta geographica Slovenica* 47-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS47101>
- Ogrin, D. 2012: Climate research on Slovenian territory in pre-instrumental period: weather and climate in the 17th Century. *Geografski vestnik* 84-1.
- Ogrin, D., Kosmač, S. 2013: Valvasorjevi prikazi vremena in podnebja v Slavi vojvodine Kranjske. *Dela* 40. DOI: <https://doi.org/10.4312/dela.40.39-53>
- Ogrin, D., Lubi, G. 2010: Olive growing in Slovenian Istria and climatic limitations to its development. *Acta geographica Croatica* 37.
- Orožen Adamič, M. (ur.) 1992: *Poplave v Sloveniji*. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/8677590641>
- Orožen Adamič, M. (ur.) 1983–1989: Skenirani ročni izpiski poročil o naravnih nesrečah iz časopisov Slovenski narod (1868–1943) in Slovenec (1873–1939). Geografski atlas naravnih nesreč v Sloveniji. Ljubljana. Medmrežje: <https://experience.arcgis.com/experience/4f4b94a5e32241068bd3b837c9c26d70/page/DOKUMENTI/> (12. 11. 2023).
- Orožen Adamič, M. 1989: Informacije o naravnih nesrečah. *Ujma* 3.
- Orožen Adamič, M. 1991: Evropski center za multidisciplinarno raziskovanje naravnih nesreč. *Ujma* 5.
- Orožen Adamič, M., Fridl, J., Kladnik, D., Perko, D. (ur.) 1998. Geografski atlas Slovenije. Ljubljana.
- Pavšek, M. 2002: Snežni plazovi v Sloveniji. *Geografija Slovenije* 6. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545000>
- Pavšek, M. 2006: Prebujeni beli zmaji: letošnjo zimsko sezono so opozorili nase številni snežni plazovi. *Planinski vestnik* 106-7.
- 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 ceoletne prevoznosti ceste. *Elaborat, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Agencija za Republike Slovenije okolje, Urad za meteorologijo*. Ljubljana.
- Pavšek, M., Komac, B., Volk, M., Ortar, J., Zorn, M., Ciglič, R., Ferk, M. 2013: Zemljevidi nevarnosti za snežne plazove na Gorenjskem. *Gorenjska v obdobju globalizacije*. Ljubljana.
- Pečar, J. 2018: Indeks razvojne ogroženosti regij 2014–2020, metodologija izračuna. *Delovni zvezki UMAR* 27-4. Ljubljana.
- Perko, D. 1998: Regionalizacija Slovenije. *Geografski zbornik* 38.
- Perko, D. 2013: Contribution of Ivan Gams to Slovenia's regional geography and regionalization. *Acta geographica Slovenica* 53-2. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS53201>
- Perko, D., Ciglič, R., Hrvatin, M. 2021: Landscape macrotypologies and microtypologies of Slovenia. *Acta geographica Slovenica* 61-3. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS.10384>
- Požarno ogroženi gozdovi. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana. Medmrežje: http://www.zgs.si/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/pozarno_ogrozeni_gozdovi/index.html (23. 9. 2023).
- Pravilnik o varstvu gozdov. Uradni list Republike Slovenije 114/2009. Ljubljana.
- Radinja, D. (ur.) 1983: *Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja*. Ljubljana.
- Riebeek, H. 2005: The rising costs of natural hazards. NASA Earth Observatory. Medmrežje: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/RisingCost> (14. 12. 2021).

- Ritchie, H., Rosado, P. 2022: Natural Disasters. Our World in Data. Medmrežje: <https://ourworldindata.org/natural-disasters> (23. 1. 2023).
- Rosvold, E., Buhaug, H. 2021a: Geocoded Disasters (GDIS) Dataset, v1 (1960–2018). Palisades, New York. DOI: <https://doi.org/10.7927/zz3b-8y61>
- Rosvold, E., Buhaug, H. 2021b: GDIS, A global dataset of geocoded disaster locations. Scientific Data 8. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00846-6>
- Sendai Framework Monitoring: Indicator A-1: Number of deaths and missing persons attributed to disasters, per 100,000 population. Medmrežje: <https://sendaimonitor.undrr.org/analytics/country-global-target/15/2?indicator=1®ions=5> (23. 1. 2023).
- Shi, P., Wang, J., Xu, W., Ye, T., Yang, S., Liu, L., Fang, W., Liu, K., Li, N., Wang, M. 2015: World atlas of natural disaster risk: Understanding the spatial patterns of global natural disaster risk. World Atlas of Natural Disaster Risk. Berlin. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-45430-5_17
- Sigma Explorer. Swiss Re. Zürich, 2023. Medmrežje: <https://www.sigma-explorer.com> (23. 1. 2023).
- Slovenski predpisi o potresno odporni gradnji. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana. Medmrežje: https://potresi.arso.gov.si/doc/dokumenti/potresna_nevarnost/predpisi_gradnja.pdf (23. 9. 2023).
- Šket Motnikar, B., Zupančič, P., Živčič, M., Atanackov, J., Jamšek Rupnik, P., Čarman, M., Kastelic, V., Gosar, A. 2021: Nova karta potresne nevarnosti Slovenije (2021) za namen projektiranja potresno odpornih stavb: tolmač karte. Agencija Republike Slovenije za okolje. Ljubljana. Medmrežje: https://potresi.arso.gov.si/doc/dokumenti/potresna_nevarnost/Tolmac_karte_potresne_nevarnosti_2021.pdf (23. 1. 2023).
- The Multihazard Risk Atlas of Maldives I-V. Manila, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22617/TCS200049>
- The National Risk Atlas of Rwanda. Kigali, 2015. Medmrežje: https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/National_Risk_Atlas_of_Rwanda_01.pdf (23. 1. 2023).
- Ušeničnik, B. (ur.) 2002: Nesreče in varstvo pred njimi. Ljubljana.
- Volk Bahun, M. 2010: Snežni plazovi v Karavankah. Diplomsko delo, Fakulteta za humanistične študije Univerze na Primorskem. Koper.
- Volk Bahun, M. 2020: Mehanizmi pojavljanja snežnih plazov v slovenskih Alpah. Doktorsko delo, Fakulteta za humanistične študije Univerze na Primorskem. Koper
- Volk Bahun, M., Hrvatin, M., Komac, B. 2022: Določanje potencialnih območij proženja snežnih plazov z analizo reliefa. Preteklost in prihodnost, GIS v Sloveniji 16. Ljubljana. DOI: https://doi.org/10.3986/9789610506683_07
- Volk Bahun, M., Zorn, M. 2020: Snežni plazovi v Občini Tržič. Kronika 68-3.
- Volk Bahun, M., Zorn, M., Pavšek, M. 2018: Snežni plazovi v Triglavskem pogorju. Triglav 240. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789610500841>
- Zakon o vodah. Uradni list Republike Slovenije 67/2002. Ljubljana.
- Zorn, M. 2008: Erozijski procesi v slovenski Istri. Geografija Slovenije 18. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545482>
- Zorn, M., Hrvatin, M. 2014: Škoda zaradi naravnih nesreč v Sloveniji. (Ne)prilagojeni, Naravne nesreče 3. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612546762>
- Zorn, M., Hrvatin, M. 2015: Škoda zaradi naravnih nesreč v Sloveniji med letoma 1991 in 2008. Ujma 29.
- Zorn, M., Komac, B. 2008a: Petnajst let Oddelka za naravne nesreče Geografskega inštituta Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Naravne nesreče v Sloveniji: zbornik povzetkov. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2008b: Zemeljski plazovi v Sloveniji. Georitem 8. Ljubljana. DOI: <https://doi.org/10.3986/9789612545505>
- Zorn, M., Komac, B. 2011: Damage caused by natural disasters in Slovenia and globally between 1995 and 2010. Acta geographica Slovenica 51-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS51101>

- Zorn, M., Komac, B. 2013: Contribution of Ivan Gams to Slovenian physical geography and geography of natural hazards. *Acta geographica Slovenica* 53-1. DOI: <https://doi.org/10.3986/AGS53102>
- Zuzak, C. E., Goodenough, C., Stanton, M., Ranalli, N., Kealey, D., Rozelle, J. 2021: National Risk Index Technical Documentation. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.
- Zwitter, Ž. 2013: Vremenska in klimatska zgodovina v koledarjih in podložniških dnevnikih ljubljanskega škofa Tomaža Hrena (1597–1630). *Zgodovinski časopis* 67, 3-4.
- Živčič, M., Cecič, I., Čarman, M., Jesenko, T., Ložar Stopar, M., Pahor, J. 2018: Katalog potresov Slovenije in okolice KPN2018, 3. Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo. Ljubljana.

7 Summary: The Geographical Atlas of Natural Disasters in Slovenia

(translated by DEKS d. o. o.)

The *Geographical Atlas of Natural Disasters in Slovenia* has been created by the Department of Natural Hazards at the ZRC SAZU Anton Melik Geographical Institute. It contains basic information about natural hazards and natural disasters in Slovenia. The aim of the atlas is to inform people about the frequency and diversity of natural disasters in Slovenia, improve risk assessments for various natural hazards, and facilitate decisions on spatial development measures to optimize preventive action. The atlas is based on natural disaster research conducted at the ZRC SAZU Anton Melik Geographical Institute since the 1950s. It is dedicated to the hundredth anniversary of the birth of Ivan Gams (1923–2014), one of the pioneers of geographical research on natural disasters in Slovenia, and the thirtieth anniversary of the institute's Department of Natural Hazards (founded in 1992).

The atlas contains four groups of information: data on historical natural disasters at the level of an individual event, several hazard maps for selected natural phenomena at the national level (floods, landslides, earthquakes, and forest fires), information on avalanche hazard at the national level (*Lavinski atlas* 'Avalanche Atlas'), and data on the damage caused by various natural disasters at the level of selected administrative units. The atlas is created on the basis of Geoserver (data storage) and ESRI ArcGIS Online (application) and can be viewed with a web browser.

The first group comprises information on individual natural disasters, presenting events (phenomena) with known locations. At the end of 2022, the database contained approximately 17,400 pieces of data on nearly 2,918 historical events. The events are classified into the following categories: storm, cold, flood, heavy rain, warm weather, heavy snow, hail, forest fire, earthquake, drought, avalanche, strong wind, heatwave, lightning, landslide, rockfall, coastal flooding, desert sand, frost, freezing rain, tornado, locust attack, subsidence, wind damage to trees, debris flow, and storm wind. Reports on storms predominate, followed by those on cold, floods, heavy rain, and warm weather. The 1750–2022 data on deaths caused by natural disasters show an average of 1.2 deaths per year in Slovenia.

The second group contains various information on avalanches in Slovenia. It includes a map of avalanche incidents, map of avalanche triggering areas, map of avalanche deposition areas, and selected snow-related climate data provided by the Slovenian Environment Agency. It provides an overview of where avalanches have already occurred and where they might occur depending on geographical constants such as terrain and geographical variables such as vegetation, and when the snow and weather conditions are suitable for that. It provides information on the spatial expansion and dimensions of avalanches, including the anticipated depth of avalanche material and some descriptive data. The *Avalanche Atlas* contributes to the implementation of the 2002 Water Act (Article 83), which requires that avalanche-prone areas be defined. At the end of 2022, the *Avalanche Atlas* included 1,968 avalanche paths and a total of around 85,500 pieces of various information on avalanches. Avalanche paths cover a total of 15,704 hectares (157 km²) or 0.77% of Slovenian territory, and most of them (87%) have a slope inclination between 25° and 45°.

The third group comprises hazard maps for selected natural phenomena, which currently include floods, landslides, earthquakes, and forest fires. Flood hazard is presented based on the *Integral Map of Flood Hazard Classes*, which shows high, medium, low, and other flood hazard. These datasets were provided by the Slovenian Water Agency, Ministry of Natural Resources and Spatial Planning. Landslide hazard is based on the landslide susceptibility map, which includes five landslide susceptibility categories and was produced at the ZRC SAZU Anton Melik Geographical Institute. Seismic hazard is presented based on the *Seismic Hazard Map of Slovenia: Design Ground Acceleration*; in addition, locations of over six hundred earthquakes with a magnitude over 3.5 are presented (based on an earthquake catalog that covers earthquakes from AD 456 to 2018). This map is appended to the National Annex to Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance and hence part of the building design regulations. These datasets were provided by the Slovenian Environment Agency. Fire hazard is presented based on the Slovenian Forest Service's *Forest Fire Hazard Map*, which ranks forests into four fire hazard levels and also shows the locations of the hundred largest forest fires in Slovenia.

The fourth group comprises information on the damage caused by natural disasters. The 1991–2008 data were collected by the Slovenian Statistical Office, and they cover fourteen types of natural disasters, of which nine are presented in the atlas: earthquakes, floods, fires, drought, strong wind, hail, frost, freezing rain, and landslides and avalanches combined. The data are presented at the level of the entire country, statistical regions (NUTS 3), and administrative units (LAU 1). In addition, the atlas also presents data on damage collected by the Slovenian Institute of Macroeconomic Analysis and Development. These are cumulative data on the annual damage caused by natural disasters at the national level covering the period from 1998 to 2021. During the period 1991–2021, the cumulative national damage due to natural disasters amounted close to EUR 4 billion, or an average of nearly EUR 130 million a year.

Certain cartographic representations or bases have been employed to display the selected phenomena, which facilitates a better and geographically substantiated understanding of the content displayed.

The *Geographical Atlas of Natural Disasters in Slovenia* plays an important role in improving the knowledge of and raising the awareness of natural disasters, and it can thus serve as the basis for spatial planning. The atlas is continuously updated with new data. It is freely accessible at <https://ganns.zrc-sazu.si>.