

Napoved verjetnosti pojavljanja plazov z analizo satelitskih in drugih prostorskih podatkov

Marko Komac



Geološki zavod Slovenije
Ljubljana, 2005

Marko Komac

***Napoved verjetnosti pojavljanja plazov z analizo satelitskih in drugih
prostorskih podatkov***

© 2005, Geološki zavod Slovenije

Izdal in založil

Geološki zavod Slovenije

Recenzenta

Zoran Stančič in France Šušteršič

Lektoriranje

Andreja Hočevar

Oblikovanje platnic

Miloš Jr. Sluga

Naklada

300 izvodov

Izdajo je finančno podprlo

Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport RS

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

551.435.62
659.2:004

KOMAC, Marko

Napoved verjetnosti pojavljanja plazov z analizo satelitskih in drugih
prostorskih podatkov / Marko Komac. - Ljubljana : Geološki zavod Slovenije,
2005

ISBN 961-6498-04-5
217660416

Marko Komac

**Napoved verjetnosti pojavljanja plazov z analizo
satelitskih in drugih prostorskih podatkov**



Geološki zavod Slovenije

Ljubljana, 2005

Tari Nikolaji

Povzetek

Tako kot po svetu, se tudi v Sloveniji soočamo s problematiko neželenih naravnih pojavov, npr. plazov, poplav in potresov. Naj so ti procesi posledica človekovega ravnanja z okoljem ali pa zgolj običajni naravni pojavi, je njihovo preprečevanje ter izogibanje ali vsaj omejevanje pomembno pri ohranjanju kvalitete življenjskega okolja sodobnega človeka. Prav zaradi omenjenega se v svetu večja potreba po poznavanju, napovedovanju ali preprečevanju naravnih nesreč, katerih posledice so obvladljive. Primer do določene mere "obvladljivih" naravnih nesreč so plazovi. Prostorske analize so z razvojem geografskih informacijskih sistemov (GIS) v zadnjih dveh desetletjih doživele svoj razmah na vseh področjih, ki se ukvarjajo s prostorsko povezanimi podatki. Danes si zaradi zahtev uporabnikov po številčnejših in natančnejših podatkih brez računalniške podpore ne moremo več predstavljati prostorskega modeliranja in napovedovanja raznih dogodkov. Tudi pri napovedovanju pojavov plazenja in zdrsov se kot pomoč klasičnemu terenskemu kartiranju uporabljajo podatki daljinskega zaznavanja, prostorske analize pa se opravljajo z geografskimi informacijskimi sistemi (GIS).

V tej knjigi je bilo proučeno več tematik, ki zadevajo napoved pojavljanja plazenj na območju osrednjega dela Slovenije, zahodno do Ljubljane. Eden od dveh glavnih ciljev raziskave je bil proučiti posamične in skupne vplive prostorskih dejavnikov na pojavljanje plazov ter ugotoviti zvezo med njimi na osnovi statističnih metod. Razumevanje odvisnosti plazov od upoštevanih dejavnikov bo omogočilo natančnejše in bolj ekonomično določanje območij, kjer je možnost nastanka plazov večja. Raziskava je poskušala ugotoviti zmožnost ustrezne prostorske napovedi posameznih tipov plazov na podlagi obstoječih podatkov o vplivnih prostorskih dejavnikih in prednosti, ki jih taka napoved prinaša. V ta namen je bilo izdelanih več napovedovalnih linearnih matematičnih modelov, temelječih na različnih metodologijah.

Za vključene dejavnike o bili z metodami univariatne statistike proučeni vplivi posameznih dejavnikov na pojavljanje posameznih tipov plazov (fosilnih, plazenj s prekinitvami, počasnih plazenj in trenutnih zrsov) in plazov kot celoto. Na podlagi rezultatov univariatne analize so bile podane stabilnostne lastnosti posameznih razredov opazovanih dejavnikov. Kot značilno vplivni dejavniki na pojavljanje plazov so se izkazali naklon in ukrivljenost pobočij, oddaljenost od geoloških mej in oddaljenost od površinskih tokov, litološka sestava terena in tip vegetacije.

Medsebojni odnosi med dejavniki so bili raziskani z metodami multivariatne statistike in nato podan njihov relativni prispevek k nastanku oz. pojavu posameznih tipov opazovanega pojava. Od uporabljenih metod, faktorske in regresijske analize, se je prva izkazala za primernejšo in v večini primerov za natančnejšo metodo napovedovanja pojavov plazenj. Pokazano je bilo tudi, da se, ob upoštevanju vpliva več dejavnikov hkrati, natančnost napovedi pojavov plazov izboljša.

Proučena so bila tudi uporabnost visokoločljivih večspektralnih satelitskih podob, pridobljenih v vidnem in bližnjem IR delu EM spektra (Resurs-F2 MK-4 in Landsat-5 TM), pri napovedovanju lokacij plazov. Preizkušena je bila uporabnost predanalitične obdelave

visokoločljivih večspektralnih satelitskih posnetkov (podob) z barvnim modelom CIE L*a*b* v primerjavi s standardnim barvnim modelom RGB pri napovedovanju plazov. Na podlagi rezultatov uspešnosti klasifikacij je bila podana najprimernejša kombinacija kanalov satelitskih podob in določena najprimernejša metoda klasifikacije za napoved plazovitih območij na delovnem območju ter ovrednotena zanesljivost napovedi pojavov plazenj. Pokazano je bilo, da je predanalitična obdelava satelitskih posnetkov z barvnim modelom CIE L*a*b* bolj uporabna pri napovedovanju plazov, saj dajejo slednje podobe boljše napovedovalne rezultate. Uspešnost klasifikacije plazovitih in neplazovitih območij je bila 79,2 %. Dokazano je bilo, da je možno s podatki visokoločljivih večspektralnih satelitskih posnetkov s precejšno natančnostjo napovedovati pojave plazenj, kljub prisotnosti vegetacijskega pokrova.

Izdelano in proučeno je bilo več vrst modelov za napoved potencialnih plazovitih območij, določena območja, ki so nagnjena k plazenju in na osnovi najprimernejšega napovedovalnega modela izdelana karta tveganj pred plazovi na obravnavanem območju ter ocenjena ogroženost zaradi njihovega pojavljanja. Z izdelanimi napovedovalnimi modeli je bila dosežena visoka zanesljivost napovedovanja plazov, obenem pa je treba poudariti, da rezultati zanesljivosti temeljijo na vzorcu 614-ih plazov. Na obravnavanem ozemlju prebiva okoli 135000 ljudi, od katerih jih majhen delež (< 3 %) živi na zelo ogroženih območjih. Na ogroženih območjih živi med 20 in 25 % prebivalcev obravnavanega ozemlja. Največjo grožnjo predstavljajo počasna plazenja, najmanjšo pa trenutni zdrsi. Tudi delež cestišč, ki poteka preko zelo ogroženih območij se giblje okoli 3 %, delež cestišč, ki leži na ogroženih območjih pa znaša dobro polovico vseh cestišč.

Pokazano je bilo, da je mogoče, z upoštevanjem pomembnejših prostorskih dejavnikov, izdelati zanesljiv model napovedi pojavljanja plazov in določiti območja z večjim tveganjem. V ta namen so bili uspešno uporabljeni obstoječi prostorski podatki večje ločljivosti in podatki iz visokoločljivih visokospektralnih satelitskih podob. Pokazano je bilo tudi, da nekateri od uporabljenih prostorskih dejavnikov ne vplivajo bistveno na pojavljanje plazov na obravnavanem območju. Tisti dejavniki, katerih vpliv na pojavljanje plazov je bil dokazal, pa so pomembni pri modeliranju in jih je pri napovedovanju pojavljanja plazov nujno upoštevati. Na območju Slovenije oz. njenega dela je to delo prvi poskus statističnega pristopa k reševanju problematike napovedovanja pojavov plazov in prvi poskus izdelave karte tveganja pred plazovi na osnovi statističnih metod.

Ključne besede: plazovi, GIS, satelitske podobe, karte napovedi pojavljanja plazov, modeliranje, model CIE L*a*b*, Slovenija

Abstract

Issues connected with unwanted natural occurrences, such as landslides, floods or earthquakes, are a source of concern around the world and Slovenia is no exception in that regard. Independently of whether these events result from human actions or are the work of nature, their prevention or mitigation is an important factor when the preservation of the modern man's environmental quality is at stake. Hence the need for greater understanding of these phenomena, especially when their consequences can be in some measure controlled. Landslides belong to this category of "manageable" natural disasters. Spatial analyses, as part of the GIS, have in the recent decades flourished in all fields of science that rely on spatial data. Today, we cannot envisage spatial modelling and prediction of various events without the information technology. GIS is also used to analyse the landslide data and satellite images can serve as a support to the ground reconnaissance.

The research examines several topics, related to the landslide prediction in the central part of Slovenia, west of Ljubljana. One of the project's main goals was to study spatial factors that influence the occurrence of landslides, individually and conjointly, and to statistically determine the univariate and multivariate relations with the landslide distribution. A better understanding of the described relationships will enable a more precise and a more affordable identification of the landslide-prone areas. In order to determine the capacity of an accurate spatial prediction of landslides or landslide-prone areas, several linear prediction models, based on various methodologies were developed.

Using the methods of univariate statistics, the influences of individual spatial factors on the different landslide types and on landslides generally were tested. On the basis of these results the stability characteristics of the individual classes of the factors observed were determined. The following influencing factors proved to have played an important role: the steepness and the concavity of the slopes, the distance to the geological borders, the distance to the rivers, lithology, and the type of vegetation.

Using multivariate statistical methods, the interactions between factors and landslide distribution, and defined the importance of individual factors on the landslide occurrence were tested. In comparison with other multivariate statistical methods used, the factor analysis proved to be the most appropriate and reliable method for the landslide prediction. Furthermore, the results of multivariate statistics, which take into account several spatial factors were demonstrated, showing better prediction scores compared to the results of the individual factor prediction.

The predictive capability of high-resolution multi-spectral satellite images acquired in visual and near IR part of the EM spectra (Resurs-F2 MK-4 and Landsat-5 TM) with regards to landslides location were also tested. The pre-analytical transformation of images with CIE L*a*b* model were used for this purpose. The advantages and disadvantages of the transformation in respect to the RGB model were also assessed. On the basis of the classification results, the most useful colour composite and the best classification method for the landslide prediction were defined. The method of CIE L*a*b* transformation proved to be

more useful for the landslide prediction than the classical RGB method. The score of the classification of the landslide-prone and landslide-averse areas reached 79,2 %. It was shown that high-resolution multi-spectral satellite images could be successfully used for the spatial landslide prediction.

Having combined all the spatial data available, developed numerous models were developed. Those that produced best results were then used to determine and locate the potentially hazardous areas and to draw the map of possible landslide occurrence. Using the landslide hazard-map, the risk to the inhabitants and infrastructure (roads) on the tested area was assessed.

Relatively high scores of reliability were achieved, but one must bear in mind that the results are based on the sample of 614 landslides. 135.000 inhabitants live in the test area, only a small percentage of them (less than 3 %) inhabit the highly risky areas. 20 – 25 % of the studied population live in areas that are considered to be landslide-prone. The creeping and sudden landslides represent the biggest threat to inhabitants. More than half of the roads lie in the areas subjected to ground mass movement and 3 % of all roads lie in high-risk areas.

The results of the research showed that taking all of the major spatial factors into account allows us to construct a good and reliable landslide prediction model. This model successfully defines the areas with greater risk of landslides, using the available spatial data of higher resolution and high-resolution multi-spectral satellite images. It was also demonstrated that some of the spatial factors do not have a significant influence on the landslide occurrence. The remaining factors, which proved to play an important role in the spatial distribution of landslides, should be used for the hazard assessment in relation to landslides. This research is the first attempt in Slovenia to approach the problem of the landslide prediction with statistical tools and to draw a landslide-hazard map on the basis of statistical methods and modelling.

Key words: landslides, GIS, satellite images, landslide prediction map, modelling, CIE L*a*b* model, Slovenia

KAZALO

PREDGOVOR	
1.	Uvod 1
1.1.	Problematika 1
1.2.	Postavitev hipoteze raziskave 2
1.3.	Struktura raziskave in njena obrazložitev 4
2.	Zemeljski plazovi 7
2.1.	Uvod..... 7
2.2.	Splošno o zemeljskih plazovih..... 7
2.3.	Tipi plazenja 9
2.4.	Tveganja, nevarnosti in posledice plazenj..... 14
2.5.	Dosedanje raziskave..... 17
2.5.1.	Napovedovanje pojavov plazov in plazovitih območij, ugotavljanje dejavnikov vpliva na plazenje 17
2.5.2.	Napovedovanje nevarnosti, ogroženosti in posledic plazenja 19
2.5.3.	Uporaba satelitskih podob LANDSAT-5 TM za odkrivanje in napovedovanje plazenj 19
2.6.	Zaključki 21
3.	Geografski opis obravnavanega območja in uporabljeni prostorski podatki 23
3.1.	Uvod..... 23
3.2.	Geografski opis obravnavanega območja 23
3.3.	Uporabljeni podatkovni sloji (prostorski podatki) 25
3.3.1.	Baza popisanih plazov..... 25
3.3.2.	Digitalni model višin – InSAR DMV 25 in njegove izpeljanke..... 26
3.3.3.	Satelitski posnetki 27
3.3.3.1.	Posnetki LANDSAT–5 TM..... 28
3.3.3.2.	Posnetki MK-4..... 30
3.3.3.3.	Večja natančnosti posnetka in njene prednosti/pomanjkljivosti 32
3.3.4.	Geološke značilnosti ozemlja..... 33
3.3.4.1.	Osnovna geološka karta SFRJ merila 1 : 100.000 33
3.3.4.2.	Litostratigrafska razčlenitev opisanega ozemlja 34
3.3.4.3.	Strukturni elementi na obravnavanem območju 38
3.3.4.4.	Inženirskogeološka karta ozemlja..... 39
3.3.5.	Karte padavin za območje Slovenije 40
3.3.5.1.	Karta povprečnih letnih padavin v Sloveniji za referenčno obdobje 1961–1990 41
3.3.5.2.	Karta maksimalnih 24-urnih padavin s povratno dobo 100-tih let..... 41
3.3.6.	Površinski tokovi na obravnavanem območju..... 42
3.3.7.	Dejavnik vpliva podtalnice na pojavljanje tipa plazov na osnovi podatkov iz baze plazov 43
3.3.8.	Površinski tipi po razdelitvi CORINE 43
3.3.9.	Gostota prebivalstva..... 46
3.3.10.	Cestno omrežje..... 46
3.4.	Uporabljena programska oprema 46
3.5.	Zaključki 46
4.	Statistične lastnosti prostorskih podatkov in njihova univariatna analiza 49
4.1.	Uvod..... 49
4.2.	Statistični pristop 49
4.3.	Baza popisanih plazov 51
4.4.	Digitalni model višin..... 52
4.4.1.	Naklon pobočij..... 52
4.4.2.	Višinska lega opazovanih plazenj in orientacija oz. usmerjenost pobočij njihovega pojavljanja.. 59
4.4.3.	Ukrivljenost pobočij 72
4.4.4.	Uporabnost izpeljank iz DMV-ja pri napovedi plazovitih območij 79
4.5.	Geološka zgradba območja in pojavljanje plazov 79
4.5.1.	Litološke enote 79
4.5.2.	Geološke meje..... 89
4.5.3.	Strukturni elementi..... 95
4.6.	Površinski tokovi na obravnavanem območju in pojavljanje plazov 101
4.7.	Karte padavin in pojavljanje plazov..... 107
4.7.1.	Določitev časovne meje med učnim in testnim nizom plazov s pomočjo padavinskih podatkov 108
4.8.	Prisotnost vode ali vlage v tleh na območjih pojavov plazenj 110
4.9.	Površinski tipi in pojavljanje plazov 111

4.10.	Statistika zveznih spremenljivk.....	115
4.11.	Zaključki	119
5.	Satelitske podobe (posnetki)	123
5.1.	Uvod.....	123
5.2.	Prednosti in omejitve daljinskega zaznavanja.....	123
5.3.	Priprava podatkov daljinskega zaznavanja	124
5.3.1.	Vpenjanje podatkov v prostor in predanalitična poprava podob	124
5.3.2.	Združevanje visokoločljivih in večspektralnih podob.....	125
5.4.	Problem barvnega prostora in njegova uporaba pri klasifikaciji podob daljinskega zaznavanja	126
5.4.1.	Barvni model CIE L^*a^*b	126
5.4.2.	Model barvnega prostora CIE $L^*a^*b^*$	127
5.4.3.	Pretvorba RGB vrednosti v CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti	128
5.5.	Analiza in klasificiranje satelitskih podob (posnetkov)	132
5.5.1.	Faktor največjega vpliva (OIF)	132
5.5.2.	Rezultati klasifikacije barvnih zloženek satelitskih podob	136
5.5.3.	Nenadzirana klasifikacija	138
5.5.4.	Metoda RGB gruč	141
5.6.	Rezultati analiz satelitskih podob.....	146
5.7.	Zaključki	151
6.	Model napovedi plazovitih območij	153
6.1.	Uvod.....	153
6.2.	Dosedanje raziskave na področju napovedovanja plazov in uporaba matematičnih modelov	153
6.3.	Analiza soodvisnosti upoštevanih neodvisnih spremenljivk pri izdelavi modela	155
6.4.	Glavne pobočne enote	157
6.5.	Faktorska analiza	160
6.6.	Večkratna regresijska analiza.....	167
6.7.	Izdelava modelov tveganja pred plazovi in izbira najboljše različice	175
6.8.	Ogroženost prebivalstva in infrastrukture (cestišč).....	196
6.8.1.	Ogroženost prebivalstva.....	196
6.8.2.	Ogroženost infrastrukture.....	198
6.9.	Zaključki	204
7.	Zaključek	207
8.	Slovarček	210
9.	Literatura	213
9.1.	Objavljena literatura.....	213
9.2.	Neobjavljena literatura.....	224
9.3.	Splet	227
10.	Priloge	Priloge - 1
10.1.	Priloga I – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na neodvisne spremenljivke in njihove derivate	Priloge - 1
10.2.	Priloga II – CIELAB	Priloge - 8
10.2.1.	Shema modela pretvorbe RGB v CIE $L^*a^*b^*$	Priloge - 8
10.3.	Priloga III – OIF.....	Priloge - 9
10.4.	Priloga IV – Zloženke	Priloge - 15
10.5.	Priloga V – IUK	Priloge - 22
10.6.	Priloga VI – Natančnejši opis razredov klasificirane satelitske podobe 345.....	Priloge - 26
10.7.	Priloga VII – Rezultati večkratne regresijske analize.....	Priloge - 34
10.7.1.	Vsi plazovi	Priloge - 34
10.7.2.	Fosilni plazovi (tip plaz 1)	Priloge - 37
10.7.3.	Plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2)	Priloge - 40
10.7.4.	Počasna plazenja (tip plaz 3)	Priloge - 43
10.7.5.	Trenutni zdrsi	Priloge - 46
10.8.	Priloga VIII – Napovedovalni modeli.....	Priloge - 50

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 2.1 – Relativna lestvica verjetnosti letnega pojavljanja dogodka (po Resources Inventory Committee, 1997).....	15
Preglednica 3.1 – Opisni parametri posameznega plazu.....	26
Preglednica 3.2 – Lastnosti, opis in uporabnost izpeljank iz digitalnega modela višin (prirejeno po Gorsevski 2000b/a).	27
Preglednica 3.3 – Območja delovanja TM senzorjev misij Landsat -4 in -5 (Lillesand & Kiefer, 1999).	28
Preglednica 3.4 – Pojavnost površinskih tipov v odvisnosti od posnetkov Landsat TM (Gupta, 1991).	29
Preglednica 3.5 – Lastnosti opazovalnega sistema MK-4 (prirejeno po Sovinformsputnik, 2001a in Telsat, 2001).	30
Preglednica 3.6 – Podrobnejši podatki uporabljenih posnetkov opazovalnega sistema MK-4 (Sovinformsputnik, 2001b).	31
Preglednica 3.7 – Litostratigrafska razčlenitev območja.	35
Preglednica 3.8 – Pogostost pojavljanja litostratigrafskih členov na obravnavanem območju in njihove nove številčne oznake.	37
Preglednica 3.9 – Pogostost pojavljanja strukturnih elementov na obravnavanem območju.....	38
Preglednica 3.10 – Inženirskogeološke lastnosti litoloških enot na obravnavanem območju (po Ribičič (2001b) in Urbanc et al. (2000)).	39
Preglednica 3.11 – Šifrant vrednosti inženirskogeoloških lastnosti litoloških členov na obravnavanem območju.	40
Preglednica 3.12 – Šifrant vrednosti prisotnosti vlage v tleh na lokacijah pojavov plazov.	43
Preglednica 3.13 – Šifrant razredov površja po razdelitvi CORINE (po EEA, 2002).	43
Preglednica 3.14 – Prisotnost površinskih razredov CORINE na obravnavanem območju.....	45
Preglednica 4.1 – Razdelitev tipov plazov v odvisnosti od hitrosti gibanja mase oz. zdrsa (po Ribičič, 2002; po podatkovni bazi plazov, IGGG, 1998).	51
Preglednica 4.2 – Osnovna statistika spremenljivke “Naklon” in njena razdelitev v razrede.	54
Preglednica 4.3 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje vseh plazov.	54
Preglednica 4.4 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje fosilnih plazov.....	56
Preglednica 4.5 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	57
Preglednica 4.6 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje tipa počasnega plazenja.....	57
Preglednica 4.7 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje trenutnih zdrsov.	58
Preglednica 4.8 – Osnovna statistika spremenljivke “Nadmorska višina – N. m. višina” in njena razdelitev v razrede.....	61
Preglednica 4.9 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin na pojavljanje vseh plazov.....	61
Preglednica 4.10 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na pojavljanje fosilnih plazov.	63
Preglednica 4.11 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	64
Preglednica 4.12 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na tip počasnega plazenja.	64
Preglednica 4.13 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na pojavljanje trenutnih zdrsov.....	65
Preglednica 4.14 – Osnovna statistika spremenljivke “Usmerjenost” in njena razdelitev v razrede.....	67
Preglednica 4.15 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje vseh plazov.	67
Preglednica 4.16 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje fosilnih plazov.	69
Preglednica 4.17 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	69
Preglednica 4.18 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje počasnih plazenj.	70
Preglednica 4.19 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje trenutnih zdrsov.	71
Preglednica 4.20 – Osnovna statistika spremenljivke “Ukrivljenost” pobočij in njena razdelitev v razrede.	73
Preglednica 4.21 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje vseh plazov.	74
Preglednica 4.22 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje fosilnih plazov.	76
Preglednica 4.23 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	77
Preglednica 4.24 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje počasnih plazenj.	77
Preglednica 4.25 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje trenutnih zdrsov.	78
Preglednica 4.26 – Pojavljanje tipov plazov na litoloških enotah obravnavanega območja.	80
Preglednica 4.27 – χ^2 test vpliva litologije na pojavljanje vseh plazov.....	80
Preglednica 4.28 – Pomembnost litoloških enot za pojavljanje vseh plazov (po χ^2 testu). V četrtem stolpcu so s poševnimi števili označene enote, ki bi se morale po svojih inženirskogeoloških lastnostih nahajati v spodnjem delu preglednice.....	83
Preglednica 4.29 – Rezultati χ^2 testa pojavljanja posameznih tipov plazov na litoloških enotah.....	84
Preglednica 4.30 – Soodvisnost med plazovi, litologijo in nagibi pobočij na obravnavanem območju. Vrednosti nagibov so prikazane z razredi in podane v stopinjah.	85
Preglednica 4.31 – Osnovna statistika spremenljivke “Odd_gmeja”.	90

Preglednica 4.32 – Logaritmirane vrednosti spremenljivke “Odd_gmej” in razdelitev v razrede.	91
Preglednica 4.33 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje vseh plazov.	91
Preglednica 4.34 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje fosilnih plazov.	93
Preglednica 4.35 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	93
Preglednica 4.36 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje počasnih plazenj.	94
Preglednica 4.37 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje trenutnih zdrsov.	95
Preglednica 4.38 – Osnovna statistika spremenljivke “Odd_struktur” in logaritmirane vrednosti.	96
Preglednica 4.39 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje vseh plazov.	97
Preglednica 4.40 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje fosilnih plazov.	98
Preglednica 4.41 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	99
Preglednica 4.42 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje počasnih plazenj.	100
Preglednica 4.43 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje trenutnih zdrsov.	101
Preglednica 4.44 – Osnovna statistika spremenljivke “Odd_vode” in logaritmirane vrednosti.	102
Preglednica 4.45 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje vseh plazov.	103
Preglednica 4.46 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje fosilnih plazov.	104
Preglednica 4.47 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	105
Preglednica 4.48 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje počasnih plazenj.	106
Preglednica 4.49 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje trenutnih zdrsov.	107
Preglednica 4.50 – Pojavljanje tipov plazov na površinskih tipih obravnavanega območja (po nomenklaturi CORINE).	112
Preglednica 4.51 – χ^2 test vpliva površinskih tipov na pojavljanje vseh plazov.	112
Preglednica 4.52 – Pomembnost razredov CORINE za pojavljanje vseh plazov (po χ^2 testu). Razredi so razvrščeni po možnosti pojavljanja plazov.	114
Preglednica 4.53 – Rezultati χ^2 testa pojavljanja posameznih tipov plazov na površinskih tipih nomenklature CORINE.	114
Preglednica 4.54 – Rezultati testiranja lokacij vseh plazov s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,3324$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,647339$, $\alpha=0,95$; $df = 613$).	116
Preglednica 4.55 – Rezultati testiranja lokacij fosilnih plazov s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,332436$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,667916$, $\alpha=0,95$; $df = 67$).	117
Preglednica 4.56 – Rezultati testiranja lokacij plazov, ki se gibljejo s prekinitvami s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,335433$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,648560$, $\alpha=0,95$; $df = 412$).	117
Preglednica 4.57 – Rezultati testiranja lokacij počasnih plazenj s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,394801$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,672522$, $\alpha=0,95$; $df = 56$).	118
Preglednica 4.58 – Rezultati testiranja lokacij trenutnih zdrsov s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,391229$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,671093$, $\alpha=0,95$; $df = 59$).	118
Preglednica 4.59 – Stopnje tveganja (p) ob upoštevanju vpliva posameznih spremenljivk na pojavljanje vseh plazov in tipov plazov. Interval zaupanja je $\alpha = 95\%$ ($p_{kritična} = 0,05$).	120
Preglednica 4.60 – Povzetek rezultatov testov vpliva posamezne spremenljivke na pojavljanje plazovitih območij – za vse plazove in za posamezne tipe plazov. Interval zaupanja je $\alpha = 95\%$ ($p_{kritična} = 0,05$).	120
Preglednica 5.1 – Največje vrednosti OIF za posamezne podobe.	133
Preglednica 5.2 – Podobe s tremi največjimi vrednostmi indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK).	146
Preglednica 5.3 – Lastnosti podobe 345.	148
Preglednica 5.4 – Razporejenost plazov po razredih in kumulativna krivulja števila plazov po razredih.	148
Preglednica 5.5 – Razdelitev vrednosti na $(D-P)^2/P$ razrede.	149
Preglednica 6.1 – Rezultati korelacije spremenljivk na celotnem obravnavanem ozemlju (metoda Pearsonovega korelacijskega koeficienta r).	155
Preglednica 6.2 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah vseh plazov (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).	156
Preglednica 6.3 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah fosilnih plazov (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).	156
Preglednica 6.4 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).	156
Preglednica 6.5 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah počasnih plazenj (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).	157
Preglednica 6.6 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah trenutnih zdrsov (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).	157
Preglednica 6.7 – Opis neodvisnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah.	158

Preglednica 6.8 - Rezultati korelacije statističnih derivatov spremenljivk oddaljenosti za glavne pobočne enote s plazovi (metoda Pearsonovega korelacijskega koeficienta r). Signifikativne vrednosti so predstavljene z odebeljenimi vrednostmi.	160
Preglednica 6.9 – Rezultati faktorjske analize za podatke učnega niza plazov vseh tipov za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorjske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “ $R_{\text{več}}$ ” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.	162
Preglednica 6.10 – Rezultati faktorjske analize za podatke učnega niza fosilnih plazov za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorjske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “ $R_{\text{več}}$ ” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.	163
Preglednica 6.11 – Rezultati faktorjske analize za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorjske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “ $R_{\text{več}}$ ” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.	164
Preglednica 6.12 – Rezultati faktorjske analize za podatke učnega niza počasnih plazenj za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorjske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “ $R_{\text{več}}$ ” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.	165
Preglednica 6.13 – Rezultati faktorjske analize za podatke učnega niza trenutnih zdrsov za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorjske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “ $R_{\text{več}}$ ” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.	166
Preglednica 6.14 – Relacije med odvisno spremenljivko ($P_{\text{PLAZ_LN}}$) in neodvisnimi spremenljivkami za posamezne tipe plazov. Stopnja zaupanja je $\alpha = 0,05$	172
Preglednica 6.15 – Standardne vrednosti ocen odnosa med opazovanima spremenljivkama (Saaty, 1977 & 1988).	176
Preglednica 6.16 – Opisi najboljših napovedovalnih modelov in rezultati testa njihove natančnosti.	178
Preglednica 6.17 – Vrednosti uteži spremenljivk pri najboljših modelih.	180
Preglednica 6.18 – Pomen prostorskih dejavnikov pri pojavljanju posameznih tipov plazov in pri vseh plazovih skupaj v primeru linearnih modelov.	181
Preglednica 6.19 – Razvrstitev rezultatov modelov po razredih.	187
Preglednica 6.20 – χ^2 test napovedi pojavljanja vseh plazov z modelom Mu_vp_03	188
Preglednica 6.21 – χ^2 test napovedi pojavljanja fosilnih plazov z modelom Mu_p1_03	190
Preglednica 6.22 – χ^2 test napovedi pojavljanja plazov, ki se gibljejo s prekinitvami z modelom Mu_p2_03 . ..	191
Preglednica 6.23 – χ^2 test napovedi pojavljanja počasnih plazenj z modelom Mu_p3_03_1	192
Preglednica 6.24 – χ^2 test napovedi pojavljanja trenutnih zdrsov z modelom Mu_p5_08_2	194
Preglednica 6.25 – χ^2 test napovedi pojavljanja vseh plazov z modelom maksimumov najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max	195
Preglednica 6.26 – Deleži posredno ogroženega prebivalstva na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.	196
Preglednica 6.27 – Dolžine posameznih tipov cestišč na obravnavanem območju.	198
Preglednica 6.28 – Deleži ogroženih avtocest na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.	199
Preglednica 6.29 – Deleži ogroženih cest na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.	200
Preglednica 6.30 – Deleži ogroženih poti na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.	200
Preglednica 6.31 – Deleži ogroženih kolovozov na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.	201
Preglednica 6.32 – Deleži ogroženih pešpoti in konjskih stez na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.	201
Preglednica 6.33 – Povprečne površine neposredno ogroženih območij.	204
Preglednica 10.1 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema vse plazove ($n = 614$).	Priloge - 4
Preglednica 10.2 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema fosilne plazove ($n = 68$).	Priloge - 5
Preglednica 10.3 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema plazove, ki se gibljejo s prekinitvami ($n = 413$).	Priloge - 5

Preglednica 10.4 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema počasi plazeče se plazove (n = 57).	Priloge - 6
Preglednica 10.5 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema trenutne zdrse (n = 60).	Priloge - 6
Preglednica 10.6 – Osnovne značilnosti vrednosti celic posameznih kanalov uporabljenih podob.	Priloge - 9
Preglednica 10.7 – Vrednosti OIF za podobo Landsat TM5, kanali 1-5 in 7.	Priloge - 10
Preglednica 10.8 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (158). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).	Priloge - 11
Preglednica 10.9 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (159). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).	Priloge - 11
Preglednica 10.10 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (160). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).	Priloge - 12
Preglednica 10.11 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (160). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA), nova podoba pa je bila nato analizirana na 6 med seboj neodvisnih komponent z metodo glavnih komponent (PCA).	Priloge - 12
Preglednica 10.12 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 s prvo komponento podobe MK-4, analizirane z metodo glavnih komponent (PCA). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).	Priloge - 13
Preglednica 10.13 – Vrednosti OIF za združeno podobo posnetka Landsat TM5 in prve komponente podobe MK-4, ki je bila analizirana z metodo glavnih komponent in “očiščena” šuma. Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).	Priloge - 13
Preglednica 10.14 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 s prvo komponento podobe MK-4, analizirane z metodo glavnih komponent (PCA). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA), vrednosti pa transformirane z metodo Tassel Cap.	Priloge - 14
Preglednica 10.15 – Vrednosti OIF za združeno podobo posnetka Landsat TM5 in prve komponente podobe MK-4, ki je bila analizirana z metodo glavnih komponent in “očiščena” šuma. Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA), vrednosti pa transformirane z metodo Tassel Cap.	Priloge - 14
Preglednica 10.16 – Osnovne značilnosti uporabljenih zloženk.	Priloge - 15
Preglednica 10.17 – Vrednosti indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK) za posamezne podobe.	Priloge - 22
Preglednica 10.18 – Tri največje vrednosti indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK).	Priloge - 25
Preglednica 10.19 – Natančnejši opis razredov klasificirane satelitske podobe 345.	Priloge - 26
Preglednica 10.20 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza vseh plazov (n = 378). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 34
Preglednica 10.21 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza vseh plazov.	Priloge - 34
Preglednica 10.22 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov (n = 385). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 35
Preglednica 10.23 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov.	Priloge - 35
Preglednica 10.24 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov (n = 390). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 36
Preglednica 10.25 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov.	Priloge - 36
Preglednica 10.26 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plazu 1) (n = 28). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 37
Preglednica 10.27 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plazu 1).	Priloge - 38
Preglednica 10.28 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plazu 1) (n = 40). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 38
Preglednica 10.29 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plazu 1).	Priloge - 39
Preglednica 10.30 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plazu1) (n = 44). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 39
Preglednica 10.31 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plazu1).	Priloge - 39
Preglednica 10.32 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitevami (tip plazu 2) (n = 250). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 40

Preglednica 10.33 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plazu 2).	Priloge - 41
Preglednica 10.34 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plazu 2) (n = 257). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 41
Preglednica 10.35 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plazu 2).	Priloge - 42
Preglednica 10.36 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plazu 2) (n = 346). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 42
Preglednica 10.37 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plazu 2).	Priloge - 43
Preglednica 10.38 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) (n = 16). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 43
Preglednica 10.39 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).	Priloge - 44
Preglednica 10.40 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) (n = 24). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 45
Preglednica 10.41 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).	Priloge - 45
Preglednica 10.42 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) (n = 32). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 46
Preglednica 10.43 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).	Priloge - 46
Preglednica 10.44 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) (n = 19). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 46
Preglednica 10.45 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5).	Priloge - 47
Preglednica 10.46 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) (n = 27). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 48
Preglednica 10.47 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5).	Priloge - 48
Preglednica 10.48 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) (n = 32). Signifikativne vrednosti so poudarjene.	Priloge - 49
Preglednica 10.49 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).	Priloge - 49
Preglednica 10.50 – Opisi najboljših napovedovalnih modelov in rezultati testa njihove natančnosti.	Priloge - 50

SEZNAM SLIK

Slika 1.1 – Shema poteka izdelave modela napovedi plazovitih območij, karte nevarnosti in ocene ogroženosti.	2
Slika 2.1 – Prostorski in časovni dejavniki, ki pogojujejo pojavljanje plazov.	8
Slika 2.2 – Analiza sil vzdolž drsne ploskve (Ribičič, 2002).	9
Slika 2.3 – Osnovna delitev tipov plazenja in nekaj njihovih vzrokov (Geological Survey Branch B.C., 1999).	10
Slika 2.4 – Lezenje kot posledica neugodno usmerjene plastovitosti (Geological Survey Branch B.C., 1999).	11
Slika 2.5 – Plazenje materiala na pobočju iz izotropnega materiala, vključuje tudi rotacijsko plazenje (Geological Survey Branch B.C., 1999).	11
Slika 2.6 – Translacijsko plazenje (Geological Survey Branch B.C., 1999).	12
Slika 2.7 – Zemeljski tokovi nastanejo zaradi spremembe konsistence materiala zaradi povečane količine vode v materialu (Geological Survey Branch B.C., 1999 in Ribičič, 2002).	12
Slika 2.8 – Skalni podori in prevračanje materiala po pobočju (Geological Survey Branch B.C., 1999).	13
Slika 2.9 – Splošni opis plazu (Ribičič, 2001a).	13
Slika 2.10 – Poškodbe na poslopju, ki stoji na plazu. Objekt se nahaja pri vasi Gorje nad Cerknim.	14
Slika 2.11 – Poškodbe na cestišču. Na sliki je opazen zgornji odlomni rob plazu. Plaz se nahaja na cesti Gorje – Grahovo.	14
Slika 2.12 – Poškodbe na cestišču. Na sliki sta vidni obe stranski drsni razpoki plazu. Plaz se nahaja na cesti Gorje – Grahovo.	15
Slika 3.1 – Položaj obravnavanega območja.	24
Slika 3.2 – Digitalni model višin obravnavanega območja (cca. 35×35 km ²).	24
Slika 3.3 – Prikaz lokacij 614-ih plazov na obravnavanem območju. Slika predstavlja enostavno karto pojavov plazenj za obravnavano območje.	25
Slika 3.4 – Barvna zloženka TM 5 spektralnih kanalov 4, 3 in 2 (<i>ang. false color composition</i>) prikazana s sivimi odtenki.	30
Slika 3.5 – Barvna zloženka spektralnih kanalov MK-4 158, 159 in 160 prikazana s sivimi odtenki.	32
Slika 3.6 – Postopek usklajevanja litostratigrafskih enot z obravnavanega območja.	34
Slika 3.7 – Povprečne letne padavine v Sloveniji za obdobje 1961–1990. Obravnavano območje se nahaja znotraj označenega območja.	41
Slika 3.8 – Karta maksimalnih 24-urnih padavin s povratno dobo 100-tih let.	42
Slika 4.1 – Porazdelitev naklonov pobočij na obravnavanem ozemlju ob upoštevanju območij brez naklonov.	53
Slika 4.2 – Prikaz območij brez naklona in usmerjenosti.	53
Slika 4.3 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na naklon pobočja.	55
Slika 4.4 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od naklona. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 17,3342^\circ$; $\delta^2 = 107,2571$).	56
Slika 4.5 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na naklon pobočja.	57
Slika 4.6 – Korelacija pojavov plazenj, ki se gibljejo s prekinitvami glede na naklon pobočja.	58
Slika 4.7 – Korelacija pojavov tipa počasnega plazenja glede na naklon pobočja.	58
Slika 4.8 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na naklon pobočja.	59
Slika 4.9 – Porazdelitev absolutnih nadmorskih višin na obravnavanem ozemlju (v km ²).	60
Slika 4.10 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na nadmorsko višino lokacije.	61
Slika 4.11 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od nadmorske višine. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 667,1$ m; $\delta^2 = 70490,88$).	62
Slika 4.12 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na nadmorsko višino lokacije.	63
Slika 4.13 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na nadmorsko višino lokacije.	64
Slika 4.14 – Korelacija pojavov plazov, tipa počasnega plazenja glede na nadmorsko višino lokacije.	65
Slika 4.15 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na nadmorsko višino lokacije.	66
Slika 4.16 – Porazdelitev orientacij pobočij obravnavanega območja na osem glavnih smeri neba. Površine so podane v km ² , površina območja brez orientacije je 32,01 km ² .	67
Slika 4.17 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na usmerjenost pobočij.	68
Slika 4.18 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od usmerjenosti pobočja. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 172,33^\circ$, $\delta^2 = 10389,725$).	68
Slika 4.19 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na usmerjenost pobočij.	70
Slika 4.20 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na usmerjenost pobočij.	70
Slika 4.21 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na usmerjenost pobočij.	71
Slika 4.22 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na usmerjenost pobočij.	71
Slika 4.23 – Porazdelitev ukrivljenosti pobočij na obravnavanem območju. Površine so podane v km ² . Ukrivljenost pobočja je podana v vrednostih brez enot.	72

Slika 4.24 – Simbolni prikaz ukrivljenosti pobočja, njen konveksni, konkavni in prevojni (sredinski) del. Krivulja ne prikazuje dejanske oblike pobočij.	73
Slika 4.25 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na ukrivljenost pobočij.	74
Slika 4.26 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od ukrivljenosti pobočja. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 0,000042$, $\delta^2 = 1,268835$).	75
Slika 4.27 – Pojavljanje plazov po osnovnih razredih ¹⁷ . Vrednosti ukrivljenosti na lokacijah plazov so prikazane s stolpci, vrednosti ukrivljenosti vseh lokacij pa s krivuljo. Opazen je zamik vrednosti vzorca v levo, proti konkavnemu delu.	75
Slika 4.28 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na ukrivljenost pobočij.	76
Slika 4.29 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na ukrivljenost pobočij.	77
Slika 4.30 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na ukrivljenost pobočij.	78
Slika 4.31 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na ukrivljenost pobočij.	78
Slika 4.32 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na litološke enote.	81
Slika 4.33 – Krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od litološke enote. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 8,922924$, $\delta^2 = 42,25776$).	82
Slika 4.34 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote nanosi rek in potokov.	86
Slika 4.35 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote pobočni grušč.	87
Slika 4.36 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote “glinasti skrilavec” in podrejeno druge kamnine.	87
Slika 4.37 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote apnenec in dolomit.	87
Slika 4.38 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote dolomit.	87
Slika 4.39 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote psevdofilski skladi.	88
Slika 4.40 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote peščenjak, argilit, tuf.	88
Slika 4.41 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote kisli in bazični piroklastiti.	88
Slika 4.42 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote peščenjak, “glinasti skrilavec”, alevrolit, konglomerat, lapor.	88
Slika 4.43 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote laporni apnenec, dolomit, peščen “skrilavec” ...	89
Slika 4.44 – Porazdelitev vrednosti oddaljenosti od geoloških mej.	90
Slika 4.45 – Kumulativna krivulja logaritmiranih podatkov o oddaljenosti lokacij plazov od geoloških mej. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,502932$, $\delta^2 = 1,83727$).	91
Slika 4.46 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na oddaljenost od geoloških mej.	92
Slika 4.47 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na oddaljenost od geoloških mej.	93
Slika 4.48 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na oddaljenost od geoloških mej. ...	94
Slika 4.49 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na oddaljenost od geoloških mej.	94
Slika 4.50 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na oddaljenost od geoloških mej.	95
Slika 4.51 – Porazdelitev vrednosti oddaljenosti od strukturnih elementov.	96
Slika 4.52 – Kumulativna krivulja logaritmiranih podatkov o oddaljenosti lokacij plazov od strukturnih elementov. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,566442$; $\delta^2 = 1,6593$).	97
Slika 4.53 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na oddaljenost od strukturnih elementov.	98
Slika 4.54 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na oddaljenost od strukturnih elementov.	99
Slika 4.55 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na oddaljenost od strukturnih elementov.	100
Slika 4.56 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na oddaljenost od strukturnih elementov.	100
Slika 4.57 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na oddaljenost od strukturnih elementov.	101
Slika 4.58 – Porazdelitev vrednosti oddaljenosti od površinskih vodnih tokov.	102
Slika 4.59 – Kumulativna krivulja logaritmiranih podatkov o oddaljenosti lokacij plazov od površinskih vod. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,318308$; $\delta^2 = 1,43739$).	103
Slika 4.60 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na oddaljenost od površinskih vod.	104
Slika 4.61 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na oddaljenost površinskih vod.	105
Slika 4.62 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na oddaljenost površinskih vod. ...	106
Slika 4.63 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na oddaljenost površinskih vod.	106
Slika 4.64 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na oddaljenost površinskih vod.	107
Slika 4.65 – Količine 30-dnevni, 72-urni in povprečni mesečni padavin za drugo polovico leta 1993 (a) in za obdobje avgust in september 1993 (po MOP – ARSO, 2002 in Zupančič, 1995).	109
Slika 4.66 – Količine maksimalnih 24-urnih padavin po mesecih v letu 1993 na štirih meteoroloških postajah na obravnavanem območju (Fazarinc & Kovačič, 2000).	109

Slika 4.67 – Frekvenca pojavljanja plazov po posameznih tipih v odvisnosti od količine prisotne vlage v plazišču ali njegovi neposredni bližini. Vrednost ordinatne osi predstavlja odstotek plazov znotraj posameznega tipa plazov.	111
Slika 4.68 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na površinske tipe po nomenklaturi CORINE.	113
Slika 4.69 – Krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od površinskega tipa po nomenklaturi CORINE. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,36021$, $\sigma^2 = 20,2525$).	113
Slika 5.1 – Primerjava rezultatov analiz podob s šumom (MK) in brez njega (MKN). Le v 51,1 % primerov so dale slednje podobe boljše rezultate pri klasifikaciji. Rezultati so prikazani za 92 podob, ki so bile analizirane pred in po uporabi filtra za odstranjevanje šuma. Vrednosti IUK so izračunane po metodi, predstavljeni v poglavju 5.5.2.	125
Slika 5.2 – Barvni prostor $L^*a^*b^*$. Vrednost L^* predstavlja osvetljenost, vrednost a^* prehod med zeleno in rdečo barvo in b^* prehod med modro in rumeno barvo. Na manjši sliki je prikazan barvni prostor RGB.	130
Slika 5.3 – Satelitska podoba Kranja in okolice (TM5, kanali – 1, 4 in 5) (a), prikaz vrednosti celic podobe v RGB barvnem prostoru (b) in v CIE $L^*a^*b^*$ barvnem prostoru.	130
Slika 5.4 – Zloženka iz 4., 3. in 2. kanala satelitske podobe <i>tm5_res_merge</i> v RGB barvnem prostoru, prikazana s sivimi odtenki.	131
Slika 5.5 – Zloženka iz 4., 3. in 2. kanala satelitske podobe <i>tm5_res_merge</i> v CIE $L^*a^*b^*$ barvnem prostoru, prikazana s sivimi odtenki.	131
Slika 5.6 – Vrednosti OIF za podobe, pri katerih se pri vrhu pojavljajo enake barvne zloženke.	135
Slika 5.7 – Vrednosti indeksa uspešnosti klasifikacije (IUK) za 20 zloženek 9-ih osnovnih podob, razvrščenih od največjega OIF na levi do najmanjšega OIF na desni. Slike prikazujejo nepovezanost med vrednostmi OIF posameznih kombinacij kanalov (prikazani na abscisni osi) z uspešnostjo klasifikacije plazovitih območij. Indeks uspešnosti klasifikacije je izračunan po enačbi 5.11.	135
Slika 5.8 – Razmerje med površino, ki jo zasedajo razredi (oz. gruče) s plazovi, in napako klasifikacije. Podatki zajemajo rezultate za 418 različnih podob.	137
Slika 5.9 – Razlika med nenadzirano in nadzirano klasifikacijo pri določanju gruč s plazovi.	139
Slika 5.10 – Rezultati nenadzirane klasifikacije za 58 kombinacij barvnih zloženek. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zloženek, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženke.	140
Slika 5.11 – Rezultati za 50 najbolje uvrščenih kombinacij barvnih zloženek, klasificiranih z metodo “ARC”. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zloženek, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženke.	142
Slika 5.12 – Osnovni kanali zloženke, sestavljene iz prve (91,61 %), tretje (2,61 %) in četrte (1 %) glavne komponente podobe <i>tm5b_160_pca</i> . Vrednosti v oklepajih podajajo deleže komponent v skupni varianci. Podobe so orientirane proti severu, dolžina spodnje stranice pa znaša 32 kilometrov.	142
Slika 5.13 – Tretji, četrti in peti kanal osnovne podobe <i>tm5_res_merge</i> , ki sestavljajo najuspešnejšo zloženko <i>lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024</i> . Podobe so orientirane proti severu, dolžina spodnje stranice pa znaša 32 kilometrov.	142
Slika 5.14 – Rezultati za 50 najbolje uvrščenih kombinacij barvnih zloženek, klasificiranih z metodo “LAB_ARC”. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zloženek, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženke.	143
Slika 5.15 – Prvi, tretji, četrti in šesti kanal osnovne podobe in <i>tm5_mkn_pca</i> , obdelane z metodo Tassel cap ²⁶ . Podobe so orientirane proti severu, dolžina spodnje stranice pa znaša 32 kilometrov.	143
Slika 5.16 – Rezultati metode RGB gruč za osnovnih 58-ih zloženek. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zloženek, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženke.	144
Slika 5.17 – Vrednosti indeksa uspešnosti klasifikacije (IUK) za 20 zloženek 9-ih osnovnih podob, dobljenih neposredno z metodo RGB gruč (IUK_ARC) in po obdelavi z CIE $L^*a^*b^*$ modelom (IUK_ARC_ $L^*a^*b^*$). Vrednosti na sliki so razvrščene od najmanjšega IUK_ARC_ $L^*a^*b^*$ na levi, do največjega na desni. Slike kažejo, da dajo zloženke, obdelane z drugo metodo, boljše rezultate. Trditev ne drži le v primeru osnovne podobe <i>tm5_160_pca</i> . Indeks uspešnosti klasifikacije je bil izračunan po enačbi 5.11.	145
Slika 5.18 – Podoba <i>lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024</i> je dala najboljše rezultate pri napovedi plazov. Sestavljajo jo kanali 3, 4 in 5, satelitske podobe Landsat-5 TM, združene s prvo glavno komponento (PCA1) podobe s satelita Resurs-F2. Obdelana je bila z CIE $L^*a^*b^*$ modelom in nato klasificirana z metodo RGB gruč.	147
Slika 5.19 – Satelitska podoba 345 (Slika 5.18), razdeljena na 33 razredov glede na možnost pojavljanja plazov.	149
Slika 5.20 – Korelacija vseh plazov glede na razrede satelitskega posnetka 345.	150
Slika 5.21 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na razrede satelitskega posnetka 345.	150
Slika 5.22 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na razrede satelitskega posnetka 345.	150
Slika 5.23 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na razrede satelitskega posnetka 345.	151

Slika 5.24 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na razrede satelitskega posnetka 345.....	151
Slika 6.1 – Porazdelitev vrednosti verjetnosti pojavljanja plazov.....	167
Slika 6.2 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od največjega naklona pobočja.	168
Slika 6.3 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od srednje vrednosti naklonov pobočja.	169
Slika 6.4 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od standardnega odklona naklonov pobočja.	169
Slika 6.5 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od največje absolutne ukrivljenosti pobočja.	169
Slika 6.6 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od srednje vrednosti uklonov pobočja.	170
Slika 6.7 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od standardnega odklona ukrivljenosti pobočja.	170
Slika 6.8 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od cosinusnih vrednosti povprečnih usmerjenosti pobočja.....	170
Slika 6.9 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od povprečne oddaljenosti pobočja od najbližje geološke meje.	171
Slika 6.10 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od povprečne oddaljenosti pobočja od strukturnih elementov.....	171
Slika 6.11 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od povprečne oddaljenosti pobočja od površinskih vodnih tokov.	171
Slika 6.12 – Vrednosti napak posameznih napovedovalnih modelov – I.del.	178
Slika 6.13 – Vrednosti napak posameznih napovedovalnih modelov – II.del.....	178
Slika 6.14 – Deleži prostorskih dejavnikov pri linearnih modelih.	182
Slika 6.15 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_vp_03, ki predstavlja verjetnost pojavljanja vseh plazov skupaj.....	183
Slika 6.16 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p1_03, ki predstavlja verjetnost pojavljanja fosilnih plazov.	183
Slika 6.17 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p2_03, ki predstavlja verjetnost pojavljanja plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.	184
Slika 6.18 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p3_03_1, ki predstavlja verjetnost pojavljanja počasnih plazenj.	184
Slika 6.19 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p5_03_1, ki predstavlja verjetnost pojavljanja trenutnih zdrsov. Uteži modela so določene na osnovi rezultatov faktorske analize.	185
Slika 6.20 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p5_08_2, ki predstavlja verjetnost pojavljanja trenutnih zdrsov. Uteži modela so določene na osnovi rezultatov regresijske analize.	185
Slika 6.21 – Grafični prikaz razlike med napovedovalnim modelom Mu_vp_03 in največjo skupno stopnjo tveganja pred posamičnimi tipi plazov (maksimum najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max).	186
Slika 6.22 – Pojavljanje vseh plazov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_vp_03).....	188
Slika 6.23 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev vseh plazov po teh razredih (model Mu_vp_03).	188
Slika 6.24 – Pojavljanje fosilnih plazov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p1_03).....	189
Slika 6.25 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev fosilnih plazov po teh razredih (model Mu_p1_03).....	189
Slika 6.26 – Pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p2_03).....	190
Slika 6.27 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev plazov, ki se gibljejo s prekinitvami po teh razredih (model Mu_p2_03).....	191
Slika 6.28 – Pojavljanje počasnih plazenj po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p3_03_1).....	192
Slika 6.29 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev počasnih plazenj po teh razredih (model Mu_p3_03_1).....	192
Slika 6.30 – Pojavljanje trenutnih zdrsov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p5_08_2).....	193
Slika 6.31 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev trenutnih zdrsov po teh razredih (model Mu_p5_08_2).....	193

Slika 6.32 – Pojavljanje vseh plazov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (maksimum najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max).	194
Slika 6.33 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev vseh plazov po teh razredih (maksimum najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max). ...	195
Slika 6.34 – Grafični prikaz odvisnosti poseljenosti na obravnavanem območju glede na stopnje ogroženosti pred vsemi (a) in posamičnimi tipi plazov (b – fosilni plazovi; c – plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami; č – počasna plazenja; d – trenutni zdrsi).	197
Slika 6.35 – Deleži prebivalstva po razredih stopenj ogroženosti in posameznih modelih.	198
Slika 6.36 – Deleži dolžin avtocest po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.	199
Slika 6.37 – Deleži dolžin cest po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.	200
Slika 6.38 – Deleži dolžin poti po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.	202
Slika 6.39 – Deleži dolžin kolovozov po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.	202
Slika 6.40 – Deleži dolžin pešpoti in konjskih stez po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.	203
Slika 6.41 – Površine neposredno ogroženih območij (km ²).	204
Slika 10.1 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na naklon pobočja.	Priloge - 1
Slika 10.2 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na nadmorsko višino lokacije.	Priloge - 1
Slika 10.3 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na ukrivljenost pobočja.	Priloge - 2
Slika 10.4 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na usmerjenost pobočja.	Priloge - 2
Slika 10.5 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na litološke enote.	Priloge - 2
Slika 10.6 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na logaritmiranje vrednosti oddaljenosti od geoloških mej.	Priloge - 3
Slika 10.7 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na logaritmiranje vrednosti oddaljenosti od strukturnih elementov.	Priloge - 3
Slika 10.8 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na logaritmiranje vrednosti oddaljenosti od površinskih vod.	Priloge - 3
Slika 10.9 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na razrede nomenklature CORINE.	Priloge - 4
Slika 10.10 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na razrede satelitske podobe 345.	Priloge - 4
Slika 10.11 – Shema modela pretvorbe RGB v CIE L*a*b*.	Priloge - 8
Slika 10.12 – Grafični prikaz vrednosti celic posameznih kanalov uporabljenih podob.	Priloge - 10
Slika 10.13 – Histogrami kanalov 3, 4 in 5 podobe <i>lab_345_mkn_pca1_arc_158</i> . Na zgornji abscisi so podane najmanjša, srednja in največja vrednost celic podobe 158 znotraj enega kanala.	Priloge - 25
Slika 10.14 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza vseh plazov.	Priloge - 35
Slika 10.15 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza vseh plazov po metodi vključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 36
Slika 10.16 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza vseh plazov po metodi izključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 37
Slika 10.17 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1).	Priloge - 38
Slika 10.18 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 39
Slika 10.19 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 40
Slika 10.20 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2).	Priloge - 41
Slika 10.21 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 42
Slika 10.22 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 43
Slika 10.23 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plaz 3).	Priloge - 44

Slika 10.24 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 45
Slika 10.25 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 46
Slika 10.26 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5).	Priloge - 47
Slika 10.27 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 48
Slika 10.28 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.	Priloge - 49

Predgovor

Kako ravnati, kako se braniti pred ogrožajočimi naravnimi pojavi? Odgovor je jasen. Pojav je treba čimbolj natančno proučevati in spoznati, ga evidentirati, postaviti (praviloma zakonsko regulirano) strategijo »obrambe« pred njim in nato to strategijo tudi izvajati. Ne glede ali gre za poplave, vremenske ujme, snežne ali zemeljske plazove je pristop podoben. Monografijo dr. Marka Komaca »**Napoved verjetnosti plazov z analizo satelitskih in drugih prostorskih podatkov**«, lahko uvrstimo v tisti del obrambe pred zemeljskimi plazovi, ki sodi že v drugi korak. Če je prvi korak evidentiranje prostorskega širjenja pojava, značilnosti vsakega zemeljskega plazu posebej, je drugi korak že usmerjen v proučevanje in napoved posledic tega pojava na okolje in za človeka.

Preden globlje posežemo v tematiko napovedi, je treba opredeliti, kaj sploh je zemeljski plaz. Zemeljski plaz je najširši pojem za gibanje dela zemeljskega površja pod vplivom gravitacije iz višje lege v nižjo lego in zajema zelo različne pojave porušanja naravnega ravnotežja na terenu. Druga pobočna premikanja zajemajo poleg zemeljskih plazov tudi vse druge pojave transporta zemeljskih mas po pobočju oziroma strugah vodotokov. Različne vrste pobočnih premikanj in njihovo imenovanje, vključno s plazovi, je terminološko obdelal Skaberne (Ujma, in Geologija 2001, 89-100).

Če želimo napovedati tveganje pred plazovi, kar je tudi glavna tema monografije, je treba za različne vrste plazov opredeliti stopnjo ogrožanja narave in človeka v odvisnosti od prostorskih dejavnikov, ki plaz povzročajo in kako ravnati, da odpravimo njegovo nevarnost za okolje ali da se jim izognemo. Klasične delitve plazov so podane v drugem poglavju monografije.

Kakšna bo stopnja ogrožanja plazov je odvisna od naslednjih značilnosti pojava:

- velikost pojava: čim večje mase so vključene v premikanje, bolj je pojav ogrožajoč in težje ga je preprečevati,
- pogostost dogajanja: večja pogostost dogajanja na istem območju nas naredi za pojav občutljive, pojav spremljamo, ga proučujemo, se mu lahko izognemo ali ga saniramo. Nasprotno pa, če se pojav na določenem območju zgodi redko, npr. na vsakih sto let ali redkeje, spomin na dogodek zbledi in s tem tudi naša pozornost.
- hitrost gibanja plazov: čim večja je hitrost gibanja pojava, tem težje se mu je izogniti, hujše so posledice in čas za ustrezno reakcijo za izogibanje ali preprečevanje je krajši,
- oddaljenost mesta delovanja od mesta sproženja: kadar se pojav sproži na oddaljeni, pogosto težko pristopni lokaciji, stran od oči možnih opazovalcev, kar je lahko več kilometrov stran od mesta končnega delovanja, pojav ponavadi pomeni popolno presenečenje na katerega nismo pripravljeni in zaradi tega so lahko posledice zelo hude,
- lokacija pojava, glede na naseljenost: kadar se pojav dogaja na naseljenem območju je človekova ogroženost direktna, v primerjavi s pojavi, ki se zgodijo v odročnih krajih in pogosto niso niti registrirani,

- napovedljivost pojava: če je pojav možno predvideti, tako časovno kot v prostoru, se mu lahko izognemo, oziroma pravočasno reagiramo (nizka stopnja ogrožanja) in obratno, če ga ne moremo, potem je stopnja ogrožanja visoka,
- stopnja poznavanja terena in možnih nastanka ogrožajočih pojavov: kadar je teren dobro raziskan in so obstoječi pojavi registrirani in proučeni, je napoved ogroženosti na območjih, kjer še ni pojava, bolj zanesljiva.

Dr. Marko Komac želi v monografiji z uporabo modernih statističnih orodij, uporabljenih na prostorskih podatkih iz različnih virov za območje zahodno od Ljubljane s prostorsko napovedjo tveganja zmanjšati stopnjo ogroženosti pred plazovi. Tipi plazov, ki nastopajo na tem območju terena spadajo predvsem v zemljinske in preperinske plazove ter usade.

V raznoliki Sloveniji, na drugih območjih nastopajo tudi drugi tipi plazenja. Tudi za njih bo treba, s podobnimi orodji kot jih je uporabil avtor, izdelati napovedi tveganja in na tej osnovi predvideti ukrepe zaščite pred njimi. Glavne vrste plazenja po stopnji ogrožanja delimo na:

Porušitve v hribinah so značilne za naš alpski svet, Karavanke, za soteske vzdolž največjih rek kot je soteska Save med Litijo in Hrastnikom, za območja skalnih narivov, kot je Trnovski gozd. Pogoj za njihov nastanek je zelo strmo ali vertikalno skalno pobočje, ki ga gradi razpokana kompaktna hribina. Porušitve v hribinah delimo na:

Hribinski zdrsi po šibki ploskvi diskontinuitete v hribini (ravninski in klinasti):

So težko napovedljivi; od majhnih do velikih dimenzij; najpogostejše nastane nenaden hiter zdrs pri čemer celotna masa naenkrat zdrsne; redkeje nastopajo zdrsi po valoviti ploskvi v več zaporednih časovnih intervalih z vmesnimi premori; pogostost nastanka hribinskih zdrsov pada z velikostjo pojava; sprožitelj pojava je pogosto potres, ob katerem lahko nastanejo ogromni katastrofalni pojavi,

Hribinski (kamninski) podori ob subvertikalnih stenah iz trdne kamnine:

So težko napovedljivi, posebno čas, ko bo podor nastal; od ogromnih do majhnih pojavov; hitrost gibanja je zaradi navpičnega padanja blokov, skal in kamnov blizu prostemu padu; zgodijo se lahko visoko v alpskih stenah nad dolino; ponavadi so v manj naseljenem hribovitem svetu; pojav je težko napovedljiv, čeprav se ogrožena območja lahko definira. V Sloveniji nastopajo predvsem v alpskem svetu.

Drsenje, prevračanje, kotaljenje in padanje posameznih blokov in kamnov ter zdrsi grušča preko strmih hribinskih brežin:

Pogost pojav pod strmimi skalnimi pobočji, ki največ ogroža ceste, ki tečejo pod njimi. Glede na velikost padajočih skalnih kosov ločimo padanje kamnov (do 1dm^3), skal (do 1m^3) in blokov (nad 1m^3). Padanje kamnov, skal in blokov se v Sloveniji dogaja povsod tam, kjer nastopajo zelo strma pobočja v hribovitem in alpskem svetu in so na pobočjih kamnine odkrite, tako da fizikalno preperevajo.

Porušitve v zemljinah delimo na:

Plazenje po pogojenih conah (ali ploskvah) v zemljini ali na kontaktu zemljine s podložno hribino:

Najbolj pogosta plazenja v Sloveniji, ki nastanejo z gibanjem pobočnega preperinskega materiala po matični podlagi, ki je iz kamnine, ki je podvržena intenzivnemu preperevanju.

Polzenje zemljinskih mas, ki iz izvora plazenja polzijo po pobočju gravitacijsko navzdol (soliflucija):

Nastanejo pod vplivom ekstremnih padavin, ki namočijo glinasto zemljino in jo spremenijo v blatni viskozni tok.

Tokovi iz hribinskega ali zemljinskega materiala, ki se obnašajo kot tekočine:

Tudi ti nastanejo ob dolgotrajnih ekstremnih padavinah. Ponavadi nastanejo iz klasičnih plazov, kjer se premikajoči material toliko prepoji z vodo, da zgubi notranjo strižno trdnost. Pri tem se spremenijo v bolj ali manj hiter tok, ki steče po strugi vodotoka proti dolini. V Sloveniji drobirski tokovi lahko nastanejo predvsem v Alpah in Karavankah. Katastrofalne posledice so posledica izredno hitrega premikanja tokov, glede na klasične plazove in zaradi delovanja daleč od mesta sproženja.

Kadar na te mnogotere različne pojave gledamo iz vidika ogrožanja okolja in človeka jih ponavadi kategoriziramo po velikosti stopnje ogrožanja. Najbolj enostavna kategorizacija je po razredih ogrožanja, npr.:

1. izjemno ogrožajoč
2. precej ogrožajoč
3. zmerno ogrožajoč
4. komaj ogrožajoč
5. neogrožajoč

Pojav je, glede na posamezen faktor, lahko zelo ogrožajoč, toda za človeka je tveganje lahko majhno. Zato je smiselno, kadar izdelujemo napovedi tveganja, uporabiti tudi lestvico stopnje tveganja:

1. izjemno tveganje
2. precejšne tveganje
3. zmerno tveganje
4. nizko tveganje
5. ni tveganja

Tudi v monografiji so uporabljeni razredi, ki pa so statistično opredeljeni.

Ko poznamo vse raznolike pojave plazenja, se vprašamo, kako pristopiti k zaščiti pred plazovi? V Sloveniji je po oceni 6.000 do 10.000 aktivnih plazov (I. posvetovanje o zemeljskih plazovih, Idrija 1997). Registracija in proučevanje tako velikega števila plazov je zaradi omejenosti števila strokovnjakov in finančnih sredstev močno otežena. Zato se večinoma proučujejo le tisti redki plazovi, ki neposredno ogrožajo pomembnejše objekte. Toda za poznavanje vseh razsežnosti pojavljanja plazenja in njegovega vplivanja na okolico je treba v čim večjem številu zajeti vso raznolikost pojavljanja naravnih (ali antropogeno) sproženih pojavov porušitev naravnega ravnotežja. Takrat bomo šele lahko kvalitetno odgovorili na vprašanja, kako je plazenje povezano z geološko zgradbo ali morfologijo terena. Takrat bomo tudi šele lahko argumentirano zaključevali o zaščiti pred plazenjem in tudi predlagali določene ukrepe.

Iz teksta prvega odstavka je jasno razvidno, da bi hoja po terenu in registracija vseh obstoječih plazenj zahtevala več desetletno delo večjega števila strokovnjakov. Pri današnji informacijski tehnologiji pa obstajajo tudi druge hitrejša, čeprav manj natančna, vendar za

pridobitev mnogih koristnih odgovorov zadovoljive metode. Temeljijo na pridobivanju podatkov z daljinskim zaznavanjem (ang. remote sensing) in na statističnih analizah različnih razpoložljivih prostorskih podatkov, ki so bili terensko ali daljinsko pridobljeni od različnih strok, ki se ukvarjajo s prostorskimi podatki. Kot primer lahko vzamemo digitalni model terena, ki je pridobljen s pomočjo letalskega radarskega snemanja površine in geodetske mreže. S statistično analizo želimo ugotoviti, povezavo določenega prostorskega podatka, v našem primeru različne izvedenke iz digitalnega modela terena (nagib terena, nadmorsko višino, usmerjenost pobočij, ukrivljenost površine, in druge), s plazenjem. Zato ne potrebujemo registracije vseh obstoječih plazov, temveč manjšega statistično še zadovoljivega števila, na osnovi katerega s statističnimi metodami (lahko tudi z drugimi orodji, kot je umetna inteligenca) ugotavljamo povezanost med plazenjem in določenim prostorsko razporejenim podatkom. Tako lahko na osnovi digitalnega modela terena ugotavljamo vpliv nagiba terena s pojavljanjem plazenja. Če analizo tako analizo naredimo z zadostnim številom izbranih prostorsko razporejenih podatkov (informacijskih slojev), ki so povezani z pojavom plazenja. Tako pot je izbral tudi avtor, ki nam v tej monografiji v celoti pokaže, kako med seboj statistično povezati različne vire prostorskih podatkov in kako na tej osnovi podati napoved tveganja pred plazovi. S tem je pridobljena nova uporabna metodologija analize plazovitih območij, ki je zelo pomembna za preventivo pred plazovi. Dobljena karta tveganja za veliko območje velikosti 35 x 35 km osrednjega dela Slovenije je praktičen rezultat monografije.

V monografiji dr. Marko Komac napoved tveganja logično izpelje. Najprej opiše splošne osnove o zemeljskih plazenjih. Sledi opis prostorskih podatkov, ki so bili uporabljeni v nalogi in sicer geografski opis obravnavanega območja z uporabljenimi vhodnimi podatkovnimi sloji, opis uporabljenih satelitskih posnetkov, geološke značilnosti terena z delitvijo na uporabljene poligonske enote, karte padavin, CORINE površinske tipe, gostota prebivalstva in cestno omrežje.

Naslednji postopni koraki h končnemu cilju so opisani na kratko po točkah. Za vsak korak tudi navajamo kakšne nove rezultate je prinesel k teoriji proučevanja plazenja in v sistematiki obdelave prostorskih podatkov plazenja:

1. Najprej za vključene dejavnike – povzročitelje plazenja (kot so tip geološke podlage, geomorfološke lastnosti terena, hidrološke razmere na terenu in tip vegetacije oz. tip rabe tal) z metodami univariatne statistike določi vplive posameznih dejavnikov na pojavljanje posameznih tipov plazov (fosilnih, plazenj s prekinitvami, počasnih plazenj in trenutnih zdrsov) in plazov kot celoto.

Rezultati univariatne statistike v monografiji so pokazali, da so za pojavljanje plazov značilno pomembni prostorski podatki o naklonu in ukrivljenosti pobočij, oddaljenost od geoloških mej in oddaljenost od površinskih tokov. Litologija kompleksno vpliva na pojavljanje plazov ker vpliva na oblikovanost terena in geomehanske lastnosti kamnin. Površinski tipi (tip vegetacije), ki so posledica izkoriščanja krajine, pogojujejo pojavljanje plazov v povezavi s človeškim delovanjem. Za ostale testirane spremenljivke ni ugotovljen pomemben vpliv.

2. Sledi ugotavljanje možnosti napovedovanja plazov s pomočjo podatkov daljinskega zaznavanja z visokospektralnimi satelitskimi podobami Landsat-5 TM in visoko-ločljivimi (8 metrov) podobami Resurs-F2 MK-4.

3. V naslednjem poglavju za izbiro najustreznejše kombinacije kanalov za klasifikacijo satelitskih podob in napovedi plazovitih območij ugotavlja uporabnost faktorja največjega vpliva (OIF).

Pri tem je avtor ugotovil, da je analiza satelitskih podob z metodo OIF neuporabna pri napovedovanju plazovitih območij.

4. Nato preuči primernost predanalitične obdelave satelitskih podob z barvnim modelom CIE $L^*a^*b^*$ in rezultate klasifikacij z metodo obdelanih podob primerja z rezultati klasifikacije neobdelanih (surovih) podob.
5. Na podlagi rezultatov uspešnosti klasifikacij poda najprimernejšo kombinacijo kanalov satelitskih podob in najprimernejšo metodo klasifikacije za napoved plazovitih območij na delovnem območju.

Avtor pokaže, da je na obravnavanem ozemlju za napoved plazovitih območij z izbranimi satelitskimi podobami najustreznejši postopek tisti, kjer so podobe TM pretvorjene z modelom CIE $L^*a^*b^*$ in nato po metodi glavnih komponent združene s prvo glavno komponento visokoločljivih podob KM-4. Uspešnost klasifikacije plazovitih in neplazovitih območij, določena na tak način je bila kar 79,2 %. Razredi so bili združeni in ordinalno razvrščeni na osnovi verjetnosti pojavljanja plazov, ki jo je za vsak razred določil s χ^2 testom. Pokazal je tudi, da je ločevanje med posameznimi tipi plazov s pomočjo satelitskih podatkov skoraj nemogoče oz. zelo težavno.

6. Kakšni so medsebojni odnosi med vplivnimi dejavniki razišče z metodami multivariatne statistike in poda njihov relativni prispevek k nastanku oz. pojavu posameznih tipov opazovanega pojava.

Najprej opazovano ozemlje razdeli na glavne pobočne enote in uvede iz obstoječih še 24 izpeljank osnovnih spremenljivk. Na učnem delu vzorca nato določi prispevke spremenljivk, kar je osnova za določitev uteži v procesu izgradnje napovedovalnih modelov.

Faktorska analiza je kot najpomembnejša dejavnika, ki vplivata na pojavljanje plazov, pokazala naklon in litologijo, za nekoliko manj pomembne, pa so se izkazali površinski tipi, ukrivljenost pobočja in bližina površinskih vodnih tokov, bližina strukturnih elementov ter tip ukrivljenosti. Regresijska analiza kot najpomembnejši dejavnik pokaže lastnosti površinskih tipov, največjo ukrivljenost pobočja, njegovo valovitost, največji naklon ter prevladujočo litološka enoto.

7. In končno preuči večje število modelov za napoved potencialnih plazovitih območij na obravnavanem terenu in na osnovi najprimernejšega izbranega napovedovalnega modela izdela karto tveganj pred plazovi na obravnavanem območju ter oceni ogroženost zaradi njihovega pojavljanja.

Skupaj je izdelal 124 modelov, med katerimi so se kot najprimernejši izkazali modeli, dobljeni s faktorsko analizo. Modeliranje pokaže, da sta najpomembnejša vplivna dejavnika litološke lastnosti kamnin in naklon pobočja, sledijo površinski tipi (vegetacija, poraščenost itd.), valovitost terena ter bližina površinskih vodnih tokov in strukturnih elementov. Praktični rezultat modeliranja je napoved, da na zelo ogroženih območjih živi majhen delež

prebivalstva (< 3 %), na ogroženih območjih pa med 20 in 25 % prebivalcev obravnavanega ozemlja. Prebivalstvo najbolj ogrožajo počasna plazenja, najmanj pa trenutni zdrsi. Za ceste velja, da jih je na zelo ogroženih območjih do 3,5%, na ogroženih pa kar okoli 50 %.

Skozi celotno delo je avtor razvil uporabno metodologijo za izdelavo kart tveganja pred plazovi. Dobljena metodologija ima lahko široko uporabo pri izdelavi različnih prostorskih aktov, pri načrtovanju vzdrževalnih del za ceste, železnice, plinovode in drugo infrastrukturo, pri določevanju zavarovalniških premij za nepremičnine, itd. Metodologijo obdelave se lahko uporabi tudi v druge namene, ne samo za določitev tveganja pred zemeljskimi plazovi, kar daje monografiji določeno univerzalnost uporabe.

Druga posebna kvaliteta monografije je kompleksen pristop k problematiki in upoštevanje vseh možnih podatkov in tehnologij obdelav, ki bi lahko izboljšali rezultate dela. Avtor je pokazal, da je statistika zelo močno orodje in daje zanesljivejše rezultate kot izkustveni pristopi in je vsaj enakovredna uporabi umetne inteligence (strojno učenje).

V bodočnosti bo tehnologija pridobivanja podatkov z daljinskim zaznavanjem v marsičem izboljšana. Naj naštejemo nekaj naprednih tehnologij, ki se danes že uporabljajo:

- komercialni satelitski posnetki resolucije 1 m x 1m,
- radarski posnetki ali pa lasersko skeniranje površine, ki bodo omogočili izdelavo digitalnih modelov površine s podobno resolucijo, kot jo bodo imeli satelitski posnetki,
- analitika, ki bo omogočila na osnovi znane podobe obstoječih plazov poiskati na terenu neregistrirane plazove,
- novi in natančnejši vhodni informacijski sloji različnih strok.

Naštete in še mnoge druge izboljšave tehnologije pridobivanja prostorskih podatkov zemeljskega površja bodo napovedi naredile še mnogo zanesljivejše. Metodologija napovedi tveganja pred plazovi, ki jo je postavil avtor bo s tem omogočila bistveno boljšo izdelavo napovedi, podatki bodo bistveno manj obremenjeni z napakami, četudi je že sedanja napoved za ozemlje osrednje Slovenije, severozahodno od Ljubljane dala zelo dobre rezultate.

Na koncu se moramo vprašati, kako je mogoče napoved tveganja pred plazovi praktično uporabiti? Če rezultati napovedi tveganja niso uporabljeni v praksi potem je bilo vse obsežno delo zaman. Napoved tveganja pred plazovi je osnova za preventivo pred zemeljskimi plazovi. Sloni lahko le na strategiji varstva pred plazovi, ki mora biti postavljena za slovensko ozemlje in za naše zmožnosti ukrepanja. Zahteva veliko število aktivnosti, ki jih izvajajo različne službe in strokovnjaki.

Osnova za uspešno preventivo pred zemeljskimi plazovi sloni na dveh enakovredno pomembnih sestavinah:

- na zajemanju in shranjevanju raznih podatkov o novih zemeljskih plazovih v posebej pripravljene baze podatkov in na spremljanju sprememb na obstoječih (aktivnih) plazovih. Za določeno območje je treba registrirati obstoječe pojave plazenja tal, jih spremljati in jih shranjevati v omenjene baze podatkov. Pomemben element teh podatkovnih baz je javnost dostopa, tako, da jih je smiselno objaviti na npr. spletnih straneh Ministrstva za okolje in prostor.

- na izdelanih ocenah tveganja (pisni del in kartografski del), ki podajajo ogroženost določenega območja pred možnimi plazovi v prihodnosti. Gre za nadgradnjo sistema podatkovnih baz zemeljskih plazov z upoštevanjem dejavnikov, ki prožijo zemeljske plazove, kot je prikazan v monografiji. Planiranje posegov v prostor in s tem rabe tal se nato obvezno izvaja z upoštevanjem tako določene ogroženosti terena pred plazenjem tal, tako, da se bodisi najbolj ogroženim območjem izognemo (prepoved gradnje), oziroma na manj ogroženih območjih posege izvajamo tako, da so objekti zmožni prenesti projektirane obremenitve ob tem, da tudi lahko povečamo stabilnost terena.

Osnovo za preventivo pred zemeljskimi plazovi, če gledamo iz vidika celotne Slovenije in organiziranosti, predstavlja *Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami* (U.L. RS, št. 64/94 in 87/2001) ter *NACIONALNI PROGRAM varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami* (NPVNDN, U.L. RS št. 44/2002). Nacionalni program varstva pred nesrečami, "poleg nacionalnega interesa upošteva tudi obveznosti Slovenije, ki izhajajo iz sprejetih mednarodnih konvencij in sporazumov, načela in usmeritve Agende 21 s srečanja na vrhu v Riu ter temeljne cilje in usmeritve iz strategije Združenih narodov za varnejši svet v 21. stoletju" (citirano iz uvoda NPVNDN). Osnovni cilj nacionalnega programa v smislu preventive sledi splošnemu cilju varstva pred naravnimi nesrečami, ki ogrožajo ljudi, živali, premoženje, kulturno dediščino in okolje, kar v popolnosti pokriva osnovni cilj preventive pred plazovi. Namen je, kako preprečiti plazove še preden nastanejo, če pa se že sprožijo, kako ublažiti njihove posledice.

Prvi pogoj za uspešno preventivo je dobro poznavanje pojavov plazenja in kateri so tisti lokalni dejavniki, ki ga povzročajo. Samo s sistematičnim zbiranjem podatkov o nastanku, poteku in tudi sanaciji zemeljskih plazov, sčasoma nastane osnova, na kateri lahko uspešno gradimo preventivo pred plazovi. V Sloveniji, kot majhni deželi, je najbolj smiselno voditi NACIONALNO BAZO ZEMELJSKIH PLAZOV. Bazo bi morala vzdrževati ustanova, ki bi bila financirana s strani države in ne bi imela lastnih interesov prodajati zbrane podatke. Nacionalna baza plazov bi morala biti javna v večjem delu. Do sedaj je bilo v preteklih desetletjih v Sloveniji izvedeno že več poskusov zajemanja in shranjevanja podatkov o plazovih, ki pa so vsi propadli, večinoma zato, ker ni bilo ustreznih predpisov, ki bi zahtevali obvezno zbiranje podatkov in ker ni bilo dolgoročnega financiranja. V zadnjem desetletju je bilo na treh slovenskih posvetovanjih o zemeljskih plazovih (Idrija 1994, Šmarje pri Jelšah 1997, Rogla 1999) podano več predlogov za izdelavo podatkovne baze o zemeljskih plazovih, kar je bilo vedno na zaključkih posvetovanj sprejeto kot eden glavnih sklepov.

Drugi pogoj za uspešno preventivo pa predstavlja napoved tveganja pred plazovi, kot je prikazana v naslednjih poglavjih. Če je napoved nato upoštevana v prostorskih aktih in rabi prostora je preventiva uspešna, kar se odraža v bolj premišljeni rabi prostora in tako v končni fazi na novo sproženi plazovi le redko ogrozijo človeške objekte.

Ljubljana, december 2004

doc.dr. Mihael Ribičič

Napoved verjetnosti pojavljanja plazov z analizo satelitskih in drugih prostorskih podatkov

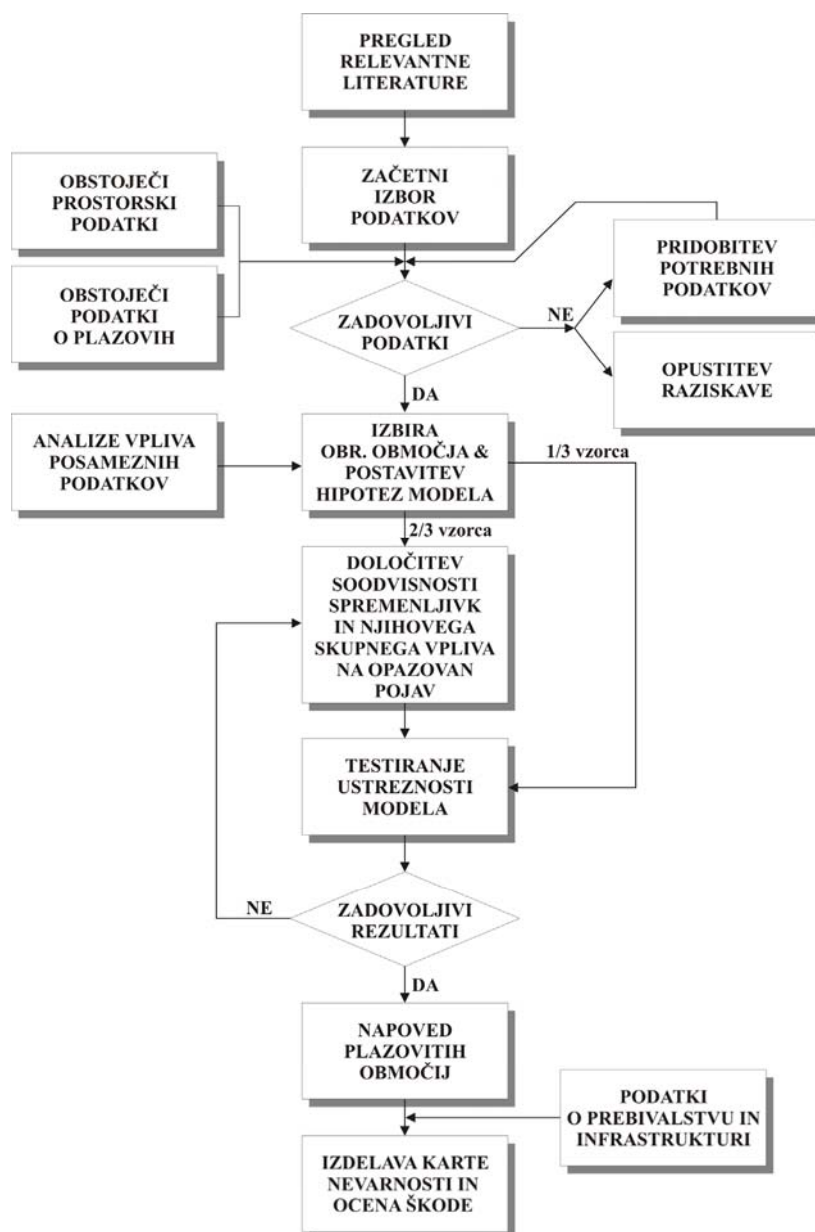
1. Uvod

1.1. Problematika

Prostorske analize so z razvojem geografskih informacijskih sistemov (GIS) v zadnjih dveh desetletjih doživele svoj razmah na vseh področjih, ki se ukvarjajo s prostorsko povezanimi podatki. Danes si zaradi zahtev uporabnikov po številčnejših in natančnejših podatkih brez računalniške podpore ne moremo več predstavljati prostorskega modeliranja in napovedovanja raznih dogodkov, med katere sodijo tudi neprijetni. Nenehno širjenje človekovega življenjskega prostora in poseganje na manj primernejša območja za različne dejavnosti povečuje potrebo strokovnjakov po napovedovanju takih dogodkov, da bi s tem zmanjšali njihove neželene učinke ali se jim celo izognili. Neželeni učinki so večinoma povezani s škodo, ki nastane na infrastrukturi in objektih, na žalost pa so lahko povezani tudi s človeškimi žrtvami. Da bi bile posledice takih dogodkov zmanjšane na najmanjšo možno mero, se načrtovalci prostora poslužujejo kart nevarnosti/verjetnosti pojavov neljubih naravnih dogodkov. Med povzročitelje škode sodijo tudi plazovi, ki jih je najprimerneje širši javnosti prikazati na kartah nevarnosti oz. verjetnosti pojavov.

Karte plazov lahko delimo na dve skupini, na karte pojavov plazenj in karte tveganj pred plazovi. Prva skupina predstavlja karte, ki prikazujejo le obstoječe pojave plazenj, druga predstavlja karte, ki z določeno stopnjo verjetnosti napovedujejo pojavljanje plazenj. Slednje torej prikazujejo območja možnih pojavov plazenj v prihodnosti (Hansen, 1984). Določitev verjetnosti pojavljanja plazenj v prostoru in času omogoči strokovnjaku oceno ogroženosti in stopnje potencialne škode, nastale na objektih ter infrastrukturi ali na ostalih ogroženih objektih.

Slika 1.1 prikazuje potek izdelave modela napovedi plazovitih območij, izdelavo karte nevarnosti zaradi plazov in oceno ogroženosti, kot posledico pojavljanja plazov. Spodaj predstavljena struktura raziskave je v skladu s prikazano strukturo na sliki. Uvodnim poglavjem, kjer je podana teoretična osnova napovedovanja plazovitih območij, sledi poglavje, ki razlaga izbiro vplivnih dejavnikov in opisuje izbrane prostorske podatke. V primeru, da podatki niso dovolj kvalitetni, je izdelava modela nesmiselna, saj so netočni tudi rezultati. Analiza posamičnih podatkovnih slojev (spremenljivk) omogoča raziskovalcu določitev povezanosti dejavnikov z opazovanimi pojavi, plazovi, oz. mu pomaga določiti vpliv dejavnikov na pojavljanje plazov. Na podlagi jakosti vpliva, ki jo določajo statistični parametri, so bile pri izdelavi modela napovedi plazovitih območij upoštevane pomembne in izločene nepomembne spremenljivke. Pred izdelavo modela so bile najprej ugotovljene soodvisnosti spremenljivk, nato pa so bili z metodami multivariatne statistike določeni odnosi med spremenljivkami in pojavi plazenj. Na osnovi dobljenih rezultatov so bili izdelani modeli napovedi plazovitih območij. Za oceno ogroženosti zaradi plazov so bili v analizo vključeni podatki o naseljenosti in infrastrukturi mreži.



Slika 1.1 – Shema poteka izdelave modela napovedi plazovitih območij, karte nevarnosti in ocene ogroženosti.

1.2. Postavitev hipoteze raziskave

V sklopu raziskave je bilo proučeno več tematik, ki zadevajo napoved pojavljanja plazenj na območju osrednjega dela Slovenije, zahodno do Ljubljane. Eden od dveh glavnih ciljev raziskave je bil proučiti posamične in skupne vplive prostorskih dejavnikov na pojavljanje plazov ter ugotoviti zvezo med njimi na osnovi statističnih metod. V Sloveniji tak pristop še ni bil uporabljen. Razumevanje odvisnosti plazov od upoštevanih dejavnikov bi omogočilo natančnejše in bolj ekonomično določanje območij, kjer je možnost nastanka plazov večja. Raziskava je poskušala določiti zmožnost ustrezne prostorske napovedi posameznih tipov plazov na podlagi obstoječih podatkov o vplivnih prostorskih

dejavnikih in prednosti, ki jih taka napoved prinaša. V ta namen je bilo izdelal več napovedovalnih linearnih matematičnih modelov, temelječih na različnih metodologijah. Drug cilj raziskave je bil proučiti uporabnost visokoločljivih večspektralnih satelitskih podob, pridobljenih v vidnem in bližnjem IR delu EM spektra (Resurs-F2 MK-4 in Landsat-5 TM), pri napovedovanju lokacij plazov. Namen raziskave je bil tudi določiti uporabnost predanalitične obdelave visokoločljivih večspektralnih satelitskih posnetkov (podob) z barvnim modelom CIE $L^*a^*b^*$ v primerjavi s standardnim barvnim modelom RGB pri napovedovanju plazov. Pri postopku analize podatkov je bila sproti, z vsakim korakom v procesu, ocenjena zanesljivost rezultatov s standardnimi statističnimi metodami.

Tematike v knjigi si sledijo tako, kot so našteje v nadaljnjem besedilu. Raziskava je bila razdeljena na več sklopov:

- Prostorsko pojavljanje plazov je v veliki meri odvisno od vpliva posameznih prostorskih dejavnikov – povzročiteljev, ki skozi daljše časovno obdobje vplivajo na stabilnostne razmere nekega območja. Mednje med ostalimi spadajo tip geološke podlage, geomorfološke lastnosti terena, hidrološke razmere na terenu in tip vegetacije oz. tip rabe tal. Ker je vsak prostorsko pogojen pojav rezultat soodvisnih dejavnikov, med katerimi so tudi taki, ki so neznani ali jih ni možno meriti (Carrara, 1983), obstajajo poleg naštetih dejavnikov tudi taki, ki v analize niso bili vključeni. Za vključene dejavnike bodo z metodami univariatne statistike proučeni vplivi posameznih dejavnikov na pojavljanje posameznih tipov plazov (fosilnih, plazenj s prekinitvami, počasnih plazenj in trenutnih zdrsov) in plazov kot celoto. Na podlagi rezultatov univariatne analize bodo podane stabilnostne lastnosti posameznih razredov opazovanih dejavnikov.
- Vplivni dejavniki se odražajo tudi na satelitskih podobah, zato bodo nadalje proučene možnosti napovedovanja plazov s pomočjo podatkov daljinskega zaznavanja iz različnih virov. Visokospektralne satelitske podobe Landsat-5 TM, ameriške izdelave bodo združenel z visokoločljivimi (8 metrov) podobami Resurs-F2 MK-4, ruske izdelave. Ugotovljena bo njihova uporabnost v dani problematiki. Določena bo stopnja izboljšanja klasifikacije satelitskih podob in napovedi plazovitih območij po odstranitvi šumov na podobi Resurs-F2 za obravnavano območje.
- Sledilo bo ugotavljanje uporabnosti faktorja največjega vpliva (OIF) (Chavez et al., 1982) pri izbiri najustreznejše kombinacije kanalov za klasifikacijo satelitskih podob in napovedi plazovitih območij.
- Barvni model CIE $L^*a^*b^*$ (CIE, 1986) se od modelov v splošni uporabi (RGB, IHS) razlikuje po načinu merjenja barv, ki je bolj podoben človeškemu zaznavanju in deluje na osnovi čistosti in osvetljenosti, medtem ko modela RGB in IHS delujeta na osnovi seštevanja osnovnih treh barv. Model CIE $L^*a^*b^*$ ima lastnosti enakomernega barvnega prostora in se v grobem izogne neenakostim barvnih razlik ostalih dveh barvnih modelov (Guo et al., 2001). Proučena bo primernost predanalitične obdelave satelitskih podob z barvnim modelom CIE $L^*a^*b^*$. Rezultate klasifikacij z metodo obdelanih podob bodo primerjani z rezultati klasifikacije neobdelanih (surovih) podob.

- Na podlagi rezultatov uspešnosti klasifikacij bo podana najprimernejša kombinacija kanalov satelitskih podob in najprimernejša metoda klasifikacije za napoved plazovitih območij na delovnem območju ter ovrednotena zanesljivost napovedi pojavov plazenj.
- Model napovedi plazovitih območij upošteva medsebojne vplive prostorskih dejavnikov na pojavljanje plazov, ki jih je mogoče določiti z metodami multivariatne statistike (Carrara et al., 1978 in 1991; Carrara, 1983; DeGraff & Romesburg, 1984; Pack, 1985; Bernkopf, 1988; Corominas, 1992; Othman et al., 1992; Van Westen, 1993; Atkinson & Massari, 1996; Chung & Fabbri, 1999; Gorsevski et al., 2000a in 2000b; Vestal, 2002). Natančnejši pristop k določitvi pomembnosti dejavnikov vpliva na pojave plazenj na območju Slovenije je do sedaj temeljil na izkustvenem pristopu (Petkovšek et al., 1993; Ribičič et al., 1995; Ribičič & Šinigoj, 1996; Vukadin & Ribičič, 1998; Urbanc et al., 2000) in na metodah umetne inteligence (Hafner, 2000), ki pa so močno prostorsko omejene – vezane na delovno območje in časovno zamudne. Medsebojni odnosi med dejavniki bodo raziskani z metodami multivariatne statistike in podan bo njihov relativni prispevek k nastanku oz. pojavu posameznih tipov opazovanega pojava.
- Proučeno bo več vrst modelov za napoved potencialnih plazovitih območij, določena bodo območja, ki so nagnjena k plazenju in na osnovi najprimernejšega napovedovalnega modela izdelana karto nevarnosti zaradi plazovi na obravnavanem območju ter ocenjena stopnja ogroženosti zaradi njihovega pojavljanja.

Glavni cilji raziskave so torej odgovoriti na naslednja vprašanja:

- Kakšna je zveza med posameznimi prostorskimi dejavniki in pojavi plazenj?
- Kakšna je zveza med več sodelujočimi prostorskimi dejavniki in pojavi plazenj?
- Ali je možno zadovoljivo uporabiti podatke satelitskih podob za napoved pojavov plazenj, kljub vegetacijskemu pokrovu in če je možno, katere podobe in katere metode klasifikacij so najprimernejše?
- Ali je metoda predanalitične obdelave visokoločljivih večspektralnih satelitskih posnetkov (podob) z barvnim modelom CIE L*a*b* uporabna pri napovedovanju plazov?
- S kakšno zanesljivostjo je možno napovedati pojave plazenj?
- Kakšna je stopnja ogroženosti prebivalstva in infrastrukture na obravnavanem območju?

1.3. Struktura raziskave in njena obrazložitev

Knjiga je razdeljena na sledeče vsebinske sklope:

1. *Uvod* – zajema kratek opis in kratko vsebino raziskave.
2. *Zemeljski plazovi* – podaja teoretične osnove pojavljanja plazenj ter dosedanje raziskave na področju napovedovanja plazov s podatki daljinskega zaznavanja.
3. *Geografski opis obravnavanega območja in uporabljeni prostorski podatki* – vsebuje opis delovnega območja in uporabljenih prostorskih podatkov (dejavnikov).

4. *Statistične lastnosti prostorskih podatkov in njihova univariatna analiza* – zajema statistične analize posamičnih prostorskih dejavnikov in njihov vpliv na pojavljanje plazov.
5. *Satelitske podobe (posnetki)* – podaja teoretične osnove modela CIE L*a*b*, analizo in klasifikacijo satelitskih podob ter njihovo uporabo pri napovedi plazovitih območij.
6. *Model napovedi plazovitih območij* – obsega analizo soodvisnosti spremenljivk in določitev njihovega skupnega vpliva na pojav plazov ter izdelavo modela napovedi plazovitih območij.
7. *Zaključek* – povzema rezultate in sklepe posameznih poglavij in podaja priporočila za nadaljnje delo.
8. *Slovarček* – razlaga manj znane izraze.
9. *Literatura* – obsega spisec pregledane in citirane literature.
10. *Priloge* – obsegajo podrobnejše opise postopkov in rezultate analiz.

V raziskavi so poleg besedila rezultati raziskav predstavljeni tudi grafično, s 165-imi preglednicami in s 183-imi slikami, računski problemi pa so razloženi s 23-imi enačbami. V prilogah so podani natančnejši opisi podatkovnih slojev, opis in lastnosti satelitskih podob, opis obdelav podob in uspešnost klasifikacij podob (zloženki). Manj znani ali dvoumni izrazi so sproti pojasnjeni na dnu strani, njihovo razlago pa lahko bralec najde tudi v Slovarčku na koncu dela (poglavje 8.). Vse merske enote so podane v desetiškem sistemu.

2. Zemeljski plazovi

2.1. Uvod

V tem poglavju so predstavljeni osnovni tipi plazenj zemeljskih gmot in z njimi povezanih tveganj. Sledi podrobnejši opis dosedanjih raziskav napovedovanja plazovitih območij s prostorskimi podatki in s podatki daljinskega zaznavanja.

2.2. Splošno o zemeljskih plazovih

Plazovi so naravni pojav gibanja zemljin ali kamnin v glavnem kot posledica gravitacije (Park, 1997). *Povzročitelji* zemeljskih plazov so naravni dejavniki, redkeje tudi človek, ki skozi daljše časovno obdobje vplivajo na stabilnostne razmere nekega območja. *Sprožilci* plazov so trenutni dogodki, ki tako intenzivno vplivajo na razmere nekega območja, da za stalno spremenijo njegovo stanje in s tem povzročijo splazitev mase. Plazove lahko sprožijo naravni pojavi, kot so potresi, neurja, vulkanski izbruhi itd., ali človek npr. s porušitvijo stabilnosti v hribinah zaradi nepravilnih posegov, nepravilne sečnje gozda itd. (Dyrness, 1967, Chung et al., 1995; Halounova, 1999; Van Westen, 2000). Kljub temu so plazovi naravni pojav in so kot taki del eksogene dinamike, zaradi česar je dejansko nemogoče govoriti, da plazovi degradirajo okolje. Slika 2.1 predstavlja shematski prikaz prostorskih in časovnih dejavnikov (povzročiteljev in sprožilcev), ki vplivajo na pojavljanje plazenj. Vplivi so lahko naravni ali človeško pogojeni. Prvi se s stališča prostora in časa delijo na regionalne oz. splošne in na lokalne oz. specifične ter na povzročitelje in sprožilce. Na pojav plazenja dejansko vplivajo le specifični dejavniki, a je merjenje ali ocenjevanje nekaterih med njimi v primeru opazovanj večjih območij mogoče tudi na osnovi manj natančnih podatkov. Človeško pogojeni vplivi so lahko neposredni – sprožilci (npr. izkopi, obremenitve brežin, zaježitve, ki sprožijo dvig podtalnice itd.), ali pa posredni – pogojni povzročitelji¹ (npr. sečnja gozda itd.).

Prostorska in časovna razsežnost plazenja določata njegov obseg in vpliv na okolico. Posledice zdrsa posameznega plazu so različne in so odvisne od dimenzij plazu, njegove lokacije ter od škode, ki jo ta povzroči. S socialno-ekonomskega stališča so pomembni le plazovi, ki povzročijo večjo materialno škodo, včasih pa na žalost terjajo tudi človeška življenja. Take pojave uvrščamo med geološke katastrofe (Van Westen, 1993b). Z znanstvenoraziskovalnega stališča so pomembni prav vsi plazovi, tudi manjši, saj služijo kot učni poligon za razumevanje teh pojavov. Razumevanje pojavov zdrsov zemljin in plazenja na splošno pripomore k učinkovitejši preventivi, napovedovanju in preprečevanju neljubih dogodkov.

Čeprav ni trdnih dokazov, ki bi podprli to domnevo, nekateri strokovnjaki (Alexander, 1993, Van Westen, 1993b) domnevajo, da se nastale škode in izgube človeških življenj, ki

¹ Trajanje človeško pogojenih povzročiteljev je s človeške časovne perspektive precej daljše od trajanja sprožilcev, izraženo v geološkem času, pa je njihovo trajanje še vedno kratko.

so posledice naravnih katastrof, iz leta v leto povečujejo. Stopnja materialne škode in število človeških žrtev sta obratno sorazmerna z razvitostjo dežele, ki jo je doletela katastrofa. Kar 95 % žrtev se zgodi v deželah tretjega sveta, materialna škoda pa lahko tam doseže tudi 10 % BDP (Van Westen, 1993b). Stopnja ekonomske škode je za razliko od materialne višja v razvitejših deželah zaradi omejenih ekonomskih virov manj razvitih dežel (Alexander, 1993). Letno povzročijo plazovi po vsem svetu okoli 1000 smrtnih žrtev in okoli 4 milijarde ameriških dolarjev škode (Singhroy et al., 2000). Po drugih podatkih (Galloway, 2001) naj bi petindvajset največjih plazov v dvajsetem stoletju terjalo okoli sto osemdeset tisoč življenj in ogromno materialno škodo. V Sloveniji naj bi bilo v sredini devetdesetih let, po oceni Ribičič et al. (1994), med 7000 in 10000 večjih pojavov plazov. Škoda zaradi plazov naj bi v Sloveniji v letu 1993 dosegla 12 % skupne škode zaradi naravnih nesreč, ki je bila ocenjena na slabe 4 % BDP za isto leto (Petkovšek & Marolt, 1994). Skupaj so torej plazovi povzročili škode za 4,8 % DBP. V letu 2001 je delež škode plazov znašal 21 % skupne škode naravnih nesreč, kar je zneslo 378 milijonov SIT (SURs, 2003).

Tako kot po svetu, se tudi v Sloveniji soočamo s problematiko neželenih naravnih pojavov, npr. plazov, poplav in potresov. Naj so ti procesi posledica človekovega ravnanja z okoljem ali pa zgolj običajni naravni pojavi, je njihovo preprečevanje ter izogibanje ali vsaj omejevanje pomembno pri ohranjanju kvalitete življenjskega okolja sodobnega človeka.



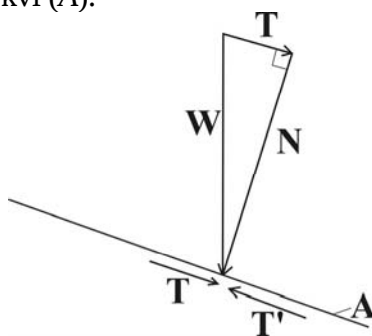
Slika 2.1 – Prostorski in časovni dejavniki, ki pogojujejo pojavljanje plazov.

Prav zaradi omenjenega se v svetu večja potreba po poznavanju, napovedovanju ali preprečevanju naravnih nesreč, katerih posledice so obvladljive. Primer do določene mere "obvladljivih" naravnih nesreč so plazovi. Pri napovedovanju pojavov plazenja in zdrsov se kot pomoč klasičnemu terenskemu kartiranju uporabljajo podatki daljinskega zaznavanja, prostorske analize pa se opravljajo z geografskimi informacijskimi sistemi (GIS). Več o raziskavah na tem področju je opisano v poglavju 2.4.

2.3. Tipi plazenja

Splošni pojem plazenja opredeljuje gibanje zemeljskih gmot ali kamnin, v glavnem pod vplivom gravitacije, zaradi porušitve notranje trdnosti materiala (Park, 1997), med plazenja pa se uvrščajo tako pojavi padanja kamnov kot tudi pojavi blatnih tokov (Ribičič, 2002). Do zdrsa pride, ko teža dela kamnine (zemljine ali hribine) prekorači strižno trdnost na kritični ploskvi. Za pojav plazenja sta pomembna dva dejavnika, ki delujeta eden proti drugemu. Prvi je gravitacija (zunanje sile), ki teži k premiku višje ležeče mase (v danem primeru kamnin) navzdol po pobočju. Drugi je notranja trdnost kamnine, ki preprečuje premik. Ta se proti strižnemu prestrigu po ploskvi izraža s silo notranjega trenja in kohezijo tega materiala. Razmerje med njima je prikazano z enačbo 2.3. Zaradi dolgotrajnega delovanja eksogenih sil se spreminjata oblika terena in stanje kamnine. Trdnost kamnine se sčasoma zmanjšuje, dokler gravitacijske sile ne presežejo strižne trdnosti na najbolj šibki ploskvi v kamnini. K splazitvi pogosto pripomore tudi človek s svojimi posegi v okolje (Ribičič, 2002).

Sila teže celotnega materiala nad drsno ploskvijo (W) je vsota normalne (N) in vzporedne komponente (T) vzdolž drsne ploskve (Slika 2.2). Sili T se upre strižni odpor T' , ki se mobilizira na izbrani ploskvi (A).



Slika 2.2 – Analiza sil vzdolž drsne ploskve (Ribičič, 2002).

Mobilizirani strižni odpor T' je omejen z maksimalnim strižnim odporom T'_{max} , ki je po Coulombovem zakonu porušitve enak:

$$T'_{max} = c \times A + N \times \tan \varphi, \quad \text{Enačba 2.1}$$

kjer c predstavlja kohezivno trdnost in φ kot notranjega trenja. Enačbo se 2.1 lahko, ob predpostaviti sil v elementu zemeljske gmote ali kamnine na izbrano ploskev A , izrazi z napetostmi:

$$\tau_{\max} = c + \sigma_N \times \operatorname{tg} \varphi, \quad \text{Enačba 2.2}$$

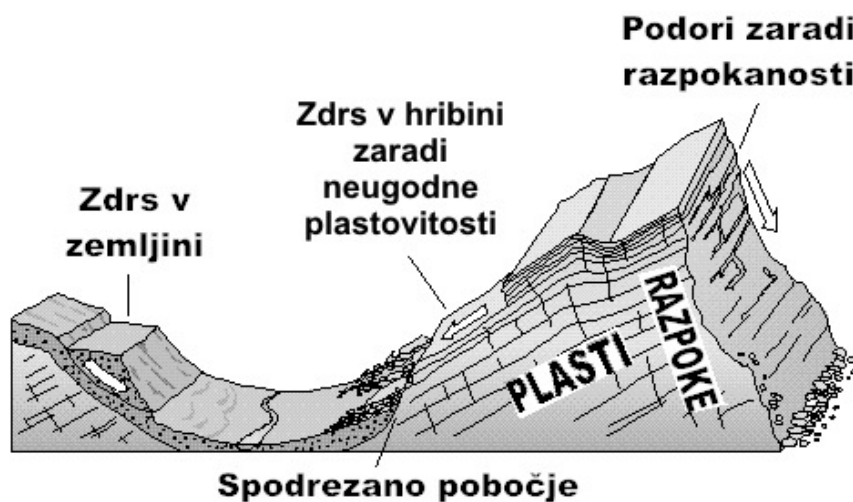
kjer je $\tau_{\max}$ največja strižna trdnost vzdolž ploskve in σ_N normalna napetost pravokotno na ploskev (Nonveiller, 1979). Strižna trdnost vzdolž ploskve je tako nadomestila notranjo trdnost materiala, kar velja ob predpostavki homogenosti materiala. V nasprotnem primeru se lahko zgodi, da je strižna trdnost vzdolž določene ploskve občutno nižja od povprečne notranje trdnosti celotnega materiala. Do porušitve v kamnini in do zdrsa pride, ko je strižna napetost τ zaradi teže materiala večja od maksimalne strižne trdnosti vzdolž ploskve $\tau_{\max}$ (Ribičič, 2002):

$$\tau_{\max} \leq \tau \text{ oziroma } F_s = \frac{\tau_{\max}}{\tau} \leq 1, \quad \text{Enačba 2.3}$$

kjer F_s predstavlja varnostni količnik, uporaben predvsem v stabilitetnih analizah. Ob vsej predstavljeni teoriji je treba poudariti, da veljajo zgornje enačbe pri idealnih pogojih, ki pa so v naravi redkost.

Pri predpostavki, da je material neporušen, vplivajo na vrednosti kota notranjega trenja in kohezije geomehanske lastnosti kamnine oziroma litološka sestava obravnavanega materiala.

Poleg zemljinskih in hribinskih plazov, ki predstavljajo najosnovnejšo delitev vrst plazenj, se pojavljajo tudi plazovi z vmesnimi lastnostmi. Zdrs v zemljinah se pojavi v masi zemljine ali na kontaktu med zemljino in hribino, plazenje v hribinah pa se pojavi vzdolž diskontinuitete v hribini (Ribičič, 2002). Slika 2.3 prikazuje osnovno razdelitev vrst plazenja in nekatere vzroke zdrsov.



Slika 2.3 – Osnovna delitev tipov plazenja in nekaj njihovih vzrokov (Geological Survey Branch B.C., 1999).

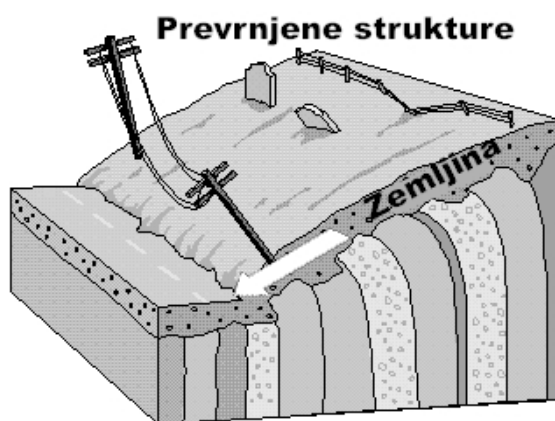
Angleško izrazoslovje pozna vrsto izrazov, ki opisujejo različne tipe plazenja (Resources Inventory Committee, 1997; Park 1997), slovensko izrazoslovje na tem področju pa je predlagal Skaberne (2001). Ribičič (2002) deli plazove na osnovi sledečih lastnosti:

- stanje,
- razširjanje splazele gmote,
- obliko,
- hitrost premikanja,
- vsebnost vode,
- vrsto materiala,
- vrsto premikanja,
- globino drsne ploskve,
- obliko drsne ploskve in
- oddaljenost od izvora.

Omenjene klasifikacije plazov so osnovne in vsaka od navedenih lastnosti se nadalje deli na razrede.

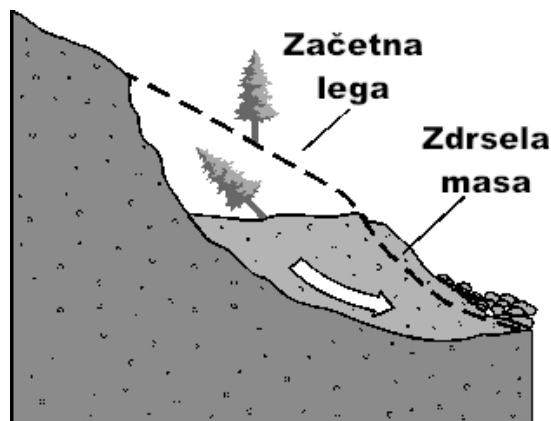
Glede na vrsto drsenja se plazovi ločijo na naslednje tipe (po Skaberne, 2001; Ribičič, 2001a in 2002; Park, 1997):

- *lezenje* je zelo počasno premikanje neutekočinjenega toka zemljine, vzporedno s vpadnico pobočja in je največkrat povezano s cikli zmrzali ali padavinami (Slika 2.4). Povezano je lahko z neugodno usmerjeno plastovitostjo,



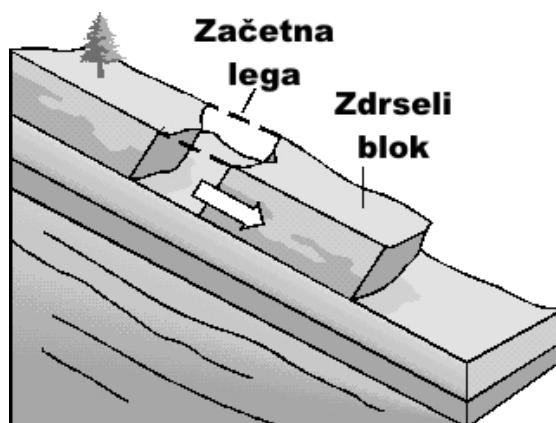
Slika 2.4 – Lezenje kot posledica neugodno usmerjene plastovitosti (Geological Survey Branch B.C., 1999).

- *plazenje* je premikanje plazine v homogenih glinastih, meljastih ali peščenih pobočjih, pri katerem se pojavlja gnetenje materiala in s tem njegova večja notranja porušitev (Slika 2.5),



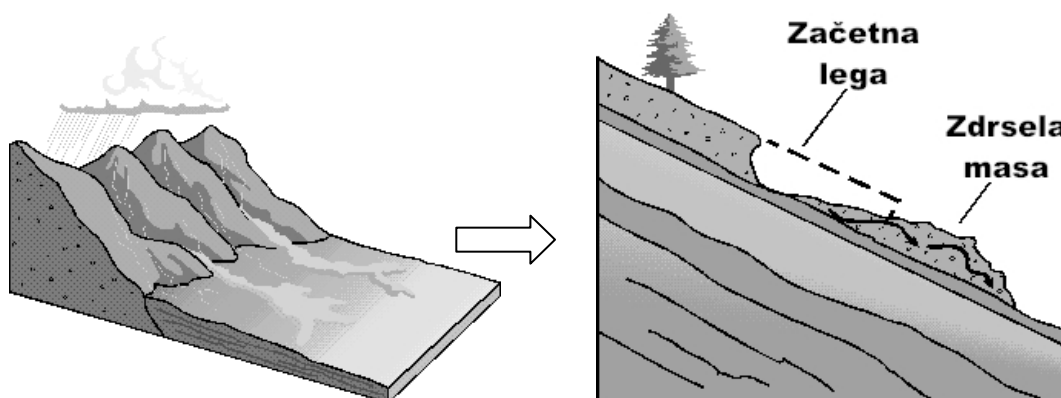
Slika 2.5 – Plazenje materiala na pobočju iz izotropnega materiala, vključuje tudi rotacijsko plazenje (Geological Survey Branch B.C., 1999).

- *kombinirano plazenje* se pojavi v nehomogenem, plastovitem materialu. Drsna ploskev je vegasta. Na prehodih iz rotacijske v translacijsko cono prihaja do velikih deformacij,
- *plazenje (translacijsko)* se pojavi, ko je v pobočju prisotna nezveznost z znižano strižno trdnostjo vzdolž pobočja. Tak tip plazenja je značilen za okoliščine, ko sloj razpokane kamnine leži na sloju z manjšo strižno trdnostjo (npr. apnenci na flišu). Prikazan je na spodnji sliki (Slika 2.6).



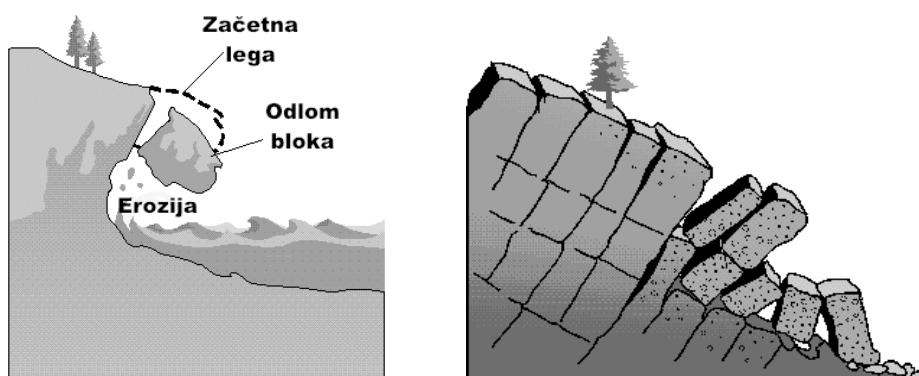
Slika 2.6 – Translacijsko plazenje (Geological Survey Branch B.C., 1999).

- *zemeljski tok*, tudi drobirski tok (Skaberne, 2001), je tečenje fino-zrnatih delcev in kamnin, pomešanih z vodo. Nastane zaradi sprememb v konsistenci materiala zaradi povečane količine vode ali prevelike obtežitve. V to skupino sodijo gravitacijski tokovi, ki so mešanice zemljin, hribin, vode in/ali zraka. Ta tip plazenja je tako nevaren zaradi svoje velike sposobnosti tečenja, kar mu omogoča velike hitrosti in veliko vzdolžno razširjanje. Ker se ne obnaša kot togo telo, ga je izredno težko ustaviti (Ribičič, 2001a). Slika 2.7 kaže shematični prikaz zemeljskega toka.



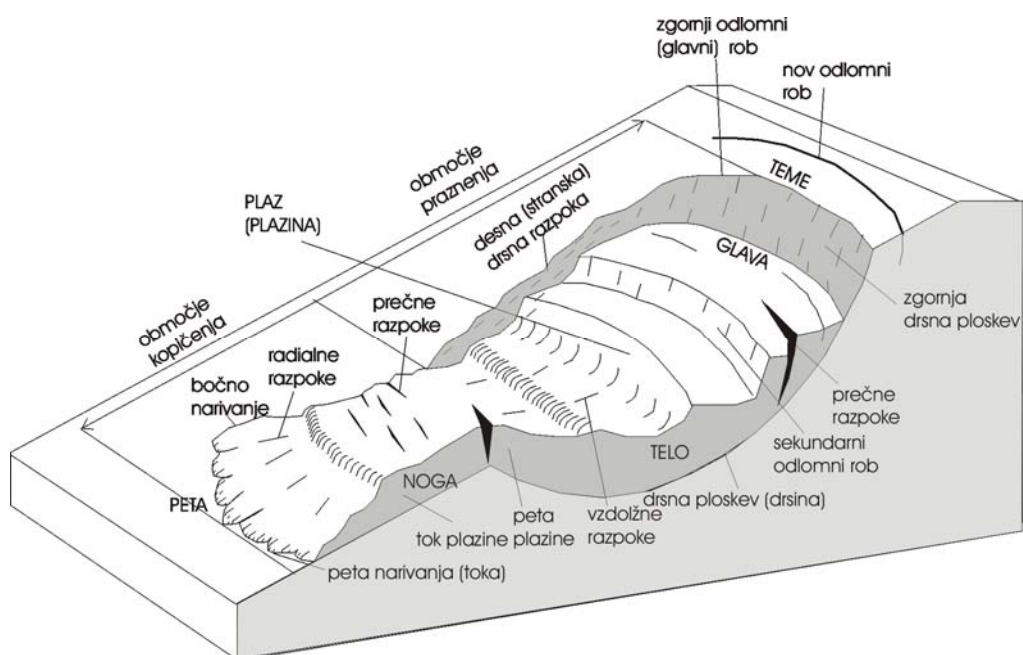
Slika 2.7 – Zemeljski tokovi nastanejo zaradi spremembe konsistence materiala zaradi povečane količine vode v materialu (Geological Survey Branch B.C., 1999 in Ribičič, 2002).

Poleg omenjenih sodijo k premikom zemeljske mase pod vplivom gravitacije še skalni podori, kotaljenje in prevračanje materiala po pobočju (Skaberne, 2001; Ribičič, 2001a). Te procese prikazujeta naslednji sliki (Slika 2.8).



Slika 2.8 – Skalni podori in prevračanje materiala po pobočju (Geological Survey Branch B.C., 1999).

Splošno se plaz deli na tri glavne dele, *glavo*, vrhnji del plazu, ki ga navzgor omejuje zgornji odlomni rob, *telo*, ki predstavlja osrednji del plazu, in *nogo* plazu, kjer se je splazeli material odložil. Slika 2.9 prikazuje splošno strukturo plazu.



Slika 2.9 – Splošni opis plazu (Ribičič, 2001a).

Popolnejši opis plazu je seveda kompleksnejši. Več o sestavi plazov je opisano v Varnes (1984), Van Westen (1993a) in Ribičič (2002).

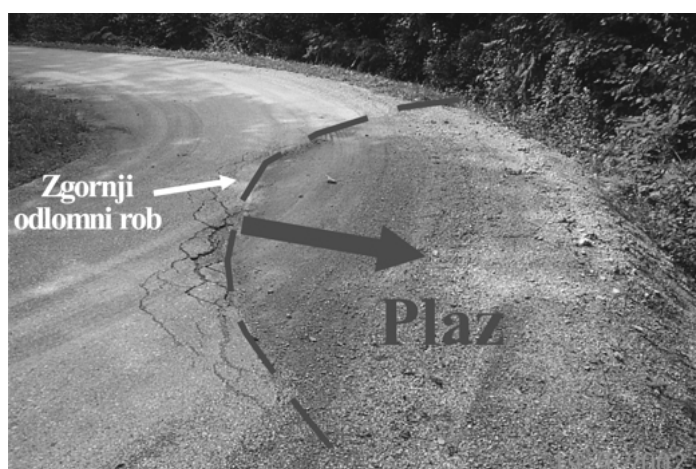
2.4. Tveganja, nevarnosti in posledice plazenj

Nevarnosti, ki so posledica plazov, se večinoma ne zavedamo; največkrat je ne opazijo niti prebivalci, ki živijo na potencialno nevarnem območju. Šele tragedije, kot je bil mangartski plaz novembra 2000, ki je terjal človeška življenja, nas opozorijo na posledice nepravilnih posegov v prostor, pa čeprav omenjeni plaz ni bil posledica človeškega dejanja.

Da bi zmanjšali negativne posledice plazenja, so strokovnjaki začeli izdelovati karte nevarnosti in napovedovati verjetnost pojavljanja plazov. Največkrat se prave posledice plazov pojavijo šele s časovnim zamikom nekaj mesecev ali let po dogodku, saj se ogroženi soočajo z ekonomsko-eksistencialnimi problemi. V analize so vključili tudi sociološki vidik in nastale so karte ogroženosti, ranljivosti in tveganja. Te prikazujejo izpostavljenost prebivalstva in imetja plazovom. Spodnje slike prikazujejo pogostejše posledice plazenj – poškodbe na stanovanjskih objektih (Slika 2.10) in poškodbe na infrastrukturi (Slika 2.11 in Slika 2.12).



Slika 2.10 – Poškodbe na poslopju, ki stoji na plazu. Objekt se nahaja pri vasi Gorje nad Cerknim.



Slika 2.11 – Poškodbe na cestišču. Na sliki je opazen zgornji odlomni rob plazu. Plaz se nahaja na cesti Gorje – Grahovo.



Slika 2.12 – Poškodbe na cestišču. Na sliki sta vidni obe stranski drsni razpoki plazov. Plaz se nahaja na cesti Gorje – Grahovo.

Ugotavljanje nevarnosti in z njimi povezane ogroženosti obsega uporabo podatkov, predpostavk in modelov, na podlagi katerih strokovnjak predvidi verjetnost negativnih posledic na ljudi, lastnino in/ali okolje, ki so bili izpostavljeni določeni nevarnosti (Miller, 1992). Plazovi se uvrščajo med naravne nevarnosti in so lahko posledica človekove dejavnosti ali pa naravnih sprožiteljcev. Naravna nevarnost (*ang. natural hazard*) je verjetnost pojava potencialno nevarnega naravnega dogodka (Varnes, 1984). V primeru plazov je nevarnost izražena kot zmnožek jakosti dogodka in verjetnosti njegovega pojavljanja (Fell, 1994). Zemeljski plazovi so neredni naravni pojavi, zato je za določitev verjetnosti letnega pojavljanja in verjetnosti pojavljanja skozi daljše obdobje potrebna strokovna ocena na podlagi številnih podatkov. Ta ocena je možna na podlagi dogovora med več strokovnjaki in se imenuje tudi “predhodna psevdobayesova verjetnostna ocena” (Resources Inventory Committee, 1997). Ocene, dobljene na osnovi Bayesovega teorema, je možno zanesljivo preverjati le v primeru relativno visoke frekvence pojavljanja dogodka. Ker se plazovi redko, ali vsaj neredno pojavljajo na istem mestu, uporaba klasičnih statističnih metod za kvantitativno oceno napovedi ni možna. Ker so predhodne psevdoverjetnostne ocene rezultat subjektivne presoje, lahko rezultate kritično ocenjeni le strokovnjaki (Resources Inventory Committee, 1997). Tu se seveda postavi vprašanje zanesljivosti ocenjevalca in njegove strokovne usposobljenosti. Preglednica 2.1 prikazuje relativno lestvico verjetnosti letnega pojavljanja dogodka.

Preglednica 2.1 – Relativna lestvica verjetnosti letnega pojavljanja dogodka (po Resources Inventory Committee, 1997).

Opisna ocena verjetnosti	Stopnja verjetnosti letnega pojavljanja dogodka (P_a)	Opis
Zelo velika	$>1/20$	Nevarnost je neizbežna in se bo zagotovo pojavila v času življenjskega cikla ene človeške generacije ali objekta. Pojavi plazov kažejo sveže znake delovanja.
Velika	$1/100 - 1/20$	Nevarnost se po vsej verjetnosti lahko pojavi v času življenjskega cikla ene človeške generacije ali objekta. Lokacije predhodnih plazov je možno določiti na

Opisna ocena verjetnosti	Stopnja verjetnosti letnega pojavljanja dogodka (P_a)	Opis
		podlagi naneselega materiala in vegetacije. Ti plazovi so lahko že nekaj časa neaktivni.
Srednja	1/500 – 1/100	Nevarnost se po vsej verjetnosti v času življenjskega cikla ene človeške generacije ali objekta ne bo pojavila. Manjša verjetnost za njen pojav pa vedno obstaja. Znakov predhodnih plazov ni možno opaziti.
Nizka	1/2500 – 1/100	Nevarnost je skoraj zanemarljiva.
Zelo nizka	<1/2500	-

Verjetnost letnega dogodka (P_a) v odnosu z verjetnostjo v nekem daljšem obdobju (P_x) podaja enačba 2.4 (Resources Inventory Committee, 1997):

$$(P_x) = 1 - (1 - (P_a))^x, \quad \text{Enačba 2.4}$$

kjer x predstavlja število let daljšega časovnega obdobja. To enačbo je možno izraziti tudi obratno, s stopnjo verjetnosti letnega pojavljanja dogodka glede na verjetnost v nekem daljšem časovnem obdobju (Enačba 2.5):

$$(P_a) = 1 - \sqrt[x]{1 - (P_x)}. \quad \text{Enačba 2.5}$$

V tem primeru je možno oceniti verjetnost pojavljanja dogodka v nekem daljšem časovnem obdobju (P_x) z analizo vpliva podatkovnih slojev s pomočjo različnih statističnih metod (Chung & Fabbri, 1999). Na osnovi te ocene se da, ob predpostavki, da je povratno število let pojava plazenja (vrednost x) neka znana konstanta, nato izračunati verjetnost letnega pojavljanja dogodka (P_a). Nekateri avtorji so privzeli za območja z mediteranskim podnebjem vrednost 25-ih let kot povratno število let pojavljanja plazenja (Carrara et al. 1991). Privzeta vrednost se nanaša na povratno dobo močnejših 24-urnih padavin/nalivov oz. izrednih klimatskih razmer, ki so v tem primeru glavni sprožilni dejavnik plazov. Vendar pa je povratna doba močnejših nalivov kot sprožilni dejavnik plazov v močni povezavi s celoletnimi količinami padavin. Pri tem igra namreč veliko vlogo tudi vlažnost oz. zasičenost tal, ki je posledica količine padavin skozi daljše časovno obdobje. V Sloveniji se eno od območij z močnimi 24-urnimi padavinami razteza od območja Kanina proti Bohinjski Bistrici in se giblje med 350 in 500 mm padavin na dan. Drugo tako območje se razteza od Jezerskega proti Podvolovljeku, količina padavin pa se giblje med 300 in 400 mm v 24-ih urah. Nad 300 mm padavin se lahko pojavi še na območju Snežnika, Tolmina, Banjšic in Trnovskega gozda. Vse vrednosti so podane za povratno dobo 100-tih let (HMZ R Slovenije, 2001b), kar pa ne daje jasnega vpogleda v povratno dobo padavin, ki povzročajo plazove. Primerjava kart 24-urnih padavin in 30-letnega povprečja za območje Slovenije (HMZ R Slovenije, 2001a) razkriva njuno soodvisnost. Nalivi torej le še potencirajo nevarnost sprožanja plazov na že tako izpostavljenih območjih.

Tveganje (R), ki jo povzroča neko plazovito območje, je možno izraziti s produktom verjetnosti letnega dogodka (P_a) in verjetnosti posledic (C):

$$R = (P_a) \times C. \quad \text{Enačba 2.6}$$

Verjetnost posledic (C) določa verjetni vpliv dogodka na prebivalstvo, objekte in infrastrukturo ter je lahko izražen tudi kvalitativno, z oceno (Resources Inventory Committee, 1997). Dejavniki bo imel v gosteje naseljenih območjih in v bližini infrastrukture višjo vrednost, saj je večja verjetnost, da bo tam povzročena hujša škoda kot drugje.

2.5. Dosedanje raziskave

Dosedanje raziskave so se usmerile v ugotavljanje najprimernejših metod za analizo in napovedovanje potencialnih plazovitih območij, njihovih tveganj, nevarnosti in posledic, v ugotavljanje dejavnikov, ki najpogosteje vplivajo na plazenje, in v uporabo satelitskih podob pri odkrivanju in napovedovanju plazov.

2.5.1. Napovedovanje pojavov plazov in plazovitih območij, ugotavljanje dejavnikov vpliva na plazenje

Plazovi so nadloga, ki se pojavlja širom po svetu. Prav zato je število raziskav in publikacij na tem področju zelo veliko. Skupna izhodišča vseh raziskav so tri predpostavke:

- pojavi v preteklosti in sedanjosti so ključ za napovedovanje pojavov v prihodnosti,
- vzroke plazenja je možno opisati s kombinacijo posameznih dejavnikov, npr. z geološko zgradbo terena, naklonom terena, jakostjo padavin itd. in
- klimatske spremembe, razen občasnih izrednih klimatskih dogodkov, na raziskovanem območju ne bodo bistveno vplivale na pomen posameznih vplivnih dejavnikov.

Zaradi slabega poznavanja vzrokov in procesov, povezanih s klimatskimi spremembami, je upoštevanje tretje predpostavke edino logično. Razen Griffithsa in sodelavcev (1999) v pregledani literaturi potencialnih klimatskih sprememb v prihodnosti niso upoštevali.

Metode napovedovanja nestabilnih območij se delijo v dve skupini, neposredne ali izkustvene (kvalitativne) in posredne. Slednje se delijo na statistične (verjetnostne) in deterministične (izkustveno² pogojene) metode.

² Pri determinističnih metodah raziskovalec določi pomembnost posameznega parametra v enačbi problema, ki ga rešuje. Pomembnost parametra (njegova utež) izhaja iz izkustvenih dognanj raziskovalca.

Griffiths in sodelavci (1999) so v svojem hidrološkem modelu pobočja s pomočjo GIS tehnologije ocenili pojavljanje plazov v odvisnosti od klimatskih sprememb. V modelu so uporabili podatke o tipu tal, reliefu, padavinah, temperaturnih razlikah, vegetaciji in evapotranspiraciji. Velik pomen so padavinam pripisali tudi Montgomery et al. (1994, 1998 in 2000). Padavinam, nagibu³ terena in prisotnosti/odsotnosti koreninskih sistemov (in posredno tudi tipu vegetacije) kot vzroku plitvega plazenja pripisuje velik vpliv. Podoben model napovedi plazovitih območij sta uporabili tudi Vaugeois & Shaw (2001), ki sta upoštevali tudi geomehanske lastnosti zemljin in hribin.

Jibson s sodelavci (1998) in Khazai & Sitar (2001) so za napoved nestabilnih, plazovitih območij v primeru potresa uporabili Newmarkovo metodo, ki upošteva geomehanske lastnosti kamnin. Podobno metodo so uporabili Terlien et al. (1995), Van Westen et al. (1996) in Zinck (1999). Metoda je uporabna le pri napovedih za manjša območja, saj se geomehanske lastnosti kamnin s prostorom močno spreminjajo. Natančne geomehanske lastnosti hribin so služile tudi Petkovšku et al. (1997), Fifer-Bizjakovi (1999) in Hafnerju (1999) za napovedovanje stabilnosti hribin z metodami umetne inteligence – nevronskimi mrežami. Te metode bi najlažje opisali kot umetne (simulirane) izkustvene metode, saj temeljijo na načelu učenja iz napak že opravljenih “korakov” ali ponovitev.

Na podlagi statističnih analiz podatkov so k napovedovanju plazov pristopili Neuland (1976), Carrara et al. (1977a, 1977b, 1991 in 1998), Carrara (1983), Pike (1988), Chung & Fabbri (1999), Halounova (1999), Sinha et al. (1999), Syarief et al. (1999), Chung & Shaw (2000), Gorsevski et al. (2000a), Gorsevski et al. (2000b) in Dhakal et al. (2000). Uporabili so različne statistične metode, bivariatno statistiko in multivariatno analizo. Omenjene metode in pristopi podrobneje opisujejo Van Westen (1993a) in Resources Inventory Committee (1997).

Barredo et al. (2000) so zaradi pomanjkanja geotehničnih in hidrogeoloških podatkov za uporabo determinističnih metod ter zaradi odsotnosti novih plazov za uporabo statističnih metod uporabili metodo posrednega kartiranja, ki temelji na strokovnih ocenah ranljivosti. Take metode se imenujejo hevristične metode. Martínez-Alegría et al. (1998) so uporabili podobno metodo pri napovedi plazov na območju porečij Pisurga in Duero, Weerasinghe (1999) na območju Šri Lanke, Rautela et al. (1999) pa v Himalaji. V Sloveniji so izkustveni pristop napovedovanja plazov uporabili Petkovšek in sodelavci (1993), ki so ozemlje Slovenije natančneje razdelili na območja ranljivosti na podlagi podatkov o do takrat opisanih plazovih. Za osnovo napovedi rizičnih območij zaradi plazov so uporabili podatke o litološki sestavi ozemlja Slovenije, njegovi tektoniki, potresni aktivnosti in hidrogeologiji. Vidrih & Ribičič (1994 in 1998) sta proučevala povezanost potresne dejavnosti na območju Posočja in pojavljanjem plazenj/podorov. Šinigoj & Ribičič (1994) sta uporabila izkustveno metodo za določitev stabilitetnih kriterijev pri izgradnji avtocest. Janža in

³ SSKJ (Ahlin et al., 2000) razlaga nagib kot večpomenski izraz. V celitnem delu pomeni nagib *nagnjenost dane ravnine glede na osnovno ravnino; izmeriti, izračunati nagib; nagib ceste, strmine; streha z velikim nagibom / bočni nagib / redko spuščati se po nagibu po strmini*. V nadaljnjem besedilu bom uporabljal obe sopomenki, naklon in nagib.

Ribičič (1998) sta izdelala ekspertni sistem za napovedovanje plazov na podlagi podatkov iz okolice Brežic.

2.5.2. Napovedovanje nevarnosti, ogroženosti in posledic plazenja

Nadgradnja napovedi pojavov plazov in plazovitih območij je napovedovanje nevarnosti pojava (*ang. hazard*), ocena ogroženosti, povezane s temi pojavi in ugotavljanje njihovih potencialnih posledic za ljudi in imetje. Teoretične osnove so predstavljene v Resources Inventory Committee (1997). Prenekatero raziskavo v smeri napovedovanja tveganj, nevarnosti in posledic plazenja je za obdobje pred letom 1984 zbral Varnes (1984). Tudi kasneje so se številni strokovnjaki ukvarjali s to problematiko, vendar se večina raziskav posveča ekvatorialnim območjem (Okunishi, 2000; Jibson & Baum, 1999). Obširen arhiv o tematiki lahko bralec najde na spletni strani ameriškega geološkega zavoda (USGS, 2000). Vpliv plazov na kulturno dediščino še proučujejo v okviru UNESCO projekta s skupno 24-imi podprojekti (UNESCO – IGCP No. 425, 2001).

Za območje Slovenije oz. manjša območja so karte napovedi ogroženosti zaradi pojavov plazenja v različnih merilih izdelali Petkovšek in sodelavci (1993), Ribičič et al. (1995), Ribičič & Šinigoj (1996) ter Vukadin & Ribičič (1998).

Petkovšek & Marolt (1994) sta na kratko predstavila metodologijo za izdelavo karte ogroženosti in podala tudi oceno materialne škode kot posledice vseh oblik naravnih nesreč, tudi plazov za leto 1993 v Sloveniji.

2.5.3. Uporaba satelitskih podob LANDSAT-5 TM za odkrivanje in napovedovanje plazenj

Z uporabo satelitskih podob Landsat TM pri ugotavljanju različnih površinskih tipov, litologije in tudi plazovitih območij so se v preteklosti ukvarjali nekateri ugledni strokovnjaki s področja daljinskega zaznavanja. Gupta (1991) je podrobneje proučil uporabo satelitskih podob, tudi podob s satelita Landsat, v geologiji in njej sorodnih vedah. Uporabnost satelitskih podob Landsat-5 TM sta opisala tudi Lillesand & Kiefer (1999).

Skidmore et al. (1997) so v svojem članku zbrali ugotovitve pomembnejših raziskav v smeri povezav podatkov daljinskega zaznavanja in vegetacije. Že prej pa so McKean et al. (1991) ugotovili močno povezavo med podatki s posnetkov TM oz. vegetacijo, ki je iz njih razvidna, in ugotavljanjem plazovitih območij. Kljub dejstvu, da imajo podatki, uporabljeni v prispevku McKean et al. (1991), večjo ločljivost od podatkov Landsat TM, so razponi posameznih kanalov skoraj identični.

V svojem poročilu je Organization of American States (OAS, 1991) podala zgornjo mejo ločljivosti, pri kateri so satelitske podobe še uporabne za detekcijo plazov. Ta meja je 30 metrov, priporočljiva ločljivost pa je 10 metrov (Richards, 1982). Slednjemu priporočilu ustrezajo podobe ruskega satelita Resurs-F2, katerih ločljivost je med 6 in 8 metrov in ki so bile uporabljene pri tej raziskavi.

Carlson & Taylor (1995) sta prikazala uporabnost podob satelita Landsat-5 pri ugotavljanju plazovitih območij na primeru južnega Ekvadorja. Med vsemi možnimi kombinacijami barvnih zloženkov sedmih kanalov Landsat-5 TM sta ugotovila, da je za geomehanske potrebe raziskave najugodnejša kombinacija kanalov 5, 4 in 3. Poleg omenjene sta uporabila tudi druge kombinacije, ki so služile za določanje ostalih lastnosti površja (tip in kvaliteta vegetacije, vodna telesa, vlažnost vegetacije itd.). Martínez-Alegría et al. (1998) so uporabili metodo integracije digitalnega modela višin in satelitskih podob Landsat-5 TM pri ločevanju litoloških enot z namenom izdelave geološko-geotehnične karte obravnavanega območja. Za najbolj uporabno so določili barvno zloženko kanalov 5, 4 in 1 iz Landsat-5 TM. Do podobnih ugotovitev je prišel Woldai (1995). Ugotovil je, da so litološke lastnosti raziskanega območja najboljše predstavljene s podobami kanalov 4, 5 in 1. Razlaga kanalov satelita Landsat-5 TM je podana v poglavju 3.3.3.1. (Preglednica 3.3).

Človek s svojimi posegi v okolje (gradnjo, sečnjo, melioracijami itd.) pogojuje tip in rabo tal in s tem v določeni meri tudi pojavljanje plazov. Barredo et al. (2000) so uporabili satelitske podobe kot podlago za določitev površinskih tipov⁴, ki naj bi imeli posredno vlogo pri pojavu plazenj. Posredno povezujeta podobe satelita Landsat-5 s pojavi plazenj tudi Chung & Shaw (2000).

Ricchetti (2000) je satelitske podobe, na podlagi katerih je določal litologijo obravnavanega območja, podkrepil s topografskimi podatki (DMR, naklon pobočij). Te je med klasifikacijo združil s satelitskimi podobami kot dodatni, logični podatkovni sloj. Uporaba dodatnih podatkov mu je služila kot pomoč pri povečanju natančnosti klasifikacije litologije za skoraj 100 %. Topografsko popravljene satelitske podobe niso bistveno pripomogle k izboljšanju kakovosti originalnih posnetkov in s tem tudi ne h kakovosti klasifikacije. Tudi predklasifikacijsko dodajanje topografskih podatkov ni pripomoglo k boljšim rezultatom klasifikacije. Ricchetti (2000) še priporoča, da se ob uporabi podatkov naklonov, ki ponavadi niso normalno porazdeljeni, uporabi neparametrična metoda klasifikacije. Pomanjkljivost članka je, da za dani primer ne podaja najuporabnejših kanalov satelitskih podob Landsat-5 TM.

Uporabo satelitskih podob Landsat-5 v geologiji in inženirski geologiji na slovenskem prostoru so proučevali Komac (1997), Hafner & Komac (1998), Komac & Ribičič (1998) ter Hafner (1999). Vse raziskave so bile usmerjene v ugotavljanje uporabe satelitskih podob za določanje prisotne litologije, ki ima velik vpliv na inženirskogeološke lastnosti ozemlja, ugotavljanje plazov pa neposredno nikoli ni bilo proučevano. Hafner (1999) je ugotovil, da nosita prisotnost vegetacije in njen tip veliko težo pri inženirskogeološki klasifikaciji obravnavanega območja. Ta ugotovitev

⁴ Tudi tipov rabe tal.

sovpada z ugotovitvami drugih strokovnjakov (Montgomery et al., 1994, 1998 in 2000) o vplivu koreninskih sistemov na pojavljanje plitvega plazanja.

Omenjene raziskave so postavile trdno osnovo za nadaljnje raziskave, ki bodo temeljile na uporabi satelitskih podob večjih ločljivosti in podrobnejših prostorskih podatkov.

2.6. Zaključki

Plazovi kot naravna nevarnost vse bolj ogrožajo človeka, ki zaradi svoje potrebe po vedno večjih uporabnih površinah vidneje posega v prostor. Posledica takih posegov so zmanjšanje stabilnosti brežin in ob porušitvi notranje trdnosti materiala tudi plazovi. Med naravne povzročitelje plazov sodijo potresi, poplave in gozdni požari. Po trditvah nekaterih strokovnjakov se škoda, povezana s plazovi in njihovimi posledicami, povečuje iz leta v leto.

Največkrat se prave posledice plazov pojavijo po dogodku šele s časovnim zamikom nekaj mesecev ali let, saj se ogroženi soočajo z ekonomsko-eksistencialnimi problemi, občinski in državni proračuni pa so ob večjih katastrofah trajno obremenjeni. Prostorski plani upoštevajo primernost posameznih območij za razvoj zelenih panog in posegov v prostor. Vendar pa se gradnji določenih, predvsem linijskih infrastrukturnih objektov ni mogoče izogniti in ti lahko potekajo preko nestabilnih območij. Problemi se pojavijo tudi pri nedovoljenih posegih v prostor, kot so črne gradnje, nedovoljeni izkopi materiala ali nedovoljena sečnja, oz. pri dovoljenih, a nepravilnih posegih, kot je golosek ipd. Vse omenjene okoliščine lahko pripeljejo do pojava plazanja.

Da bi se tem pojavom izognili ali pa vsaj zmanjšali njihove negativne posledice, so strokovnjaki začeli izdelovati karte nevarnosti in napovedovati verjetnost pojavljanja plazov. V analize so vključili tudi sociološki vidik in nastale so karte ogroženosti. Te prikazujejo izpostavljenost prebivalstva in lastnine plazovom.

Šele razmah GIS orodij in osebnih računalnikov je omogočil analizo večjega števila prostorskih podatkov. Natančnost in zanesljivost analiz sta še vedno odvisni od osnovnih podatkov. Njihova kvaliteta, število in dostopnost so se v zadnjih letih močno povečali, kar ima za posledico reševanje podrobnejših in zapletenejših matematičnih modelov realnega sveta. V svetu in tudi na našem prostoru so bile že opravljene posamezne raziskave uporabnosti različnih prostorskih podatkov, kot so geološka podlaga, digitalni model reliefa, satelitske podobe idr. za napovedovanje nestabilnih območij. Pokazale so, da je možno ob ustrezni izbiri kvalitetnih podatkov relativno dobro napovedati pojave nestabilnosti oziroma plazenj pobočij. Glede na številne dosedanje raziskave na območju Slovenije je očitno, da se država in stroka zavedata problematike naravnih nesreč v obliki plazov in njim podobnih pojavov. Med uporabljenimi metodami napovedi plazenj prevladuje izkustveni pristop, katerega teže ne gre zanemariti, vendar so rezultati takega pristopa močno subjektivno obarvani in se lahko med posameznimi strokovnjaki močno

razlikujejo. Novejši pristopi dajejo prednost statistični signifikativnosti osnovnih podatkov in s tem do določene mere izločijo subjektivni vpliv.

V tem poglavju so bile predstavljene osnovne značilnosti plazov, vzroki njihovega pojavljanja in dosedanje raziskave s področja napovedovanja plazov ter z njimi povezanih tveganj. Za določitev območij, ogroženih zaradi pojavov plazenj, je treba seveda proučiti prostorske dejavnike, ki so “glavni krivci” za pojavljanje obravnavane geološke nevarnosti. V naslednjem poglavju so predstavljeni prostorski podatki, uporabljeni v pričujoči raziskavi.

3. Geografski opis obravnavanega območja in uporabljeni prostorski podatki

3.1. Uvod

Pri izdelavi modela pojavljanja plazov na obravnavanem območju so bili uporabljeni v nadaljevanju opisani podatki⁵ – podatkovni sloji v GIS okolju. Spekter uporabljenih prostorskih podatkov je širok in obsega geološke, inženirskogeološke, topografske, satelitske, hidrometeorološke in hidrološke podatke. Podatki so bili zbrani iz različnih virov in v različnih merilih. S slednjim se pogosto sooča večina uporabnikov prostorskih podatkov. Posledica različnih meril so odstopanja v podatkih, kar zahteva določeno stopnjo tolerance.

V tem poglavju je najprej podan kratek geografski opis območja raziskave. Sledi podrobnejši opis uporabljenih prostorskih podatkov, ki so služili kot osnova za analize in določitev njihove uporabnosti pri napovedovanju plazov.

3.2. Geografski opis obravnavanega območja

Obravnavano območje leži v osrednjem delu Slovenije (Slika 3.1). Približno 35 km × 35 km veliko območje se razteza med geografskimi koordinatami⁶ 5130.000, 5420.000 na severozahodu (okolica Bohinjske Bistrice), 5095.000, 5420.000 na jugozahodu (okolica Idrije), 5130.000, 5458.000 na severovzhodu (okolica Preddvora) in 5095.000, 5452.000 na jugovzhodu (Log pri Brezovici) 33-e UTM cone⁶. 1222 km² veliko območje v celoti pokriva občine Dobrova – Horjul – Polhov Gradec, Gorenja vas – Poljane, Medvode, Železniki, Žiri, večino občine Kranj ter delno občine Bled, Bohinj, Brezovica, Cerklje na Gorenjskem, Cerkno, Idrija, Logatec, Naklo, Radovljica, Šenčur, Tolmin in Vrhnika. Večji del ozemlja je hribovit. Na območju med obema Sorama je položnejše kot drugod, v idrijsko-žirovskem hribovju, Polhograjskih dolomitih ter na območju Jelovice in Ratitovca pa strmejše. Severovzhodni del, Sorško polje, in jugovzhodni del območja, Ljubljansko barje, sestavlja večinoma ravninski svet s posameznimi vzpetinami. Vodno omrežje na omenjenem območju sestavljajo reke Sava, Selška in Poljanska Sora v osrednjem delu ter Ljublanica in Idrija v obrobni delih. Na območju živi po podatkih iz leta 1996 (Urad RS za prostorsko planiranje et al., 1997) okoli 135000⁷ prebivalcev. Večji mesti sta Kranj in Škofja Loka, večji kraji, ki ležijo na območju, pa so Idrija, Cerkno, Železniki, Žiri, Poljane in Horjul. Med njimi je zaradi razpršenosti prebivalstva po višje ležečih predelih

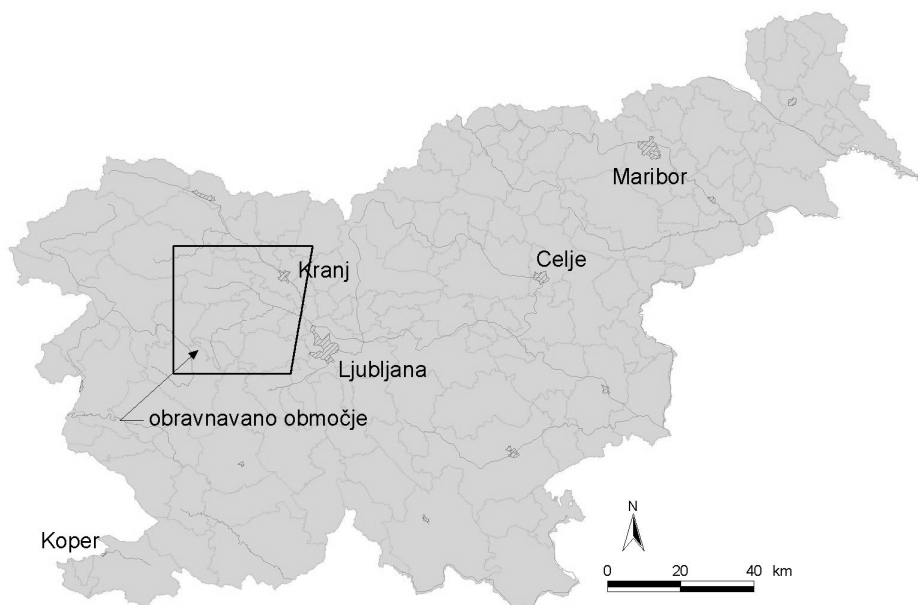
⁵ Podatek je predstavitev dejstev, zamisli in navodil na formaliziran način, primeren za komuniciranje, interpretacijo ali obdelavo, informacija pa je miselni pomen, pripisan podatkom z znanimi uporabljenimi načini njihove interpretacije in predstavitve (Kvamme et al., 1997).

⁶ Vrednosti koordinat so podane v Gauß-Krügerjevem koordinatnem sistemu. Merjeno v stopinjskem sistemu, se območje razteza med N 46°, E 14° na JZ in N 46°19', E 14°27' na SV.

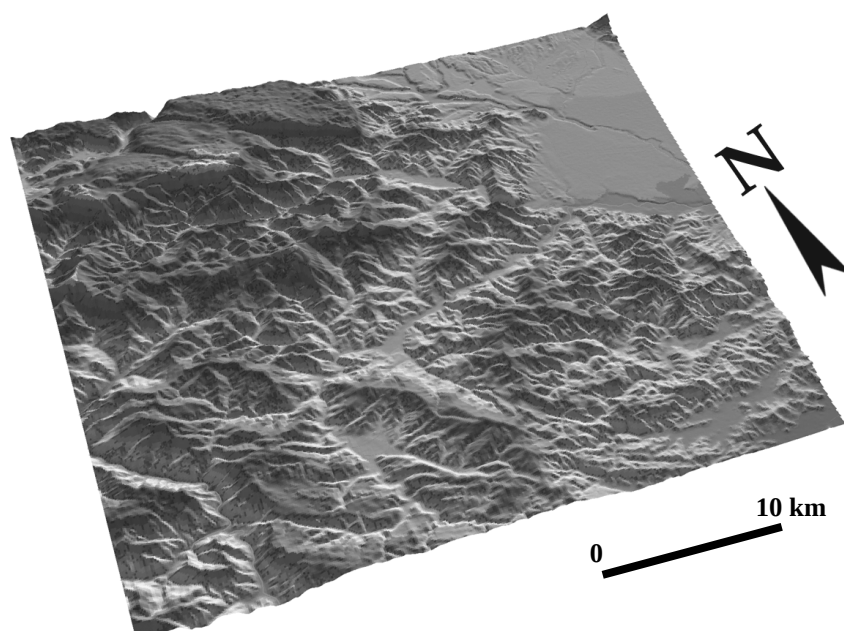
⁷ Ocena je groba, saj je bila izračunana na podlagi podatkov o gostoti prebivalstva na 0,01 km². Ker so ti podatki razdeljeni v razrede po 10 prebivalcev, je bila privzeta srednja vrednost razreda. Največje možno odstopanje od podanega podatka je 25 % (103000-176000).

dobro razpredena infrastrukturna mreža. Slika 3.2 prikazuje digitalni model višin obravnavanega območja.

Območje v prikazani obliki je bilo izbrano zaradi omejitve dostopa do satelitskih podatkov na vzhodnem delu. Nahaja se prav na robu posnetka zahodnega dela Slovenije.



Slika 3.1 – Položaj obravnavanega območja.



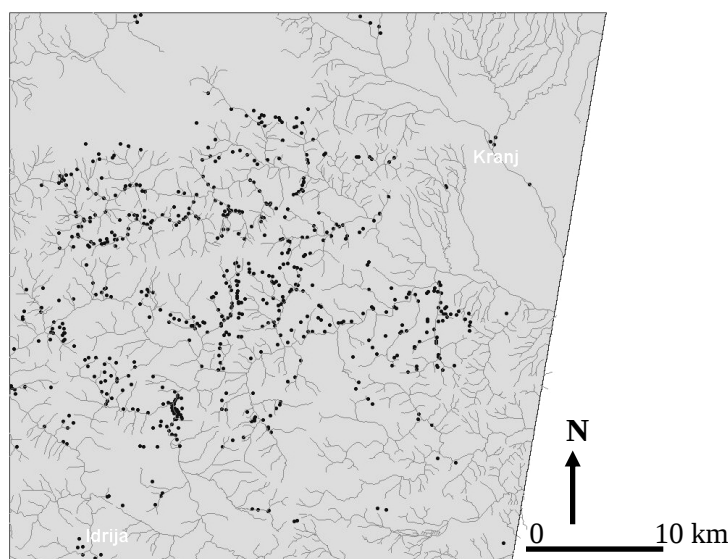
Slika 3.2 – Digitalni model višin obravnavanega območja (cca. 35×35 km²).

3.3. Uporabljeni podatkovni sloji (prostorski podatki)

Izraz podatkovni sloj je definiran kot najosnovnejša uporabna razdelitev podatkov, ki običajno zajema objekte določenega razreda (tipa) podatkov, npr. geološke enote, reke, naklon pobočij, plazove ipd. V namen izdelave napovedi plazovitih predelov omenjenega območja je bilo uporabljenih osem osnovnih podatkovnih slojev oziroma njihovih izpeljank: baza obstoječih plazov, digitalni model višin in njegove izpeljanke, satelitski posnetki oz. podobe⁸, geološka zgradba, količine padavin, mreža površinskih vodnih tokov, raba tal po nomenklaturi CORINE in gostota prebivalstva. Vsi so opisani v sledečem besedilu.

3.3.1. Baza popisanih plazov

Najosnovnejši in najpomembnejši podatki pri prostorski analizi tveganja pred plazovi so podatki o obstoječih ali bolje o znanih plazovih. Podatkovno bazo plazov na obravnavanem ozemlju sestavlja kataster plazov, ki je bil izdelan na Inštitutu za geologijo, geotehniko in geofiziko (današnji Geološki zavod Slovenije) in dopolnjen z nekaterimi podatki iz arhiva podjetja Geoinženiring, d.o.o. Baza zajema 614 točkovno lociranih pojavov plazenja na obravnavanem območju (Slika 3.3). Poleg lokacije je v podatkovni bazi zabeleženih še 24 ostalih parametrov, ki opisujejo lastnost posameznega popisanege plazov. Ti parametri so naštet v spodnji preglednici (Preglednica 3.1). Večina plazov (505) je bila kartirana in popisana na topografsko osnovo merila 1 : 5.000, 89 jih je bilo kartiranih na topografsko osnovo merila 1 : 50.000, drugi pa na topografsko osnovo neznanega merila.



Slika 3.3 – Prikaz lokacij 614-ih plazov na obravnavanem območju. Slika predstavlja enostavno karto pojavov plazenj za obravnavano območje.

⁸ V besedilu se pojavlja izraz satelitski posnetek, v uporabi pa je še drug izraz, satelitska podoba. Podoba in posnetek sta sopomenki ter predstavljata analogno fotografijo ali digitalni zapis nekega opazovanega predmeta, v danem primeru zemeljskega površja obravnavanega območja. V nadaljnjem besedilu bo v rabi tako prvi kot tudi drugi izraz.

Preglednica 3.1 – Opisni parametri posameznega plazua.

Oznaka parametra	Opis parametra
ST_PLAZU	številčna oznaka plazua
X_COORD	koordinata Y v Gauß-Krügerjevem k.s.
Y_COORD	koordinata X v Gauß-Krügerjevem k.s.
VISINA	koordinata Z
KRAJ	kraj lokacije
FIRMA_PORO	Izvajalec ogleda, popisa
DATUM_OGL	datum ogleda, popisa
DIREKTNA_S	direktna škoda
DIR_SKOD_O	ocena direktne škode
INDIREKTNA	indirektna škoda
IND_SKO_O	ocena indirektna škode
NADALJNJA_S	nadaljnja škoda
NAD_SKO_O	ocena nadaljnje škode
SANACIJA	tip sanacije
STANJE_PL	stanje plazine
HITR_DRS	hitrost zdrs
PADNICA	vpadnica
LITOL_OP	litologija
SLOJEVIT	slojevitost
HIDROGEO	hidrogeologija
SEST_PLZ	sestava plazua
VZROKI_PLA	vzroki plazenja
RAZISKAVE	dodatne raziskave
OPOMBE	opombe
MERILO	merilo kartiranja
DIM_PLAZU	dimenzije plazua

3.3.2. Digitalni model višin – InSAR DMV 25 in njegove izpeljanke

Digitalni model višin (*ang. digital elevation model*) predstavlja del digitalnega modela reliefa, v katerem so zapisani podatki o višini točk v prostoru (Kvamme et al. 1997). Vrednosti višin so lahko zapisane v obliki plastnic, mreže pravilnih točk ali mreže nepravilnih točk (TIN). Digitalni model višin, kot podatkovni sloj, in njegove izpeljanke, predstavljene v nadaljnjem besedilu, igrajo pri GIS modeliranju pomembnejšo vlogo. Kot pomemben vir podatkov se je izkazal tudi pri napovedovanju plazovitih območij (poglavje 2.5. Dosedanje raziskave).

Lastnika podatkov digitalnega modela višin sta ZRC SAZU in Mobitel, d.d. (2000). Podatki so bili pridobljeni z radarskim snemanjem površja. Model višin je bil izdelan iz šestindvajsetih posnetkov ERS 1 in 2. Za izdelavo približno štiridesetih delnih modelov višin je bila uporabljena metoda interferometrije. Delni modeli so bili združeni s koherentno obteženim združevanjem ob istočasnem prilagajanju grobem zunanemu modelu (100-metrskemu digitalnemu modelu višin, DMV 100). Boljše pokrivanje so dosegli z uporabo podatkov iz dvigajoče in padajoče orbite oziroma

podatkov snemanja vzhodnega in zahodnega pobočja posamezne vzpetine ter podatkov iz DMV 100 z majhno obtežitvijo⁹. Povprečna višinska natančnost modela je za ravninska območja okoli 2 m, za zmerno razgiban relief okoli 5 m in za hribovit relief okoli 10 m. Za celotno Slovenijo znaša povprečna višinska natančnost okoli 5 m. V goratih območjih se lahko pojavijo grobe napake, ki presegajo 50 m (Oštir, 2001). Velikost celic podatkovnega sloja digitalnega modela višin je 25 metrov, kar pogojuje natančnost samega DMV-ja in njegovih izpeljank. Še posebej pridejo do izraza napake, nastale pri izdelavi izpeljank, saj so te že druga stopnja generalizacije podatkov. Najbolj je to očitno pri podatkih o naklonu, kjer se osem plazov pojavi na skoraj ravnem terenu. Napake so posledica povprečenja območij z rečnimi terasami oz. obrežij, ki so dejansko strmejša kot to prikazujejo podatki. Z zavestnim pristopom se lahko takim napakam izognemo.

V spodnji preglednici (Preglednica 3.2) so našteje osnovne izpeljanke iz digitalnega modela višin, njihov opis in uporabnost.

Preglednica 3.2 – Lastnosti, opis in uporabnost izpeljank iz digitalnega modela višin (prirejeno po Gorsevski 2000b/a).

LASTNOST	OPIS	POMEMBNOST
Naklon	Gradient pobočja	Jakost površinskega in podzemnega toka in erozije ¹⁰ , precipitacija, vegetacija, geomorfologija, zasičenost tal z vodo, primernost tal za uporabo
Nadmorska višina	Višina	Klima, vegetacija, potencialna energija.
Orientacija/usmerjenost	Azimut	Osončenost, evapotranspiracija, gostota flore in favne, uporabnost zemljišč za kmetijske namene, smer stekanja površinskih vod.
Ukrivljenost	Konveksnost /konkavnost	Pospeševanje toka, stopnja erozije/odlaganja, geofiziografija
Hidrografska mreža	Površinske vode	Oddaljenost od površinskih vod, transportna pot mase, erozijska moč.
Grebeni	Slemenitev pobočij	Oddaljenost od grebenov, hitrost odtekanja vod, potencialna energija, pripadnost porečju.

Izpeljanke, ki so bile uporabljene za prostorsko analizo pojavljanja plazov, so naklon pobočij, njihova usmerjenost, ukrivljenost (konveksnost/konkavnost) in višinska lega pojavljanja plazov.

3.3.3. Satelitski posnetki

Satelitski posnetki in podatki, dobljeni z njihovo analizo, dobivajo vse pomembnejšo vlogo pri prostorskih analizah ter pri raziskavah interakcije med človekom in naravo. Nenehne izboljšave v kakovosti/ločljivosti in širjenje spektralnega razpona zaznavanja so omogočili uporabo satelitskih podatkov na številnih področjih, od biologije,

⁹ Digitalni model višin je bil izdelan z uteženim povprečenjem interferogramov. Zaradi uporabe tudi manj natančnega modela DMV 100 pri uteženju so slednjemu pripisali manjšo težo (Oštir, 2000).

¹⁰ Na kraških območjih ni korelacije med naklonom ter jakostjo površinskega in podzemnega toka in erozije.

hidrologije, meteorologije do geologije in arheologije (Swain & Davis, 1978; Sabins, 1986; Gupta, 1991; Lillesand & Kiefer, 1999).

V pričujočem delu so bili uporabljeni podatki dveh satelitskih sistemov, Landsat-5 TM, ameriške izdelave, in Resurs-F2 MK-4, ruske izdelave. Prvi so bili uporabljeni vsled njihove dokazane uporabnosti pri ugotavljanju plazovitih območij, drugi pa zaradi njihove visoke ločljivosti, ki znaša od 6 do 8 oz. od 8 do 12 metrov. Določitev uporabnosti slednjih je tudi eden izmed ciljev te raziskave.

3.3.3.1. Posnetki LANDSAT-5 TM

Uporabnost satelitskih posnetkov Landsat-5 TM na področju geologije ali napovedi plazenj so natančneje opisali Gupta (1991), McKean et al. (1991), Carlson & Taylor (1995), Woldai (1995), Martínez-Alegría et al. (1998), Lillesand & Kiefer (1999), Chung & Shaw (2000), Ricchetti (2000), njihovo uporabnost na slovenskih tleh pa Komac (1997), Hafner & Komac (1998), Komac & Ribičič (1998) ter Hafner (1999).

Satelitski posnetek, obdelan v pričujoči raziskavi, je last Statističnega urada Republike Slovenije. Predstavlja del Georeferenciranega mozaika Slovenije iz vseh 7 kanalov Landsat-5 TM scen iz leta 1993. Zahodni del Slovenije je bil skeniran 4. julija, osrednji 26. maja in vzhodni 20. junija. Velikost slikovnega elementa oziroma osnovne celice je 30×30 m. Lastnik surovih podatkov (podob) je Joint Research Centre, Ispra, Italija, vir podatkov pa je EURIMAGE, Frascati v Italiji. Za georeferenciranje posnetkov je bilo uporabljenih 418 oslonilnih točk, katerih koordinate so bile odčitane s kart v merilu 1 : 25000. Povprečni odklon georeferenčnih točk (napaka) od realnih koordinat na kartah je bil manjši od 30 m (Statistični urad Republike Slovenije, 1993).

Satelitski posnetek s satelita Landsat-5 TM sestavlja sedem spektralnih kanalov, v razponu od 450–2350 nm v vidnem in bližnjem infrardečem spektru in 10400–12500 nm v termalnem infrardečem spektru. Spektralne kanale TM 5 sta podrobneje opisala Lillesand & Kiefer (1999) (Preglednica 3.3), njihovo uporabnost pa Gupta (1991) (Preglednica 3.4).

Preglednica 3.3 – Območja delovanja TM senzorjev misij Landsat -4 in -5 (Lillesand & Kiefer, 1999).

Kanal	λ (nm)	Spekter	Uporabnost kanalov
1	450–520	moder	Dobra penetracija vodnih teles; uporaben za obalno kartiranje, ločevanje poraščenih delov od golih, kartiranje tipov gozdov, opazovanje urbanih področij.
2	520–600	zelen	Uporaben za merjenje vrhov zelene odbojnosti vegetacije za njeno ločevanje in ocenjevanje moči rasti, opazovanje urbanih območij.
3	630–690	rdeč	Uporaben v območju zaznavanja absorpcije klorofila za ločevanje rastlinskih vrst, opazovanje urbanih območij.
4	760–900	bližnji - IR	Uporaben za ugotavljanje tipov vegetacije, količine biomase, razmejevanje vodnih teles in za ločevanje zemljin glede na vsebnost vlage.

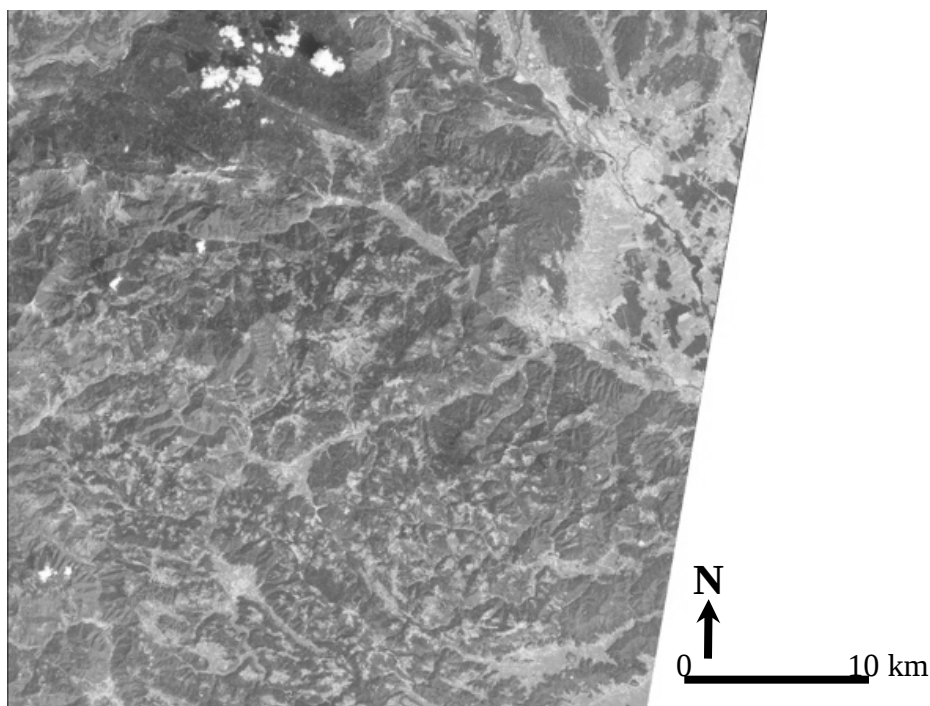
Kanal	λ (nm)	Spekter	Uporabnost kanalov
5	1550–1750	srednji - IR	Uporaben za določanje vsebnosti vlage v rastlinah in zemljinah, ločevanje oblakov od snega.
6	10400–12500	termalni - IR	Uporaben pri analiziranju količine vegetacije, za ločevanje zemljin glede na vsebnost vlage in za aplikacije termalnega kartiranja.
7	2080–2350	srednji- IR	Uporaben za ločevanje mineralov in kamnin in za določanje rastlinske vlage.

Preglednica 3.4 – Pojavnost površinskih tipov v odvisnosti od posnetkov Landsat TM (Gupta, 1991).

OBJEKT	MODRI PAS	ZELENI PAS	RDEČI PAS	BL-IR PAS	SR-IR 1 PAS	SR-IR 2 PAS	OPOMBE
listnat gozd		temen	zelo temen	svetel	svetel	temnejši	
iglast gozd		temen	zelo temen	srednji do temen	svetel	temnejši	lisast
goli gozd		svetlo siv	srednje siv do svetel	temni toni			
njive, polja		siva	sr. siva	svetla	svetlo siva	svetlo siva	ograta polja, vzorci
voda:							
čista, globoka	temna	temna	črna	črna	črna	črna	
plitva, motna	svetla	svetla	siva	črna	črna	črna	
zemljina:							
neobdelana	svetla	svetlo siva	svetlo siva	temnejša	siva	temnejša	vzorci
močvirnata		svetlo siva	svetlo siva	temno siva do črna			nepravil. zaplate, mejijo na vodo
sneg:							
svež	bel	bel	bel	bel	zelo temen	zelo temen	
umazan, stopljen	bel	bel	bel	zelo temen	zelo temen	zelo temen	
urbana območja	svetla	svetlo siva	siva	temnejša			značilni vzorci
infrastruktura	svetlejša	svetlejša	svetlejša	temnejša			linearni vzorci
gole kamnine	svetlejše	svetlejše	sive	sive			
limonit	zelo temen	zelo temen	svetel	svetel			
gline (kaolinit)	svetle	svetle	svetle	svetle	svetle	zelo temne	

Spodnja slika (Slika 3.4) kaže barvno zloženko spektralnih kanalov TM 4, 3 in 2 za obravnavano območje po načelu RGB. Prikazana je s sivimi odtenki.

Zaradi slabe prostorske ločljivosti, ki znaša 120 metrov, je bil iz nadaljnjih analiz izločeni šesti, termalni IR kanal. Prostorska ločljivost ostalih šestih kanalov je bila izboljšana po postopku združevanja posnetkov različnih ločljivosti (Welch & Ehlers, 1987; Chavez et al., 1991; IAEA, 1994; Woldai, 1995; ERDAS, 1999; Lillesand & Kiefer, 1999). S tem postopkom oz. pripadajočimi metodami je možno večspektralne posnetke slabše ločljivosti izboljšati s pankromatskim posnetkom boljše prostorske ločljivosti. Lastnosti slednjega so podrobneje opisane v 5. poglavju. Pri metodi združevanja posnetkov različnih ločljivosti je bila zaradi najboljših rezultatov med klasičnimi metodami (Sanjeevi et al., 2001) in zaradi najboljšega ohranjanja izvirne radiometrične vrednosti posnetka (ERDAS, 1999) uporabljena metoda glavnih komponent (*ang. PCA*).



Slika 3.4 – Barvna zloženka TM 5 spektralnih kanalov 4, 3 in 2 (*ang. false color composition*) prikazana s sivimi odtenki.

3.3.3.2. Posnetki MK-4

MK-4 je sistem kamere na ruskem satelitu Resurs-F2, ki je bil oblikovan posebej za pridobivanje satelitskih podatkov za analize naravnih virov in ekoloških ocen. Kamera ima zmožnost zaznavanja v EM spektru od 515–900 nm. Podatki so uporabni tudi za izdelavo modelov površja, saj je pokrivanje sosednjih posnetkov 60 % (Sovinformsputnik, 2001a). Preglednica 3.5 prikazuje lastnosti opazovalnega sistema MK-4.

Preglednica 3.5 – Lastnosti opazovalnega sistema MK-4 (prirejeno po Sovinformsputnik, 2001a in Telsat, 2001).

Lastnost	Opis
Vesoljsko plovilo	RESURS F2
Povprečna višina snemanja	240 km
Inklinacija orbite	82,3°; 72,9°
Velikost posnetka	180 × 180 km (162 × 162 km na površini)
Tip senzorja	pasiven
Pokritost	globalna
Število spektralnih kanalov	4–3 pankromatski in 1 kanal širšega barvnega spekta
Kanal, spektralni razpon (nm), ločljivost na površini (m)	čb, 515–565 nm, 8–12 m
	čb, 635–690 nm, 6–8 m
	čb, 810–900 nm, 6–8 m
	barven, 580–800 nm, 12–15 m

V spodnji preglednici (Preglednica 3.6) so prikazani podatki uporabljenih posnetkov MK-4, ki jih je posredovala ruska agencija Sovinfosputnik. Podatki so podani za surove posnetke, katerih le del je bil uporabljen za namen raziskave.

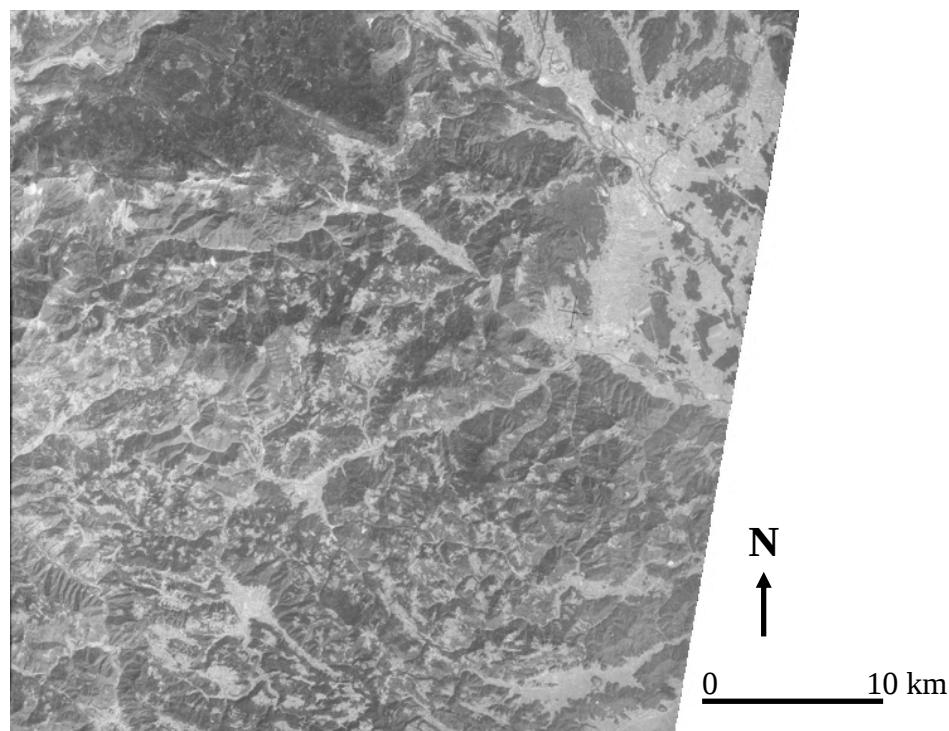
Preglednica 3.6 – Podrobnejši podatki uporabljenih posnetkov opazovalnega sistema MK-4 (Sovinformsputnik, 2001b).

Lastnost	Opis		
Kamera	MK-4		
Stopnja obdelave	surov posnetek		
Regija	Slovenija		
Posnetek	1853		
Višina snemanja	236.5 km		
Datum snemanja	10. september, 1991		
Čas snemanja	10 : 20 GMT		
Višina Sonca	43,2°		
Geografske koordinate oglišč posnetka	46°29' N, 13°34' E; 46°19' N, 14°28' E; 45°42' N, 14°19' E; 45°50' N, 13°25' E		
Tip posnetka	8-bitni (256 sivih odtenkov)		
Format posnetka	TIFF (Tag Image File Format)		
Film	158 (635–690 nm)	159 (810–900 nm)	160 (515–565 nm)
Ime datoteke	158_1853.tif	159_1853.tif	160_1853.tif
Št. stolpcev	11264	11264	11264
Št. vrstic	11776	11776	12032
Velikost celice pred georeferenciranjem (m)	približno 6,5	približno 6,3	približno 6,3
Velikost celice po georeferenciranju (m); št. stolpcev/vrstic	6 6596/5937	6 6596/5937	6 6596/5937
RMS ¹¹ napaka v smeri X (m)	(3,363)	(2,681)	(3,247)
RMS ¹¹ napaka v smeri Y (m)	(21,164)	(16,273)	(20,439)

Eno največjih težav pri obdelavi satelitskih posnetkov MK-4 je predstavljal postopek njihovega vpenjanja v koordinatni sistem. Poleg vpenjanja posameznih posnetkov je bilo treba tudi njihovo usklajevanje z obstoječimi podatki. Kot najprimernejša osnova za vpenjanje MK-4 posnetkov na obstoječe podatke se je izkazalo vodno omrežje, opisano v poglavju 3.3.6. Zaradi ohranitve izvirnih vrednosti celic na posnetkih, kolikor je to le mogoče, je bilo izbrano vpenjanje po metodi najbližje sosednje celice.

Spodnja slika (Slika 3.5) prikazuje barvno zloženko spektralnih kanalov MK-4 158, 159 in 160 za obravnavano območje po metodi RGB. Prikazana je s sivimi odtenki.

¹¹ RMS – ang. root mean square – vsota najmanjših kvadratov.



Slika 3.5 – Barvna zloženka spektralnih kanalov MK-4 158, 159 in 160 prikazana s sivimi odtenki.

3.3.3.3. Večja natančnosti posnetka in njene prednosti/pomanjkljivosti

Z uporabo posnetkov večje prostorske (in spektralne) ločljivosti pridejo na dan prednosti in tudi slabosti njihove obdelave. Najbolj očitna prednost je dostop do več podrobnosti, kar pomeni večjo ločljivost manjših objektov na posnetku. Poveča se *objektna ločljivost*¹². Druga prednost je večja homogenost posamezne celice na posnetku. To pomeni, da ena celica predstavlja enega ali nekaj različnih tipov površja, vsekakor pa manj kot celica pri slabši prostorski ločljivosti. V tem primeru lahko govorimo o večji *konsistenčni ločljivosti*¹² ali “*vsebinski enotnosti*” celice. Smith et al. (2002) navajajo, da na natančnost klasifikacije bolj vpliva velikost območja površinskega tipa kot njegova heterogenost oz. homogenost. Tu se pojavlja vprašanje, ali ni heterogenost nekega opazovanega površinskega tipa odvisna ravno od velikosti homogenih površinskih tipov, ki ga sestavljajo. Pravilnejša trditev bi zato bila, da na natančnost klasifikacije bolj vpliva velikost območja površinskega tipa v razmerju do velikosti celice kot njegova heterogenost oz. homogenost.

Ovira, ki se pojavi ob večanju prostorske ločljivosti, je posledično povečanje števila tipov površja in s tem razredov, ki jih opisujejo pri klasifikaciji posnetka. Zaradi večje konsistenčne ločljivosti se prej generalizirani tipi površja naenkrat razdelijo na večje število novih podtipov, za katere pa ni nujno, da jih poznamo ali da znamo določiti

¹² Omenjena izraza sem poimenoval na osnovi njunih značilnosti. V pregledani literaturi nisem zasledil podobnih izrazov, po vsej verjetnosti pa že obstajata, zato ju tu uvajam kot pogojno nova izraza.

njihove lastnosti in vsebino. Vsled temu je treba razdelitev tipov površja obravnavati na nižjem nivoju, kar povzroči potrebo po večjem poznavanju opazovanega območja ter daljšem času obdelave in interpretacije podatkov.

Problem pojava novih površinskih tipov je še posebej opazen v mejnih območjih (Burrough, 1996).

3.3.4. Geološke značilnosti ozemlja

Rezultati številnih raziskav o vplivu geološke zgradbe terena oziroma litologije in tektonskih struktur na pojavljanje plazov so opisani že v drugem poglavju, ki govori splošno o plazovih. Prav vsi avtorji, brez izjeme, so pri svojih analizah upoštevali geološke lastnosti opazovanih območij kot enega ključnih faktorjev pri pojavljanju plazov. Glavni vir geoloških podatkov na območju Slovenije predstavlja Osnovna geološka karta SFR Jugoslavije v merilu 1 : 100.000.

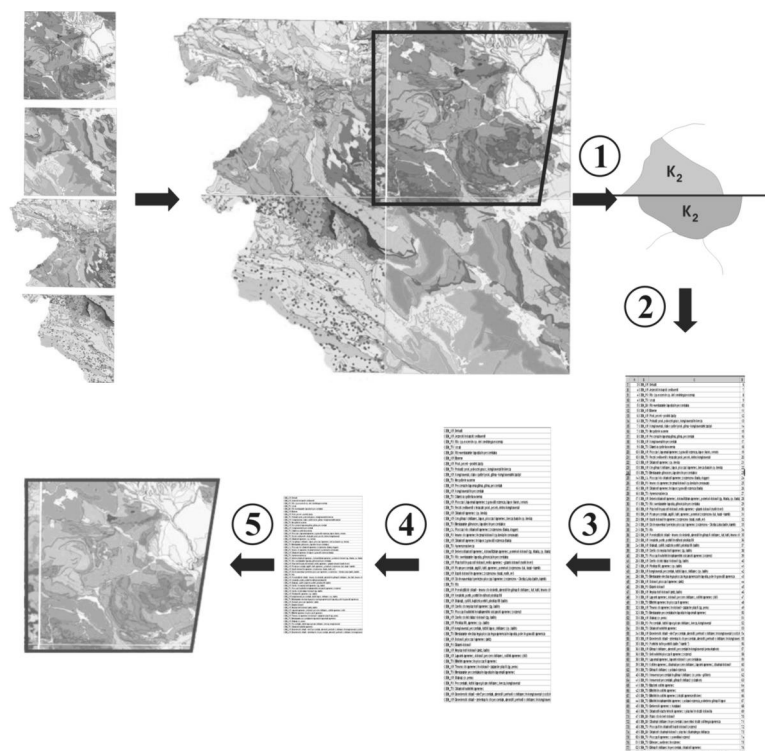
3.3.4.1. Osnovna geološka karta SFRJ merila 1 : 100.000

Večina obravnavanega ozemlja leži na listu Kranj Osnovne geološke karte SFRJ merila 1 : 100.000, manjši del pa še na listih Tolmin, Gorica in Postojna. Tako so bili podatki o geološki zgradbi dela območja, ležečega na listu Kranj, povzeti po Grad & Ferjančič (1974), na listu Tolmin po Buser (1987), na listu Gorica po Buser (1968) in na listu Postojna po Buser et al. (1967). Robovi kart so bili med seboj usklajeni v okviru raziskovalne naloge "Izdelava in tiskanje geoloških kart s tolmači" (Dozet, 2000). Meja med listoma Kranj in Postojna v času izdelave te raziskave še ni bila usklajena, vendar zaradi dobrega prostorskega in tematskega ujemanja med kartama ni predstavljala večjega problema. Združevanje in usklajevanje mej stratigrafskih členov, linijskih elementov in simbologije listov OGK SFRJ 1 : 100.000 je potekalo po postopku, sestavljenem iz petih korakov, ki so:

- združevanje listov OGK in usklajevanje mej,
- usklajevanje vsebin med listi,
- usklajevanje simbologije, izločitev ponavljajočih se členov in posplošitev na enake litološke člene,
- določitev trdnostnih parametrov in
- reklasifikacija karte (Slika 3.6).

Za usklajevane stratigrafskih členov, kjer ti še niso bili usklajeni, so bili za osnovo uporabljeni tolmači listov Kranj (Grad in Ferjančič, 1976), Gorica (Buser, 1973), Postojna (Pleničar, 1970) in Tolmin (Buser, 1986). Vsebinsko usklajevanje ponavljajočih se členov na listih je temeljilo na osnovi stratigrafskega opisa členov sosednjih listov OGK. Po uskladitvi členov je bila njihova razdelitev poenostavljena na osnovi njihovih inženirskogeoloških lastnosti (Ribičič (2001b); Urbanc et al.

(2000)). Končna razdelitev je sestavljena iz 18-ih razredov (litoloških enot) in temelji na lastnosti trdnosti kamnine oz. zemljine.



Slika 3.6 – Postopek usklajevanja litostratigrafskih enot z obravnavanega območja.

3.3.4.2. Litostratigrafska razčlenitev opisanega ozemlja

Celotno podpoglavje je povzeto po tolmačih za posamezne liste OGK 1 : 100.000, Postojna (Pleničar, 1970), Gorica (Buser, 1973), Tolmin (Buser, 1986) in Kranj (Grad in Ferjančič, 1976). Obravnavano območje, ki sega na štiri liste OGK 100.000, je sestavljeno iz 104 različnih členov. Litostratigrafska razčlenitev območja je pestra in obsega kamnine v starostnem razponu od zgornjega karbona (C_2) do holocena. Litostratigrafski členi so v nadaljevanju (Preglednica 3.7) naštet v obratnem kronostratigrafskem vrstnem redu, od najmlajšega do najstarejšega, tako kot je to v navadi na geoloških kartah oz. legendah. Številčno so označeni v enakem vrstnem redu. Po vsebinski uskladitvi kart bo bili osnovni členi štirih kart združeni v 63 litostratigrafskih členov, prikazanih s 813 ločenimi poligoni¹³. Ti členi so bili končno združeni v 18 samostojnih litoloških enot, ki so služile kot osnova za razdelitev glede na trdnost. Litostratigrafski opis členov in njihove lastnosti so bili povzeti po opisih v tolmačih, zato je terminologija na nekaterih mestih arhaična. Izraz “glinasti skrilavec” je zastarel in nepravilen, a zaradi nejasnosti in možnih napak, ki bi nastale ob zamenjavi s pravilnim izrazom “skrilav glinovec”, ostaja v opisu člena. Enako velja za izraz “skrilavec”, namesto katerega bi moral biti izraz “glinovec”.

¹³ Poligon je prostorsko zaključena homogena enota.

Preglednica 3.7 – Litostratigrafska razčlenitev območja.

Kvartar	Holocen	<i>al</i>	prodne in peščene aluvialne naplavine	1
		<i>s</i>	melišča in pobočni grušči	2
		<i>d</i>	deluvij	3
		<i>pr</i>	vršajni nanos	4
		<i>j</i>	jezerski in barjanski sedimenti	5
	Pleistocen	<i>gl</i> ₁	nesprijet morene	6
		<i>gl</i> , <i>gl</i> ₂	sprijete morene	7
		<i>fgl</i>	prod, pesek; prodni zasip	8
		<i>fgl</i>	konglomerat, slabo sprijet prod, glina; konglomeratni zasip	9
Terciar	Oligocen	² <i>Ol</i> ₂	peščena in laporna glina, peščenjak	10
		¹ <i>Ol</i> ₂	konglomerat, peščenjak	11
		<i>Ol</i> ₂	apnenčeva breča	12
	Eocen	<i>E</i> _{1,2}	fliš	13
Kreda		⁴ <i>K</i> ₂ ³	fliš	14
		<i>K</i> ₂ ^{2,3}	lapor, ploščast laporni apnenec	15
		<i>K</i> ₂ ³	volčanski apnenec	16
		<i>K</i> ₂ ¹⁺²	menjavanje rdečkastega ploščastega apnenca in laporja, pole in gomolji roženca	17
		<i>K</i> _{1,2}	temno siv skladovit apnenec in zrnat dolomit	18
		<i>K</i> ₁ ⁴⁺⁵	“glinasti skrilavec”, kalkarenit in roženec, apnenčeva breča in lapornati apnenec	19
		<i>K</i> ₁ ²⁺³	menjavanje peščenjaka, laporja in lapornega apnenca	20
		<i>K</i> ₁ ²⁺³	skladoviti mikritni apnenec in ploščasti apnenec	21
Jura		<i>J,K</i>	beli mikritni ploščasti apnenec z roženci – biancone apnenec	22
		<i>J,K</i>	“glinasti skrilavec”, lapor, ploščasti apnenec z rožencem	23
		<i>J</i> _{2,3}	“glinasti skrilavec” s polami roženca	24
		<i>J</i> _{1,2}	masivni oolitni in krinoidni apnenec	25
		<i>J</i> ₁	mikritni in oolitni apnenec z vložki apnenčevih breč	26
		<i>J</i> ₁	mikritni in kalkarenitni apnenec s polami roženca, podrejeno glinasti lapor	27
Trias		<i>T</i> ₃ , <i>J</i>	debeloskladovit apnenec, dolomitiziran apnenec, ponekod dolomit – dachsteinski apnenec	28
		<i>T</i> ₃ ²⁺³	grebenski apnenec s koralami	29
		<i>T</i> ₃ ²⁺³	glavni dolomit	30
		<i>T</i> ₃ ²⁺³	baški dolomit	31
		₂ <i>T</i> ₃ ¹	ploščast apnenec s poredkimi roženci	32
		₂ <i>T</i> ₃ ¹	glinovec, meljevec in roženec	33
		₂ <i>T</i> ₃ ¹	“glinasti skrilavec” in peščenjak, skladovit in ponekod grebenski apnenec – amfiklinske plasti	34

	T_3^1	skladoviti in masivni dolomit	35
	T_3^1	masivni debeložrnati dolomit – cordevolski dolomit	36
	T_3^1	pisan peščenjak, argilit, tufit	37
	T_3^1	apnenec	38
	T_3	masivni apnenec z roženci	39
	$T_{2,3}$	siv in rumenkast, pretežno ploščast apnenec z rožencem – škofjeloški apnenec	40
	$T_{2,3}$	apnenec	41
	$T_{2,3}$	psevdoziljski skladi – drobnik, peščenjak, črn glinasti, redkeje lapornat “skrilavec” prehaja v tufe in tufite	42
	T_2^2	keratofir, porfir, porfirit, tuf	43
	T_2^2	diabazi, spiliti, bazični porfirit, piroklastiti	44
	T_2^2	svetlo siv neplastovit apnenec	45
	T_2^2	svetlo siv kristalast dolomit	46
	T_2^2	piroklastiti, apnenec	47
	T_2^2	konglomerat in peščenjak	48
	T_2^1	dolomit, ploščast apnenec, dolomitni konglomerat	49
	T_2	dolomit	50
	T_2^3	skladoviti dolomit	51
	T_1	laporni apnenec, dolomit, peščen “skrilavec”, oolitni apnenec, meljevec, peščenjak, lapor	52
	T_1	laporni apnenec in lapor	53
	T_1	sljudnat dolomit in meljevec	54
	T_1	sljudnat “skrilavec” in peščenjak, vmesni vložki oolitnega apnenca	55
	T_1	dolomit, gomoljasti laporni apnenec, lapor	56
Permij	P_3	apnenec, dolomit – žažarske plasti	57
	P_3	dolomit, “skrilavec”	58
	P_2	rdeči peščenjak, “glinasti skrilavec”, alevrolit in konglomerat – grödenske plasti	59
	P_2	zeleni peščenjak, “glinasti skrilavec”, alevrolit in konglomerat – grödenske plasti	60
	P_2	diabaz	61
Karbon	C,P	“glinasti skrilavec”, kremenov peščenjak	62
	C_2	kremenov peščenjak, “glinasti skrilavec”	63

Pogostost pojavljanja posameznih litostratigrafskih členov je podana v spodnji preglednici (Preglednica 3.8). Stolpec “Št. oznaka litostratigrafskega člena” pomeni njegovo zaporedno številko v zgornjem opisu, stolpec “Št. poligonov” pomeni število poligonov posameznega člena, stolpec “Skupna površina¹⁴” predstavlja skupno

¹⁴ Izraz površina tu ni uporabljen kot geometrijski pojem. Pojem, ki geometrijsko pravilno opisuje predstavljene ploskve je *ploščina* in predstavlja velikost površine, projicirane na tlorisno ravnino. V besedilu se pojavlja izraz površina, kljub njegovi geometrijski “nekorektnosti”, bralca pa opozarjamo na njuno ločevanje.

površino člena v m², "Površina %" pa razmerje ploščine člena glede na površino obravnavanega ozemlja. V zadnjem stolpcu so podane nove oznake litostratigrafskih členov, pripisane na osnovi njihovih litoloških lastnosti.

Preglednica 3.8 – Pogostost pojavljanja litostratigrafskih členov na obravnavanem območju in njihove nove številčne oznake.

Št. oznaka litostratigrafskega člena	Št. poligonov	Skupna površina (m ²)	Površina %	Nova št. oznaka litološke enote
1	26	78550031,37	6,42%	1
2	27	15950105,71	1,30%	2
3	14	11034613,96	0,90%	3
4	1	865056,60	0,07%	2
5	2	4913620,00	0,40%	4
6	2	670889,28	0,05%	2
7	8	14409978,20	1,18%	5
8	7	79308236,15	6,49%	1
9	23	61663845,84	5,04%	6
10	35	11939983,22	0,98%	3
11	8	6554583,48	0,54%	6
12	1	281070,90	0,02%	5
13	3	318652,88	0,03%	7
14	1	10006700,00	0,82%	7
15	1	349023,60	0,03%	8
16	2	2077478,60	0,17%	8
17	3	4485699,10	0,37%	8
18	2	1485624,26	0,12%	9
19	6	15377937,77	1,26%	10
20	2	58048,54	0,00%	7
21	3	224150,81	0,02%	9
22	9	823600,64	0,07%	9
23	11	16857053,25	1,38%	10
24	9	2816389,55	0,23%	10
25	20	11790575,20	0,96%	9
26	6	2747112,70	0,22%	9
27	4	1195554,30	0,10%	8
28	14	96286005,17	7,87%	11
29	4	2834335,38	0,23%	9
30	20	48462827,48	3,96%	12
31	17	36405179,49	2,98%	11
32	1	934891,80	0,08%	9
33	1	830388,60	0,07%	13
34	2	18814661,90	1,54%	10
35	2	683816,45	0,06%	12
36	3	4095564,93	0,33%	12
37	19	21840454,51	1,79%	14
38	9	8864200,80	0,72%	14
39	2	418453,40	0,03%	9
40	10	4256084,87	0,35%	9
41	18	68239151,74	5,58%	13

Št. oznaka litostratigrafskega člena	Št. poligonov	Skupna površina (m ²)	Površina %	Nova št. oznaka litološke enote
42	5	514330,73	0,04%	9
43	19	30118213,20	2,46%	15
44	2	2379742,80	0,19%	15
45	8	4584803,23	0,37%	9
46	33	18369124,15	1,50%	12
47	45	14294043,45	1,17%	16
48	4	6321339,58	0,52%	17
49	30	45444757,85	3,72%	11
50	24	28257869,02	2,31%	12
51	67	122496106,81	10,02%	18
52	7	3212940,97	0,26%	8
53	6	2032865,30	0,17%	12
54	2	77409,04	0,01%	18
55	2	111279,04	0,01%	13
56	1	1872240,00	0,15%	11
57	64	15027008,74	1,23%	11
58	1	337911,40	0,03%	18
59	81	89271353,36	7,30%	17
60	6	7107017,38	0,58%	17
61	9	64406,81	0,01%	15
62	36	161122896,81	13,18%	10
63	3	118109,33	0,01%	10

3.3.4.3. Strukturni elementi na obravnavanem območju

Tako kot opisi v prejšnjem podpoglavju so tudi strukturni elementi, natančneje prelomi in prelomne cone, narivnice ter luske, povzeti po OGK 1 : 100.000 (Buser et al., 1967; Buser, 1987; Buser, 1968; Grad in Ferjančič, 1974). V naslednji preglednici (Preglednica 3.9) je prikazana pogostost pojavljanja posameznih elementov na obravnavanem območju.

Preglednica 3.9 – Pogostost pojavljanja strukturnih elementov na obravnavanem območju.

Strukturni element	Št. elementov	Skupna dolžina el. (m)
prelomi	2096	1029611,5
narivnice	368	163378,7
luske	258	17752,1
prelomne cone	14	132981,1

Na obravnavanem območju očitno prevladujejo prelomne strukture, katerih skupna dolžina presega tri četrtine dolžine vseh strukturnih elementov. Jakost oz. pomembnost strukturnih elementov ni podana. Najverjetneje je, da so bili zaradi večje preglednosti kart izvezeti iz prikaza na OGK SFRJ 1 : 100.000 manjši oz. manj pomembni prelomi.

3.3.4.4. Inženirskogeološka karta ozemlja

Inženirskogeološke lastnosti ozemlja so bile pridobljene z inženirskogeološke karte Slovenije, ki je bila izdelana v okviru obdelave prostorskih geoloških podatkov za potrebe ARAO (Urbanc et al., 2000) na podlagi rokopisne litostratigrafske karte Slovenije v merilu 1 : 250.000 (Buser, 1996). Kasneje je bila prenesena v GIS okolje in dopolnjena (Komac et al., 1999). Prvotni litostratigrafski členi so bili za območje celotne Slovenije razdeljeni v 32 razredov s specifičnimi inženirskogeološkimi lastnostmi, ki jih definira tristopenjska delitev. V naslednji preglednici (Preglednica 3.10) so prikazane inženirskogeološke lastnosti enot, ki se pojavljajo na obravnavanem območju. Lastnosti so bile povzete po Ribičič (2001b) in Urbanc et al. (2000). V prvem stolpcu so, kot je to običajno, opisi litoloških enot, sledi inženirskogeološka razvrstitev na prvi in drugi stopnji (stolpec "Inž.-geol.") ter na tretji stopnji (stolpec "Dec."), ki predstavlja decimalno delitev kamnin. V drugem stolpcu predstavlja oznaka ZEM-R razred ravninskih zemljin, oznaka ZEM-P predstavlja razred pobočnih zemljin, ZEM-K predstavlja kamenotvorne zemljine, POL je oznaka za polhribine, KLA za klastične hribine, KAR za karbonatne hribine in MAG za magmatske hribine. Vrednost decimalne klasifikacije na prvih dveh mestih predstavlja ravnokar opisano razdelitev, tretja vrednost pa predstavlja vrsto kamnine. Drugi trije stolpci so rezultat ekspertnih ocen in temeljijo na dolgoletnih izkušnjah.

Preglednica 3.10 – Inženirskogeološke lastnosti litoloških enot na obravnavanem območju (po Ribičič (2001b) in Urbanc et al. (2000)).

# Litološka enota	Inž.-geol.	Dec.	A - preperinski pokrov	B - erozija	C - tip hribine
1 Nanosi rek in potokov	ZEM-R	113	1	1	1
2 Pobočni grušč	ZEM-P	122	2	1	1
3 Peščena in laporna glina, glina, peščenjak	ZEM-K	132	1	1	1
4 Jezerski in barjanski sedimenti	ZEM-R	112	1	1	2
5 Morene, breča	ZEM-P	123	2	1	1
6 Konglomeratni zasip	POL	204	5	2	5
7 Fliš	KLA	302	4	1	4
8 Apnenec, laporni apnenec, lapor	KAR	405	4	3	5
9 Apnenec	KAR	403	5	3	5
10 "Glinasti skrilavec" in podrejeno druge kamnine	KLA	301	3	1	4
11 Apnenec in dolomit	KAR	403	5	3	5
12 Dolomit	KAR	404	5	3	5
13 Psevdoziljski skladi	KLA	301	3	1	4
14 Peščenjak, argilit, tuf	KLA	303	3	1	4
15 Kisli in bazični piroklastiti	MAG	601	4	2	5
16 Piroklastiti, apnenec	KLA	406	4	2	3
17 Peščenjak, "glinasti skrilavec", alevrolit, konglomerat, lapor	KLA	303	3	1	4
18 Laporni apnenec, dolomit, peščen "skrilavec"	KAR	405	4	3	5

Stolpec “Preperinski pokrov” predstavlja razdelitev litoloških členov glede na debelino preperine, ki lahko nastane na območju njihovega pojavljanja. Vrednosti so razvrščene med 1 in 5, njihov pomen pa je podan v sledeči preglednici (Preglednica 3.11), v razdelku A. V isti preglednici so na podoben način podani tudi opisi erozivnosti, ki podajajo odpornosti kamnin na erozijske procese (razdelek B), in tipi hribin (razdelek C).

Preglednica 3.11 – Šifrant vrednosti inženirskogeoloških lastnosti litoloških členov na obravnavanem območju.

A – preperinski pokrov	Opis preperinskega pokrova
1	zemljina, glinasta, meljasta z lastnostmi preperine
2	zemljina, prodnata (gruščnata) z lastnostmi preperine
3	zelo debel in debel preperinski pokrov (pretežno več od 3 m)
4	srednje debel preperinski pokrov (pretežno od 1.5 do 3 m)
5	tanek preperinski pokrov (pretežno do 1.5 m)
B – erozija	Opis erozivnosti kamnin
1	močno erozivne kamnine
2	srednje erozivne kamnine
3	malo erozivne kamnine
C – tip hribine	Opis trdnosti hribin
1	nekoherentne zemljine
2	koherentne zemljine
3	polhribine
4	mehke in srednjetrjne hribine
5	trdne

Podane lastnosti predstavljajo posplošene lastnosti kamnin, zaradi česar lahko prihaja do odstopanj med napovedmi, temelječimi na opisanih lastnostih, in med dejanskim stanjem.

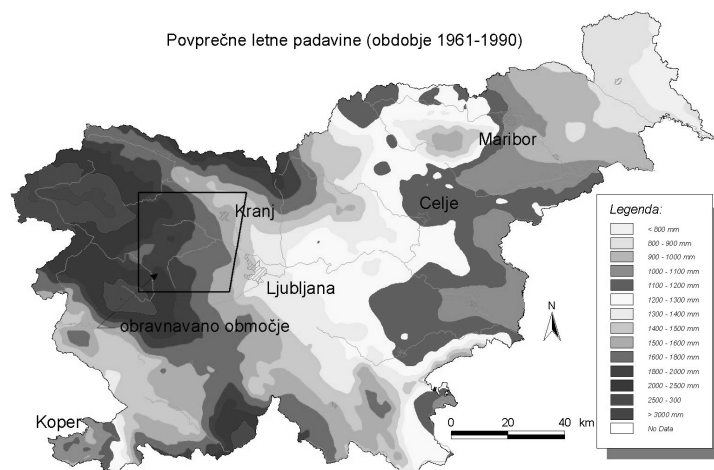
3.3.5. Karte padavin za območje Slovenije

Številni avtorji, Carrara (1991), Montgomery et al. (1994, 1998 in 2000), Terlien et al. (1995), Griffiths et al. (1999) in Laprade et al. (2000) pripisujejo pri časovnem pojavljanju plazenj padavinam velik pomen. To je botrovalo odločitvi, da so bili v analizo pojavov plazenj na obravnavanem območju vključeni podatki o povprečnih letnih in maksimalnih 24-urnih padavin. Podatki so bili uporabljeni posredno – služili so za določitev časovne meje med učnim in testnim¹⁵ nizom plazov pri klasifikaciji satelitskih podob. Padavinske karte so podane za območje celotne Slovenije, saj lahko bralec le tako dojame vzroke prostorskega razširjanja padavin tudi na obravnavanem območju.

¹⁵ Učni niz predstavlja del vzorca, ki služi za izdelavo matematičnega modela. Ta posnema opazovane naravne procese. Testni (oz. kontrolni) niz predstavlja del vzorca, ki služi za preverjanje pravilnosti matematičnega modela, izdelanega na podlagi podatkov učnega niza.

3.3.5.1. Karta povprečnih letnih padavin v Sloveniji za referenčno obdobje 1961–1990

Lastnik podatkov povprečnih letnih padavin za referenčno obdobje med leti 1961–1990 je MOP–HMZ. Referenčno obdobje (1961–1990) je določila Svetovna meteorološka organizacija (Zupančič, 1995). Isti avtor navaja, da so podatki o povprečnih letnih padavinah koristni pri ocenah vodnih zalog v podtalnici, obenem pa opozarja, da je za analize v drugih vejah znanosti koristnejši podatek o padavinah krajših časovnih intervalov. Karta povprečnih letnih padavin je imela v izvirniku ločljivost 100 metrov. Za namen raziskave so bile velikost celic zmanjšane na 25 metrov, ločljivost karte pa je ostala enaka. Natančnost podatkov ni znana, dejstvo pa je, da so padavine podvržene vplivom vetra in temperatur. Iz povedanega sledi, da so lahko podatki prostorsko precej spremenljivi in je smiselnost določitve natančnosti vprašljiva. Spodnja slika (Slika 3.7) prikazuje povprečne letne padavine za obdobje od 1961 do 1990 za celotno Slovenijo.

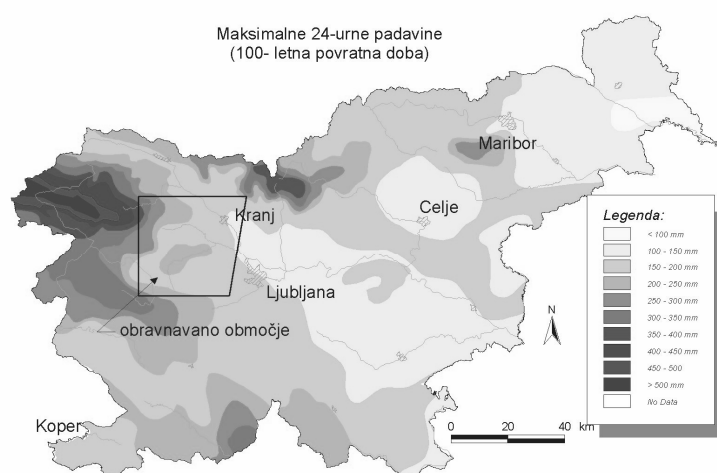


Slika 3.7 – Povprečne letne padavine v Sloveniji za obdobje 1961–1990. Obravnavano območje se nahaja znotraj označenega območja.

3.3.5.2. Karta maksimalnih 24-urnih padavin s povratno dobo 100-tih let

Tudi podatki maksimalnih 24-urnih padavin s povratno dobo 100-tih let so last MOP–HMZ (MOP–ARSO, 2002). Karta maksimalnih padavin v 24-ih urah s povratno dobo stotih let se relativno dobro pokriva s karto povprečnih letnih padavin. V Sloveniji se maksimalne količine padavin zmanjšujejo od zahoda proti vzhodu, na celotnem območju pa se pojavljajo tri območja s povečano količino enodnevnih padavin: Posočje, od Bovca do Nove Gorice in Trnovskega gozda, okolica Snežnika in okolica najvišjih vrhov Kamniško-Savinjskih Alp. V teh območjih se količina 24-urnih padavin giblje med 300 in 500 mm. Na obravnavanem območju trend količine padavin sledi trendu zahodnega dela Slovenije, zmanjšuje se od zahoda proti vzhodu. Vzdolž doline Poljanske Sore se razteza pas povečane količine padavin, ki dosegajo vrednosti do 250 mm. Tudi pri obravnavi teh podatkov je treba upoštevati enaka odstopanja kot pri karti povprečnih letnih padavin za obdobje 1961–1990.

Karta je narejena na osnovi meritev v padavinski mreži, ki vključuje preko 200 merilnih točk. Analiza ekstremnih vrednosti po Gumbelu daje rezultate v obliki precej grobih ocen in je močno odvisna od dolžine niza podatkov. Pri analizi je upoštevana le ena najvišja vrednost v časovno neodvisnem vzorcu, to je v enem letu. Frekvenca pojavljanja izrednih dogodkov ni upoštevana. Kljub temu pa karta podaja dobro oceno prostorske porazdelitve maksimalnih 24-urnih padavin in dobro oceno velikostnega razreda (Zupančič, 2001). Karta maksimalnih 24-urnih padavin za celotno Slovenijo in za obravnavano območje je prikazana na naslednji sliki (Slika 3.8).



Slika 3.8 – Karta maksimalnih 24-urnih padavin s povratno dobo 100-tih let.

Korelacija med vrednostmi celic obeh kart je 0,5898, kar kaže na srednjo odvisnost podatkov dolgoletnega povprečja od maksimalnih enodnevnih padavin in postavlja pod vprašaj smiselnost vključitve obeh podatkov v analize.

Podatki o padavinah so bili pri napovedovanju plazov uporabljeni kot časovni dejavnik vpliva na njihovo pojavljanje. Metoda je opisana v poglavju 4.7.

3.3.6. Površinski tokovi na obravnavanem območju

Podatki o površinskih tokovih so bili zajeti z rastrske podlage skanogramov TK 50 (Geodetska uprava Republike Slovenije, 1994), po metodi ročne vektorizacije. Med zajemom so bili na osnovi novejših podatkov, digitalnega modela višin InSAR DMV 25 (ZRC SAZU & Mobitel, 2000) in satelitskih posnetkov (Sovinformsputnik, 2001b) vneseni nekateri popravki in dodatki. Skupna dolžina površinskih tokov na obravnavanem območju je 1518,6 kilometrov.

3.3.7. Dejavnik vpliva podtalnice na pojavljanje tipa plazu na osnovi podatkov iz baze plazov

Podatki o prisotnosti podtalnice ali vlage v tleh lahko pomagajo le pri določitvi njene povezave s tipi plazov. Podatke o prisotnosti vlage v tleh so bili za 504 plazov povzeti po podatkovni bazi o plazovih. Ob popisu plazov je bila podana subjektivna ocena lokalnih hidrogeoloških razmer, natančnejše meritve pa so bile opravljene redko oz. jih v večini primerov niso izvajali. Zaradi naštetega je treba te podatke upoštevati z zadržkom, saj je vpliv dejavnika subjektivne ocene lahko precejšen. Preglednica 3.12 prikazuje številčne oznake prisotnosti vlage in njen opis.

Preglednica 3.12 – Šifrant vrednosti prisotnosti vlage v tleh na lokacijah pojavov plazov.

Oznaka	Opis prisotnosti podtalnice ali vlage v tleh
1	suho
2	malo vlažno
3	srednje vlažno
4	vlažno
5	zelo vlažno

3.3.8. Površinski tipi po razdelitvi CORINE

Raba tal (in z njo povezani površinski tipi) je prostorski dejavnik, ki od vseh upoštevanih najbolj vpleta človekovo dejavnost v okvir pojavljanja plazov na obravnavanem območju. Podatki o površinskih tipih so bili povzeti po nomenklaturi CORINE. Od leta 1985 dalje poteka pod okriljem EU program doslednega zbiranja in koordiniranja podatkov o stanju okolja in naravnih rezerv v Evropi. Zbiranje podatkov o stanju okolja poteka s pomočjo satelitskih podatkov SPOT HRV XS, Landsat MSS in Landsat TM (EEA, 2002). Prvi del programa je bil zaključen pred kratkim, poteka pa že priprava na drugi del, katerega cilj bo zbiranje podatkov na osnovi natančnejših satelitskih podob. Za območje R Slovenije so v prvem delu programa CORINE sodelovali Hočevar et al. (2001). Podatki, pridobljeni z ročno interpretacijo satelitskih podob, so bili na podlagi njihovih lastnosti razvrščeni v standardizirane razrede, ki so prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 3.13). Glede na naravo osnovnih podatkov, iz katerih so bili pridobljeni podatki CORINE, je pričakovati sorodnost med temi podatki in podatki s satelitskih podob, ki bodo analizirane in uporabljene v petem poglavju.

Preglednica 3.13 – Šifrant razredov površja po razdelitvi CORINE (po EEA, 2002).

Razred	Definicija
1. Umetne površine	
1.1. Urbane površine	
1.1.1. Sklenjene urbane površine	Področje večinoma prekrivajo strukture, zgradbe, ceste in umetno tlakovane površine. Nelinjsko poraščene površine ali gola zemlja so le izjema.
1.1.2. Nesklenjene urbane površine	Področje prekrivajo strukture, zgradbe, ceste in umetno tlakovane površine v povezavi z poraščenimi površinami ali golo zemljo, ki zavzemajo nesklenjene, toda vendarle pomembne površine.
1.2. Industrija, trgovina, transport	

Razred		Definicija
1.2.1.	Industrija, trgovina	Umetno tlakovane površine (z betonom, asfaltom, makadamom ali utrjene - npr. teptana zemlja) brez rastlinstva zavzemajo večino področja, ki vsebuje tudi stavbe in/ali poraščene površine.
1.2.2.	Cestno in železniško omrežje in pridružene površine	Ceste, železnice in pridružene površine (postaje, ploščadi, nasipi). Minimalna širina je 100 m.
1.2.3.	Pristanišča	Infrastruktura pristaniških predelov, vključno z nabrežji, doki in marinami.
1.2.4.	Letališča	Letališke naprave: vzletna steza, stavbe in pridružene površine.
1.3.	Rudniki, odlagališča, gradbišča	
1.3.1.	Dnevni kopri, kamnolomi	Področja z odprtimi kopri industrijskih rudnin (peskokop, kamnolom) ali drugih mineralov (dnevni kopri). Izključene so zalite gramoznice, razen pridobivanja gramoza v rečnih strugah.
1.3.2.	Odlagališča	Industrijska ali javna smetišča ali deponije jalovine.
1.3.3.	Gradbišča	Gradbeni prostor, izkopi zemlje ali kamenja, zemeljska dela.
1.4.	Umetno ozelenjene nekmetske površine	
1.4.1.	Zelene mestne površine	Poraščena področja znotraj urbanih območij. Vključuje parke in poraščena pokopališča.
1.4.2.	Površine za šport in prosti čas	Kampi, površine za šport, zabavišča, igrišča za golf, dirkališča ipd. Vključuje parke, ki jih ne obkrožajo naselja.
2. Kmetijske površine		
2.1.	Njivske površine	Redno orane obdelovalne površine, večinoma v kolobarju.
2.1.1.	Nenamakane njivske površine	Žita, stročnice, krmne rastline, korenovke in pripadajoča zemljišča. Vključuje pridelovanje rož, sadik drevja in zelenjave – na prostem in v različnih rastlinjakih. Vključuje pridelovanje aromatičnih ter zdravilnih rastlin in začimb. Izključuje stalne pašnike in travnike.
2.1.2.	Namakane njivske površine	Občasno in stalno namakani posevki. Uporabljen je stalna infrastruktura za namakanje (kanali, namakalni sistemi). Večine teh kultur ni mogoče pridelovati brez dodatnega namakanja. Ne vključuje površin s posamičnimi namakanimi površinami.
2.1.3.	Riževa polja	Površine, prirejene za pridelovanje riža. Te so ravne, z namakalnimi kanali in redno poplavljanje.
2.2.	Trajni nasadi	
2.2.1.	Vinogradi	Površine z vinsko trto.
2.2.2.	Sadovnjaki in nasadi jagodičja	Površine s sadnim drevjem ali grmi jagodičja, lahko monokulturne ali mešane. Vključuje travne površine s sadnim drevjem. Vključuje površine s kistanjem in orehi.
2.2.3.	Nasadi oljk	Površine z oljčnimi drevesi. Vključuje mešane površine oljk in vinske trte.
2.3.	Pašniki	
2.3.1.	Pašniki	Strnjene, pretežno s travami porasle površine, ki niso vključene v kolobar. Večinoma so za pašno rabo. Možno je strojno spravilo krme. Vključuje površine z živimi mejami.
2.4.	Mešane kmetijske površine	
2.4.1.	Trajni nasadi z enoletnimi posevki	Enoletni posevki (njivska ali travna raba) v združbi s trajnimi posevki na isti parceli.
2.4.2.	Kmetijske površine drobnoposestniške strukture	Površine z manjšimi parcelami z različnimi enoletnimi posevki, mešanimi s travniki/pašniki ali trajnimi nasadi.
2.4.3.	Pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije	Pretežno kmetijske površine z večjimi vključki naravne krajine: gozd, grmišča, gola skala, vodne površine ...
2.4.4.	Kmetijsko-gozdarske površine	Enoletni posevki ali travne/pašne površine pod gozdnim pokrovom drevesnih vrst.
3. Gozd in deloma ohranjene naravne površine		
3.1.	Gozd	
3.1.1.	Listnati gozd	Rastlinska združba, ki jo sestavljajo v glavnem drevesa, vključuje pa tudi grmovni sloj. Prevladujejo listnate vrste.
3.1.2.	Iglasti gozd	Rastlinska združba, ki jo sestavljajo v glavnem drevesa, vključuje pa tudi grmovni sloj. Prevladujejo iglaste vrste.
3.1.3.	Mešani gozd	Rastlinska združba, ki jo sestavljajo v glavnem drevesa, vključuje pa tudi grmovni sloj. Skupaj prevladujejo listnate in iglaste vrste.
3.2.	Grmovno in/ali zeliščno rastlinstvo	
3.2.1.	Naravni travniki	Nizko produktivni travniki. Pogosto ležijo na razgibanem terenu in vključujejo skalnata področja, šipek ali resje
3.2.2.	Barja in resave	Nizko sklenjeno rastlinje, prevladujejo grmovje in zeljate rastline (resje, šipek, košeničica, negnoj ipd.)
3.2.3.	Sklerofilno rastlinstvo	Grmovno sklerofilno rastje. Vključuje makijo in garigo. Makija je sklenjeno rastlinstvo, ki ga sestavlja raznovrstno grmičevje. Vezana je na silikatna tla v mediteranskem področju. Gariga je nesklenjeno rastlinstvo mediteranskih karbonatnih planot. Sestavljajo ga hrast prnar, jagodičnica, sivka, timijan, brškin ipd. Vključuje lahko posamezna drevesa.
3.2.4.	Grmičast gozd	Grmovno ali zeliščnato rastje s posameznimi drevesi. Lahko gre za degradacijsko fazo gozda ali zaraščanje z gozdom.
3.3.	Neporasle površine z malo ali brez vegetacije	
3.3.1.	Plaže, sipine in peščene ravnine	Plaže, sipine in peščena ali prodnata področja v obalnem pasu ali na kontinentu. Vključuje struge hudournikov.
3.3.2.	Gola skala	Pobočni grušč, pečine, skalovje ali kamniti izdanki.
3.3.3.	Redko porasle površine	Vključujejo stepo, tundro in redko visokogorsko rastlinje.
3.3.4.	Požarišča	Površine, ki jih je nedavno prizadel požar in so v glavnem še črne.

Razred	Definicija
3.3.5. Ledeniki in večni sneg	Površine, ki jih pokrivajo ledeniki ali večni sneg.
4. Močvirja	
4.1. Celinska močvirja	Negozdne površine, ki so deloma, sezonsko ali stalno zasičene z vodo. Voda lahko miruje ali se giblje.
4.1.1. Celinska barja	Nizko ležeče površine, pozimi so navadno preplavljene. Skozi vse leto so bolj ali manj zasičene z vodo.
4.1.2. Šotišča	Šotišča, ki jih večinoma tvori razpadel šotni mah ali drugo rastje. Šotišče je lahko izkoriščeno ali ne.
4.2. Obalna močvirja	Negozdne površine, ki so glede na plimo sezonsko ali stalno zasičene s brakično ali morsko vodo.
4.2.1. Slana močvirja	Poraščene nizko ležeče površine, nad nivojem plime, izpostavljene poplavljanju morja. Pogosto se že zapolnjujejo in jih zarašča halofitno rastje.
4.2.2. Soline	Aktivne ali že deloma opuščene soline. Deli slanih močvirij, ki jih izkoriščajo za pridelovanje soli z izhlapevanjem vode. Soline je mogoče jasno ločiti od okoliškega močvirja po sistemu polj in nasipov.
4.2.3. Pas plimovanja	V splošnem neporasla področja blata, peska ali skal, ki ležijo med nivojema plime in oseke. 0 m plastnice na kartah.
5. Vode	
5.1. Celinske vode	
5.1.1. Vodotoki in kanali	Naravni ali umetni vodotoki, ki služijo za odvajanje vode. Vključuje kanale.
5.1.2. Mirujoča voda	Naravne ali umetne vodne ploskve.
5.2. Morje	
5.2.1. Obalne lagune	Neporasle ploskve slanih ali brakičnih voda, ki so ločene od morja z jeziki kopnega ali podobnimi topografskimi oblikami. Te vode so lahko na nekaterih mestih povezane z morjem skozi celo leto ali samo občasno.
5.2.2. Rečna ustja	Rečna ustja v območju plimovanja.
5.2.3. Morje in ocean	Območje od najnižje točke oseke proti morju.

Na obravnavanem območju se razprostira le 14 razredov, predstavljenih v spodnji preglednici (Preglednica 3.14). Kar dobri dve tretjini ozemlja pokrivajo gozdovi, ki pa so, za razliko od razdelitve pri rabi tal, podrobneje razdeljeni na listnate, iglaste in mešane. Kmetijske površine in pašniki obsegajo slabih 21 % površja, drugi razredi pa pokrivajo le 2,5 % površja obravnavanega območja.

Preglednica 3.14 – Prisotnost površinskih razredov CORINE na obravnavanem območju.

Razred	Razred - opis	A (km ²)	A (%)
112	Nesklenjene urbane površine	21,52	0,95 %
121	Industrija, trgovina	3,38	0,15 %
131	Dnevni kopi, kamnolomi	0,16	0,01 %
211	Nenamakane njivske površine	25,1	1,11 %
212	Namakane njivske površine	0,19	0,01 %
231	Pašniki	74,39	3,28 %
242	Kmetijske površine drobnoposestniške strukture	291,78	12,87 %
243	Pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije	105,25	4,64 %
311	Listnati gozd	804,16	35,47 %
312	Iglasti gozd	315,00	13,90 %
313	Mešani gozd	618,53	27,28 %
321	Naravni travniki	5,88	0,26 %
324	Grmičast gozd	1,10	0,05 %
511	Vodotoki in kanali	0,51	0,02 %

Podatki so bili pred klasifikacijo v posamezne površinske razrede generalizirani – izločeni so bili poligoni, manjši od 25 ha (500 × 500 m). Rezultati so zaradi načina klasifikacije (subjektivna interpretacija) podvrženi vplivu človeškega dejavnika in možnosti določenih napak.

3.3.9. Gostota prebivalstva

Podatke o gostoti prebivalcev na hektar po razredih in njihov metapodatkovni opis so bili povzeti po Uradu RS za prostorsko planiranje et al. (1997). Podatkovna zbirka obsega seštevke vseh prijavljenih prebivalcev znotraj celice 100 m (1 hektar) in porazdelitev teh vrednosti v razrede po 10 prebivalcev. Namen podatkovne zbirke je prostorski prikaz gostote prebivalstva kot prikaz izkoriščenosti prostora za poselitev in podobne aplikacije. Zaloga vrednosti atributov se giblje med 0 in 107, kjer predstavlja vrednost razreda število prebivalcev v dani celici, npr. razred 0 označuje 0 prebivalcev na 1 hektar, razred 1 od 1 do 10 prebivalcev, razred 2 od 11 do 20 prebivalcev itd. do vrednosti razreda 107, ki označuje od 1061 do 1070 prebivalcev na hektar. Podatki so bili pridobljeni na Statističnem uradu RS (EHIŠ in CRP). Podjetje Aster je podatke priredilo z Oracle DBMS. Na Uradu RS za prostorsko planiranje so odpravili še nekatere napake (neusklajenost šifrantov, manjkajoče občine). Celotna pozicijska natančnost je ocenjena na ± 10 m. Zanesljivost atributnih podatkov za celotno Slovenijo je 99 %.

3.3.10. Cestno omrežje

Za oceno škode, ki bi kot posledica pojavov plazov nastala na infrastrukturi, natančneje na cestah, so bili uporabljeni podatkovni sloj Generalizirane kartografske baze v M 1 : 25 000 – ceste (Geodetska uprava Republike Slovenije, 2000). Podatkovni niz prikazuje cestno omrežje na območju Republike Slovenije, ki je bilo vektorizirano iz oleat “infrastruktura” državne topografske karte merila 1 : 25 000 in opisuje tudi najosnovnejše lastnosti cest. Vir podatkov za nastavitev podatkovnega niza so bili skanogrami reprodukcijskih originalov (oleate “infrastruktura”) topografske karte v merilu 1 : 25 000. Natančnosti vira odgovarja grafični, ki znaša: $0,2 \text{ mm} \times 25000 = 5,0$ metra. Na obravnavanem ozemlju je razvejanih okoli 12000 kilometrov cestišč (avtocest, cest, poti, kolovozov ter pešpoti in konjskih stez).

3.4. Uporabljena programska oprema

Pri obdelavi podatkov je bila uporabljena sledeča programska oprema: Erdas Imagine 8.5, ArcINFO 8.1, Arc Map 8.1, ArcView 3.0, AutoCAD 14.0, ArcCAD 14, Statistica 5.5, MS Excel in MS Access.

3.5. Zaključki

V zgornjih razdelkih so naštet in opisani prostorski podatki, ki so bili uporabljeni pri analizi pojavljanja plazov na izbranem območju. Izbor nabora uporabljenih prostorskih

podatkov je posledica njihove dokazane uporabnosti, ki ja zabeležena v strokovni literaturi, predstavljeni v poglavju 2.5.

Različna merila podatkov in z njimi povezane napake postavijo pri prostorskih analizah podatkov pod vprašaj primernost velikosti osnovne celice, ki pokriva določeno površino ozemlja. Velikost celice do neke mere vpliva na rezultate analize, saj so točkovni, linijski in poligonski podatki prevedeni v površinske enote – celice. Manjše kot so celice, bolj se rastrske podobe po površini in obliki približujejo vektorskim podatkom, vendar jih ne morejo nikoli doseči. Z zmanjševanjem velikosti osnovne celice doseže uporabnik večjo natančnost, obenem pa se s kvadratom razmerja stranice predhodne in nove osnovne celice povečuje količina podatkov in s tem tudi čas njihove obdelave. Pravilo izboljšanja natančnosti velja le, dokler je velikost osnovne celice večja od razdalje med vzorčnimi točkami ob zajemu podatkov na terenu. Ko postane stranica osnovne celice manjša od medvzorčne ali medpodatkovne razdalje, so vrednosti vmesnih celic neznane oz. so rezultat interpolacije med merjenimi celicami. Uporabnik mora določiti idealno razmerje med natančnostjo in količino podatkov ter s tem posredno hitrost njihove obdelave. Za nadaljnje analize podatkov obravnavanega območja je bila izbrana velikost najmanjše osnovne celice uporabljenih podatkovnih slojev. Ta je bila prilagojena velikosti celice podatkov s satelita Resurs-F2, ki je 6 metrov. Delovno območje je ob ločljivosti 6 metrov sestavljeno iz 6316×5841 celic, podatki z ločljivostjo 25 metrov (DMV in njegove izpeljanke) pa so predstavljeni s 1601×1401 celicami.

Podatki so bili zaradi njihove raznolikosti zbrani iz različnih virov in meril, kar postavlja njihovo uporabnost nekoliko pod vprašaj. V dani situaciji je stanje uporabljenih podatkov optimalno, njihova uporabnost in posredno tudi kvaliteta pa se bosta pokazali pri nadaljnjih analizah, opisanih v naslednjem poglavju.

4. Statistične lastnosti prostorskih podatkov in njihova univariatna analiza

4.1. Uvod

Razumevanje procesov v naravi zahteva poznavanje vplivnih dejavnikov in njihovega medsebojnega delovanja. Z analizo faktorjev oz. podatkov ali opisov, ki jih predstavljajo, poskušamo čim bolj spoznati vzroke naravnih dogodkov in dogajanj. Bolj ko jih razumemo, natančneje lahko napovemo prihodnje dogodke.

V tem poglavju bodo predstavljeni rezultati analiz posameznih uporabljenih prostorskih podatkov in njihov vpliv pri splošnem pojavljanju plazov ter pri pojavljanju različnih oblik plazov. Z analizami želimo pokazati odvisnost pojavov plazenj od uporabljenih prostorskih dejavnikov. V primeru, da bodo statistične analize dokazale odvisnost, bodo v nadaljevanju dejavniki, ki imajo vpliv na pojavljanje plazov, uporabljeni pri izdelavi modela napovedi plazovitih območij za celotno obravnavano območje. Na naslednji stopnji bodo tako določeni tudi dejanski vplivi posamičnih dejavnikov na pojavljanje plazov.

Opisi analiziranih prostorskih podatkov so podani v tretjem poglavju. Rezultati analiz satelitskih podatkov so predstavljeni v naslednjem poglavju. Rezultati analiz medsebojne odvisnosti in skupnega vpliva prostorskih dejavnikov na pojavljanje plazov so predstavljeni v poglavju 6.

4.2. Statistični pristop

Pri uporabi statističnih metod se vedno postavlja vprašanje, katero metodo uporabiti, da bi bile lastnosti opazovanih podatkov kar najbolj izražene. Na podlagi izkušenj nekaterih avtorjev (Stančič & Veljanovski, 1998, 2000a, 2000b; Veljanovski, 1999) je bilo izbranih več metod; metoda testiranja χ^2 (hi kvadrat), ki temelji na primerjavi dejanskih (izmerjenih) in pričakovanih (teoretičnih) frekvenc pojavov in je primerna za testiranje normalno porazdeljenih nominalnih/kategoričnih spremenljivk (Davis, 1986) ter Kolmogorov-Smirnov test. Pričakovane frekvence pojavov plazov v določenem razredu spremenljivke (dejavnika) so torej odvisne od površine istega razreda, saj privzamemo, da je verjetnost pojava enaka po vsem obravnavanem območju. Večja ko je razlika med dejanskimi in pričakovanimi frekvencami, večji je χ^2 in bolj opazovana spremenljivka vpliva na pojavljanje odvisne spremenljivke, v danem primeru na pojavljanje plazov. Zvezne spremenljivke so bile testirane s Studentovim testom t normalne porazdelitve, vse spremenljivke pa še s Kolmogorov-Smirnovim ($K-S$) testom. Kolmogorov-Smirnov test je zelo učinkovita neparametrična metoda za ugotavljanje ujemanja porazdelitve vzorca s teoretično normalno porazdelitvijo. Metoda temelji na enakih načelih kot test χ^2 , le da ta test ni odvisen od načina klasificiranja podatkov (Davis, 1986), njegova omejitev pa je, da je uporaben le pri vzorcih z več kot 80-imi (Košmelj, 1984; NIST/SEMATECH, 2002) oz. z več kot 40-imi meritvami (Davis, 1986). Rezultati Kolmogorov-Smirnovega testa so

podani za vsako spremenljivko sproti, rezultati t testa pa za vse spremenljivke skupaj na koncu poglavja (Preglednica 4.54). Vsaka od omenjenih metod ima omejitve, a menimo da je metoda Kolmogorov-Smirnovskega testa najprimernejša za test različnosti vzorca plazov od populacije, saj ni odvisna ne od normalne porazdelitve populacije ne od subjektivne razvrstitve vzorca na razrede, kot to zahteva test χ^2 . Zaradi omenjene pomanjkljivosti K-S testa so bile pri vseh spremenljivkah opravljene še analize s testom χ^2 .

Nominalne spremenljivke (razdeljene v razrede ali kategorije) so zaradi svojih lastnosti za potrebe multivariatne statistike neugodne. Najprimernejši način njihove pretvorbe v numerično obliko je uporaba relativne verjetnosti dogodka v danem razredu in razvrstitev razredov po vrednosti verjetnosti. S tem pristopom se strinja tudi Carrara (1983), obenem pa navaja, da ni bistvenih razlik med rezultati, dobljenimi z nominalnimi in ordinalnimi vrednostmi. Za analize so bili nominalni podatki pretvorjeni v numerično obliko, t.j. razvrščeni v razrede na osnovi relativne verjetnosti dogodka. Na tem mestu je potrebno poudariti, da ordinalna lestvica podatkov ne pomeni enakih intervalov med razredi oz. številskimi, ki jih predstavljajo. Ordinalna razvrstitev podaja le odnos večje ali manjše med razredi.

Teoretično stališče pri obravnavi vsake spremenljivke je bilo poleg njene normalne porazdelitve tudi, da spremenljivka nima značilnega vpliva na pojavljanje plazov, kljub dejstvu, da je bila vključena v analize prav zaradi nasprotne domneve, t.j. da predstavlja potencialni vpliv na pojavljanje plazov. Zavzeto teoretično stališče je bilo statistično izraženo na sledeč način:

H₀: porazdelitev vzorca se ujema s porazdelitvijo populacije,

H₁: porazdelitev vzorca se ne ujema s porazdelitvijo populacije (je različna od populacije).

Zgornji trditvi bosta za lažje razumevanje aplicirani na dani problem, pojav plazov. Trditev H₀ predvideva, da obravnavana spremenljivka nima značilnega vpliva na pojav plazov ali posamezni tip plazov, trditev H₁ pa predvideva značilen vpliv obravnavane spremenljivke na pojav plazov ali posamezen tip plazov. Kot vrednosti vzorca so mišljene vrednosti ene spremenljivke na lokacijah pojavov plazov, populacija pa obsega vrednosti iste spremenljivke na celotnem obravnavanem območju.

Kot še sprejemljiva stopnja zaupanja α je bila privzeta vrednost 95 %. V nadaljnjem besedilu so v preglednicah podane vrednosti df , p , χ^2 , x_{min} , x_{max} , s , in $\bar{x}$. Oznaka " df " predstavlja stopnje prostosti (*ang. degrees of freedom*) v statistični metodi, uporabljeni za analizo podatkov. Oznaka " p " predstavlja statistično značilnost trditve H₀, oz. stopnjo tveganja, s katero je ta zavrnjena. χ^2 predstavlja rezultat statistične primerjave dejanske frekvence s pričakovano pri testu χ^2 . Najmanjša in največja vrednost vzorca sta predstavljeni z " x_{min} " in " x_{max} ", srednja vrednost podatkov z " $\bar{x}$ " in standardni odklon z oznako " s ". Oznaka "n.s." pomeni neznačilni vpliv spremenljivke na pojav plazov.

4.3. Baza popisanih plazov

Plazovi so bili na podlagi hitrosti gibanja splazele mase oz. zdrsa klasificirani v 6 razredov¹⁶ oz. tipov, ki so prikazani v naslednji preglednici (Preglednica 4.1). Glede na hitrost gibanja so bili razdeljeni na umirjene oz. fosilne plazove, tiste, ki se gibljejo s prekinitvami, s počasnim gibanjem, s hitrim plazenjem, tiste, katerih pojav se zgodi v trenutku – usadi in podori. Plazov, ki so bili razvrščeni v razred gibanja s prekinitvami, je med naštetimi največ, 68 %. Razen hitrega plazenja, ki se pojavlja le v dveh primerih, in osmih plazov, katerih hitrost je neznana, se pogostost ostalih razredov giblje okoli 10 %. Redkost pojavljanja hitrega plazenja si razlagam s časovno neusklajenostjo med dogodkom plazenja in popisom. Zelo redko se namreč zgodi, da se popis izvrši med dogodkom hitre splazitve mase. Ta je lahko nato nepravilno razvrščen med trenutne zdrse. Za analize so bili, kljub navedenemu, uporabljeni vsi podatki o plazovih. Barredo in sodelavci (2000) so razdelili plazove na podlagi hitrosti premikanja mase na tri razrede, aktivne, delno aktivne in neaktivne. V danem primeru se zdi smiselno ostati pri šestih oz. štirih razredih, saj je število hitrih plazov premajhno za reprezentativnost vzorca, štirinajst pa jih je nerazvrščenih. Zaradi premajhnega števila pojavov znotraj razredov “hitro plazenje” in “neznana hitrost” porazdelitvi teh dveh tipov plazenj v nadaljnjih analizah nista prikazani.

Preglednica 4.1 – Razdelitev tipov plazov v odvisnosti od hitrosti gibanja mase oz. zdrsa (po Ribičič, 2002; po podatkovni bazi plazov, IGGG, 1998).

Oznaka	Tip plazenja	Pojavljanje (n)	Pojavljanje (%)
1	Umirjen ali fosilni plaz	68	11,07
2	Gibanje plazine s prekinitvami	413	67,26
3	Počasno plazenje	57	9,28
4	Hitro plazenje	2	0,32
5	Trenutni zdrs plazeče mase (usad, podor)	60	9,77
6	Neznana hitrost gibanja plazine	14	2,28

Popis plazov se je vršil v različnih časovnih obdobjih, od leta 1964 do leta 2001. Večina plazov je bila popisana v letih 1993 in 1994. Zaradi vloge satelitskih podob pri napovedi tveganj pred plazovi in njihove časovne spremenljivosti (ostali prostorski podatki so časovno stabilnejši) so bili plazovi razdeljeni na dve skupini, na učni in testni niz. Dostopnost satelitskih podob je bila pogojena z vremenskimi pogoji, tako so bili podatki, dobljeni s satelitom Landsat-5 TM, posneti poleti 1993 (Statistični urad Republike Slovenije, 1993), podatki, dobljeni s sistemom MK-4 s satelita Resurs-F2, pa septembra 1991 (Sovinformsputnik, 2001). Za mejni datum je bil izbran 29. avgust 1993. V učni niz je bilo razvrščenih 293 plazov, v testni oz. kontrolni niz pa ostalih 321. Plazovi, ki so bili popisani takoj po mejnem datumu, so se lahko pojavili že pred njim, vendar ta podatek ni pomemben za klasifikacijo. Pomembnejše je dejstvo, da so plazovi, uporabljeni pri klasifikaciji, dejansko razvidni tudi s satelitskih podob. Metoda razdelitve plazov na učni in testni niz je podrobneje opisana v poglavju 4.7.1.

¹⁶ Razdelitev plazov je bila opravljena že med njihovim terenskim beleženjem.

4.4. Digitalni model višin

Digitalni model višin predstavlja enega pomembnejših podatkovnih slojev o nekem prostoru (obravnavanem območju). Kot pomemben vir podatkov se je izkazal tudi pri napovedovanju plazovitih območij (poglavje 2.5. Dosedanje raziskave).

4.4.1. Naklon pobočij

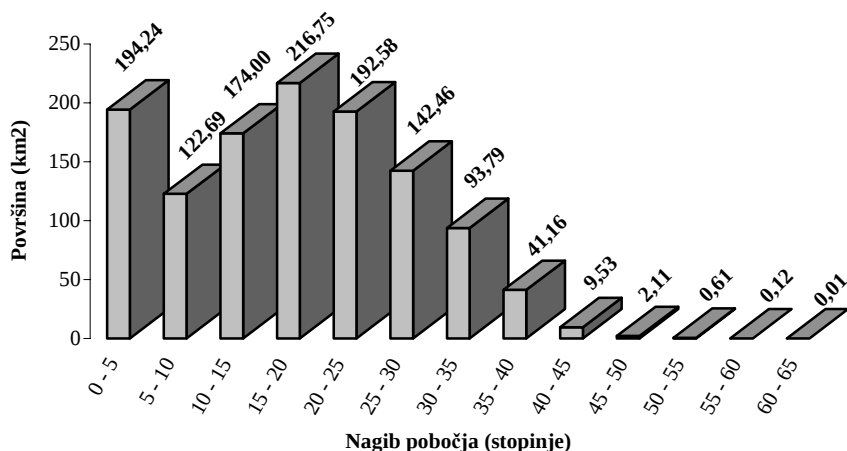
Informacija o naklonu pobočja je pomemben vir podatkov pri izdelavi modela tveganja pred plazovi, saj nagib pobočja med ostalim pogojuje njegovo stabilnost ali gledano obratno, trenutna stabilnost pobočja se odraža v njegovem trenutnem naklonu. Zakon gravitacije vodi gibanje vseh teles znotraj gravitacijskega polja. Vsa telesa v neravnovesnem stanju tako strmijo h gibanju proti območjem z manjšo potencialno energijo. Namen tega podpoglavja je pokazati povezavo med naklonom pobočja, ki pogojuje velikost vzporedne komponente sile teže T (Slika 2.2), in pojavom plazenj. Večji ko je naklon, večja je vrednost T v odnosu do strižnega odpora T' , zaradi česar se manjša vrednost varnostnega količnika F_s (Enačba 2.3). Pri določenih kotih pride zato do porušitve v materialu, ki se izrazi kot pojav plazenja. Kót, pri katerem se začno pojavljati plazovi, se imenuje kritični kót in je pomembna ločnica pri napovedovanju plazovitih območij.

Praviloma naj bi bila pobočja v naravi uravnotežena, kar pomeni, da se zaradi delovanja normalnih eksogenih dejavnikov stabilnost pobočij postopoma zmanjšuje. Ekstremne razmere, kot so vremenske ujme, poplave, potresi in izbruhi vulkanov, pa dodatno pospešijo delovanje eksogenih dejavnikov in delujejo kot sprožilci. Med sprožilce plazov sodi tudi človek s svojimi nepravilnimi posegi v prostor. Izračun naklona pobočja je v GIS okolju enostaven. Algoritem, ki ga uporablja programski paket ArcINFO[®], izračuna spremembo višinske vrednosti iz celice v vseh osmih smereh in nato izbere maksimalno vrednost teh sprememb, izraženo v stopinjah ali odstotkih (ESRI, 1999). Metoda je povzeta po Burrough (1986). Naklon je torej gradient ploskve terena oziroma je njen prvi odvod na obravnavani lokaciji. Strmost pobočja do določene mere vpliva na procese prenosa materiala po pobočju in s tem vpliva na stopnjo erozije in površinskega odtokanja vode.

Avtorji spodnjo mejo pojavljanja plazenj postavljajo različno; na 5°–10° (OAS, 1991), na 6°–10° (Jäger & Wieczorek, 1994), na 5,7° (Richetti, 2000), na 10° (Resources Inventory Committee, 1997; Chung & Fabbri, 1999), na 14° (Bernkopf et al., 1988) in na 15° (Nilsen et al., 1979; Carrara, 1983; Syarief et al. 1999; Rautela, 1999; Dhakal et al., 2000). Stabilnost pobočja je seveda v največji meri odvisna od strižnega kóta kamnine ali zemljine.

Slika 4.1 prikazuje histogram površine v km², ki jo pokrivajo posamezni razredi naklonov pobočij na obravnavanem ozemlju. Opazna je bimodalna porazdelitev naklonov pobočij. Prvi vrh se nahaja pri majhnih naklonih (do 5°), kar je posledica

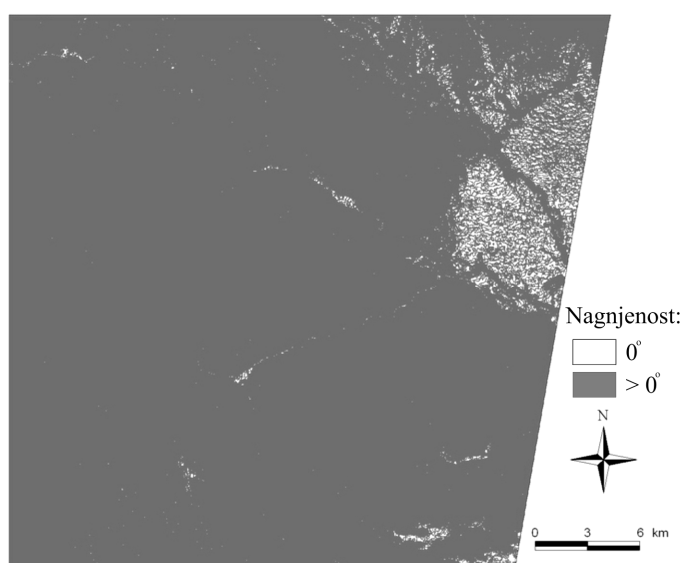
16,3 % obravnavanega ozemlja z manjšim naklonom od 5°, drugi pa v območju med 15° in 40°, ki obsega 57,7 % območja.



Slika 4.1 – Porazdelitev naklonov pobočij na obravnavanem ozemlju ob upoštevanju območij brez naklonov.

Kljub njihovem majhnem številu pobočja večjih naklonov niso zanemarljiva, saj znaša površina ene same osnovne celice 625 m², kar je, ob prisotnosti tudi ostalih sprožilnih dejavnikov, povsem dovolj za nastanek srednje velikega plazua.

Pri ugotavljanju vpliva nagiba pobočja na pojavljanje plazov je bila širina razreda zožana na 3° zaradi podrobnejšega pregleda, iz analize pa so bila izločena območja brez naklonov, saj se tam plazovi ne morejo pojavljati (glej poglavje 2.3). Ta območja, ki predstavljajo “napako” in obsegajo 32,01 km² (2,62 % območja), so bila izločena iz vseh uporabljenih prostorskih podatkov iz prej omenjenega razloga (Slika 4.2).



Slika 4.2 – Prikaz območij brez naklona in usmerjenosti.

Osnovna statistika spremenljivke “Naklon” in razdelitev v razrede sta prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 4.2). 90 % plazov se pojavlja v območju med 9° in 32°, nekaj plazov, natančneje osem, pa se pojavlja celo na območjih z naklonom, manjšim od 5°. V primeru teh plazov gre očitno za napako, nastalo zaradi nenatančnosti DMV. Zaradi velikosti celic (25 m) prihaja na območju nenadnih prevojev (npr. robovi rečnih teras, strug) do povprečenja, kar ima za posledico napačen, položnejši naklon.

Analiza s χ^2 testom pokaže (Preglednica 4.3), da se začnejo plazovi značilno pojavljati šele pri razredu 14°–17°. A ker so namen ugotavljanja kritični koti in se razmerje med pričakovanim ter dejanskim številom plazov prevesi v korist drugega nekje v gornjem delu razreda naklonov med 11° in 14° (Slika 4.3), je smiselno privzeti najmanjši kritični kot prvega značilnega razreda, to je 14°. Pri obravnavi vseh plazov je porazdelitev značilno različna od naključne, $\chi^2 = 170,1247$, stopnja tveganja pa je zaradi tega seveda zelo majhna oz. je ni možno zabeležiti, $p < 0,00000$. Metoda kritičnega kota bo uporabljena tudi pri analizah posameznih tipov plazov.

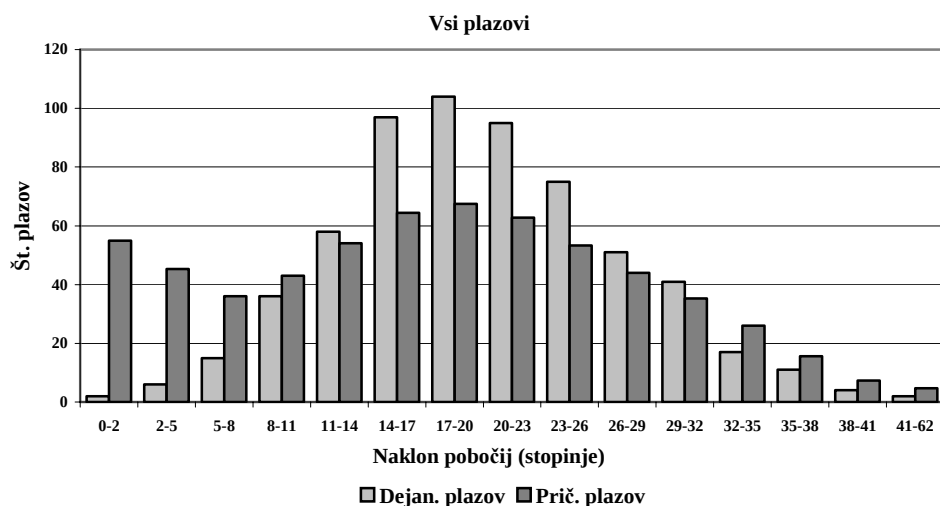
Preglednica 4.2 – Osnovna statistika spremenljivke “Naklon” in njena razdelitev v razrede.

	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s
Vrednosti naklonov na lokacijah plazov (vzorec)	1,5°	43,7°	20,094°	7,225°
Vrednosti naklonov ozadja (populacija)	0,405°	61,84°	17,3342°	10,3565°
Razred Oznaka	Razred Oznaka	Razred Oznaka		
0°–2° 1	14°–17° 6	29°–32° 11		
2°–5° 2	17°–20° 7	32°–35° 12		
5°–8° 3	20°–23° 8	35°–38° 13		
8°–11° 4	23°–26° 9	38°–41° 14		
11°–14° 5	26°–29° 10	41°–62° 15		

Preglednica 4.3 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – “Naklon”				
$\chi^2 = 170,1247$		df = 14	p < 0,000000	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
0°–2°	2	54,9	–52,9	50,9611
2°–5°	6	45,3	–39,3	34,1239
5°–8°	15	36,0	–21,0	12,2845
8°–11°	36	42,9	–6,9	1,1307
11°–14°	58	54,1	3,9	0,2834
14°–17°	97	64,4	32,6	16,5262
17°–20°	104	67,4	36,6	19,8362
20°–23°	95	62,8	32,	16,4965
23°–26°	75	53,2	21,8	8,8789
26°–29°	51	43,9	7,1	1,1289
29°–32°	41	35,2	5,8	0,9501
32°–35°	17	26,0	–9,0	3,1256
35°–38°	11	15,6	–4,6	1,3803

Vsi plazovi – “Naklon”				
$\chi^2 = 170,1247$		df = 14	$p < 0,000000$	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
38°–41°	4	7,3	–3,3	1,5089
41°–62°	2	4,6	–2,6	1,5094
Σ	614	614	0	170,1247

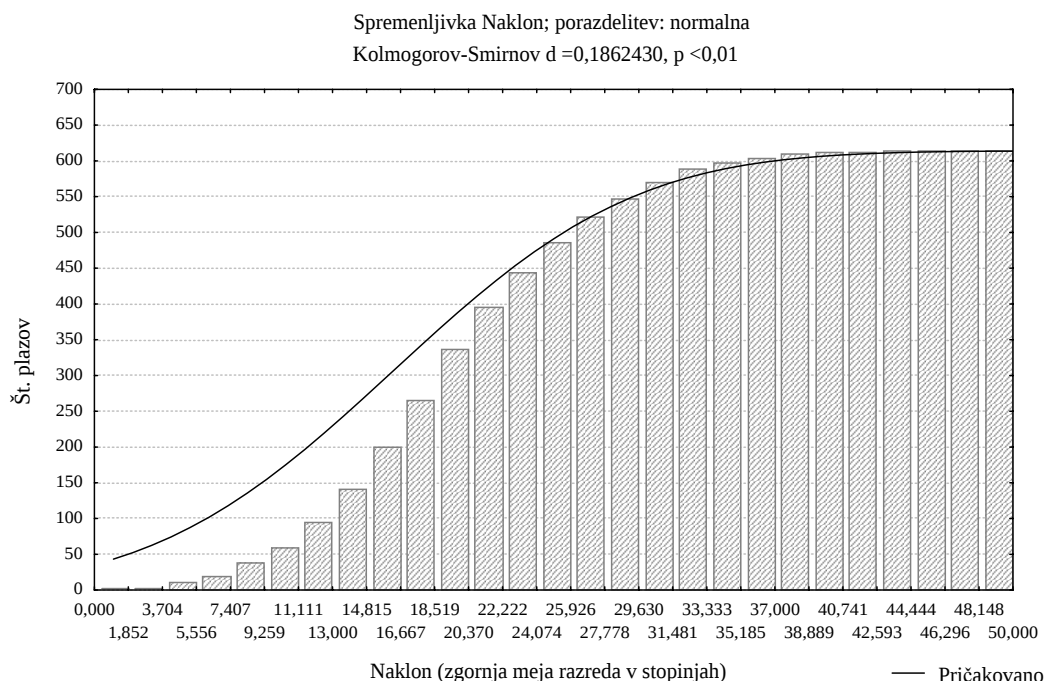


Slika 4.3 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na naklon pobočja.

Ob obravnavanju vseh tipov plazov kot eno obliko pojava imajo podatki o naklonih normalno porazdelitev (Slika 4.4), metoda Kolmogorov-Smirnova ugotavljanja podobnosti porazdelitve vzorca s pričakovano (empirično) porazdelitvijo pa pokaže neujemanje vzorca s porazdelitvijo populacije. Opazno je redkejše pojavljanje plazov na pobočjih z nižjimi nakloni in pogostejše pojavljanje na strmejših pobočjih. Isto ugotavlja Studentov t test (Preglednica 4.54). Stopnja tveganja ob zavrnitvi trditve, da je porazdelitev naklonov pojavov plazenj enaka ozadju je, le $p < 0,01$. Na podlagi navedenega je možno trditi, da je porazdelitev naklonov na lokacijah plazenj značilno različna od celotne populacije.

Analiza pojavljanja posameznih tipov plazov v odvisnosti od nagiba pobočja pokaže, da je za začetek značilnega pojavljanja fosilnih plazov (Tip plaz 1) ključnega pomena nagnjenost terena okoli 11° (Kolmogorov-Smirnov test $d = 0,2283911$, $p < 0,01$; $\chi^2 = 45,8889$; $p < 0,0003$) (Preglednica 4.4 in Slika 4.5). Pri plazovih, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plaz 2), se kót nagiba pobočja, ki pogojuje njihovo sprožitev, giblje okoli 14° (Kolmogorov-Smirnov test $d = 0,1940317$, $p < 0,01$; $\chi^2 = 128,9821$; $p < 0,0000$) (Preglednica 4.5 in Slika 4.6). Tudi plazovi tipa počasno plazenje (Tip plaz 3) se začnejo pojavljati pri naklonih pobočja okoli 14° (Preglednica 4.6 in Slika 4.7), vrednost χ^2 ni tako velika kot pri prejšnjih dveh, a je vseeno značilno različna ($\chi^2 = 24,5074$), stopnja tveganja pa je še vedno majhna ($p < 0,039807$). Kolmogorov-Smirnov test pokaže na značilno pojavljanje nad 10° ($d = 0,2401688$, $p < 0,01$). Trenutni zdrsi (Tip plaz 5) so pogojeni z nagibi pobočja nad 17° (Preglednica 4.7 in Slika 4.8), vendar pa je tu porazdelitev značilno različna od naključne ($\chi^2 = 16,5617$) šele pri veliki stopnji tveganja ($p < 0,28035$). Kolmogorov-Smirnov test pokaže na značilno pojavljanje trenutnih zdrsov nad

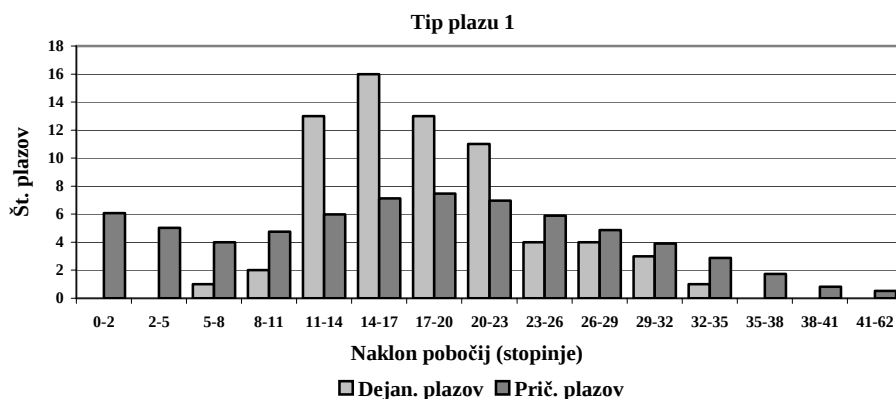
16° ($d = 0,1699212$) a to je možno trditi le pri večji stopnji tveganja ($p < 0,10$). Pri trenutnih zdrsih dejansko ni možno sklepati na odvisnost njihovega pojavljanja od naklonov pobočij. Zaradi premajhnega števila pojavov znotraj razredov “hitro plazenje” in “neznana hitrost” porazdelitvi teh dveh tipov plazenj nista prikazani.



Slika 4.4 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od naklona. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 17,3342^\circ$; $\delta^2 = 107,2571$).

Preglednica 4.4 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje fosilnih plazov.

Tip plazov 1				
$\chi^2 = 45,8889$ $df = 14$ $p < 0,0003$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
0°–2°	0	6,1	–6,1	6,0788
2°–5°	0	5,0	–5,0	5,0202
5°–8°	1	3,9	–2,9	2,2421
8°–11°	2	4,7	–2,7	1,5995
11°–14°	13	5,98	7,02	8,2042
14°–17°	16	7,1	8,9	11,0339
17°–20°	13	7,5	5,5	4,0987
20°–23°	11	6,9	4,1	2,3507
23°–26°	4	5,9	–1,9	0,6108
26°–29°	4	4,8	–0,8	0,1548
29°–32°	3	3,9	–0,9	0,2077
32°–35°	1	2,9	–1,9	1,2285
35°–38°	0	1,7	–1,7	1,7329
38°–41°	0	0,8	–0,8	0,8112
41°–62°	0	0,5	–0,5	0,5149
Σ	68	68	2,2204E–15	45,8889



Slika 4.5 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na naklon pobočja.

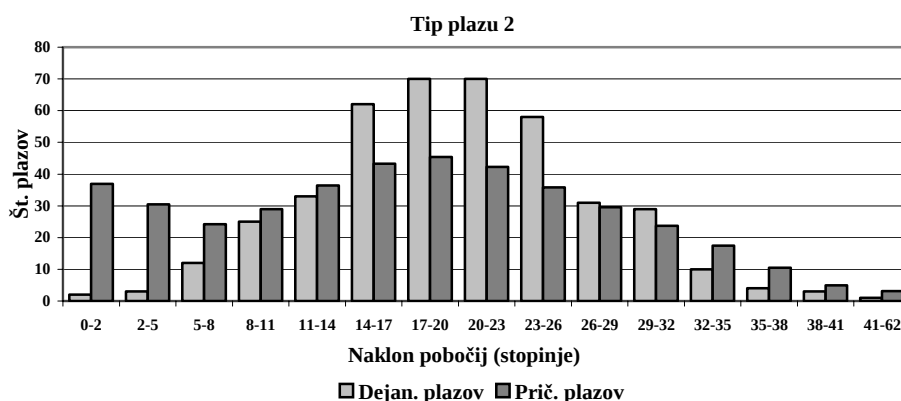
Preglednica 4.5 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.

Tip plazu 2				
$\chi^2 = 128,9821$ $df = 14$ $p < 0,0000$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
0°–2°	2	36,9	–34,9	33,0283
2°–5°	3	30,5	–27,5	24,7857
5°–8°	12	24,2	–12,2	6,1829
8°–11°	25	28,9	–3,9	0,5272
11°–14°	33	36,4	–3,4	0,3140
14°–17°	62	43,3	18,7	8,0704
17°–20°	70	45,4	24,6	13,3921
20°–23°	70	42,2	27,8	18,2284
23°–26°	58	35,8	22,2	13,7319
26°–29°	31	29,6	1,4	0,0695
29°–32°	29	23,7	5,3	1,1915
32°–35°	10	17,5	–7,5	3,2147
35°–38°	4	10,5	–6,5	4,0452
38°–41°	3	4,9	–1,9	0,7535
41°–62°	1	3,1	–2,1	1,4469
Σ	413	413	0	128,9821

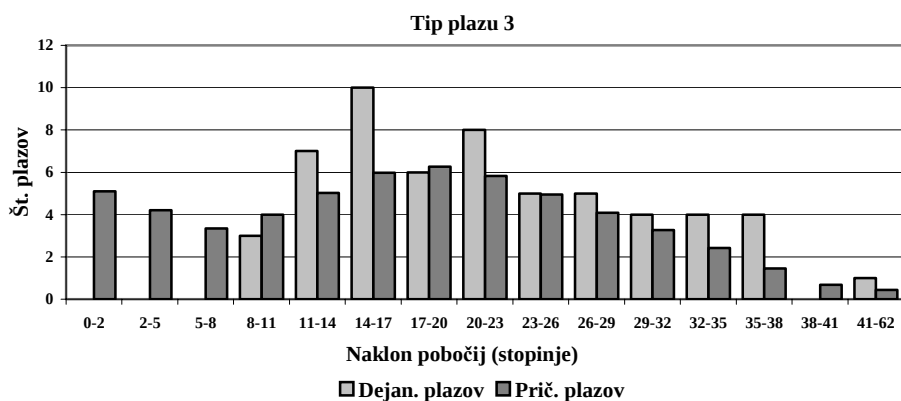
Preglednica 4.6 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje tipa počasnega plazenja.

Tip plazu 3				
$\chi^2 = 24,5074$ $df = 14$ $p < 0,039807$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
0°–2°	0	5,1	–5,1	5,0955
2°–5°	0	4,2	–4,2	4,2081
5°–8°	0	3,3	–3,3	3,3459
8°–11°	3	3,9	–0,9	0,2453
11°–14°	7	5,1	1,9	0,7801
14°–17°	10	5,9	4,1	2,7082
17°–20°	6	6,2	–0,2	0,0108
20°–23°	8	5,8	2,2	0,8069
23°–26°	5	4,9	0,1	0,0006

Tip plazu 3				
$\chi^2 = 24,5074$		df = 14		p < 0,039807
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
26°–29°	5	4,1	0,9	0,2072
29°–32°	4	3,3	0,7	0,1634
32°–35°	4	2,4	1,6	1,0397
35°–38°	4	1,5	2,5	4,4673
38°–41°	0	0,7	–0,7	0,6800
41°–62°	1	0,4	0,6	0,7486
Σ	57	57	0	24,5074



Slika 4.6 – Korelacija pojavov plazenj, ki se gibljejo s prekinitvami glede na naklon pobočja.

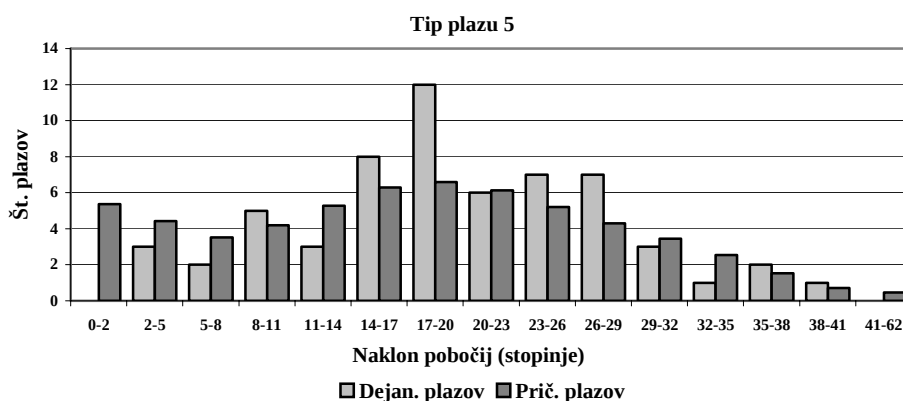


Slika 4.7 – Korelacija pojavov tipa počasnega plazanja glede na naklon pobočja.

Preglednica 4.7 – χ^2 test vpliva naklonov pobočij na pojavljanje trenutnih zdrsov.

Tip plazu 5				
$\chi^2 = 16,5617$		df = 14		p < 0,28035
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
0°–2°	0	5,4	–5,4	5,3637
2°–5°	3	4,4	–1,4	0,4614
5°–8°	2	3,5	–1,5	0,6577

Tip plazu 5				
$\chi^2 = 16,5617$		df = 14		p < 0,28035
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
8°–11°	5	4,2	0,8	0,1528
11°–14°	3	5,3	-2,3	0,9881
14°–17°	8	6,3	1,7	0,4641
17°–20°	12	6,6	5,4	4,4435
20°–23°	6	6,1	-0,1	0,0031
23°–26°	7	5,2	1,8	0,6198
26°–29°	7	4,3	2,7	1,7030
29°–32°	3	3,4	-0,4	0,0566
32°–35°	1	2,5	-1,5	0,9358
35°–38°	2	1,5	0,5	0,1450
38°–41°	1	1,3	0,3	0,1129
41°–62°	0	0,4	-0,4	0,4543
Σ	60	60	0	16,5617



Slika 4.8 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na naklon pobočja.

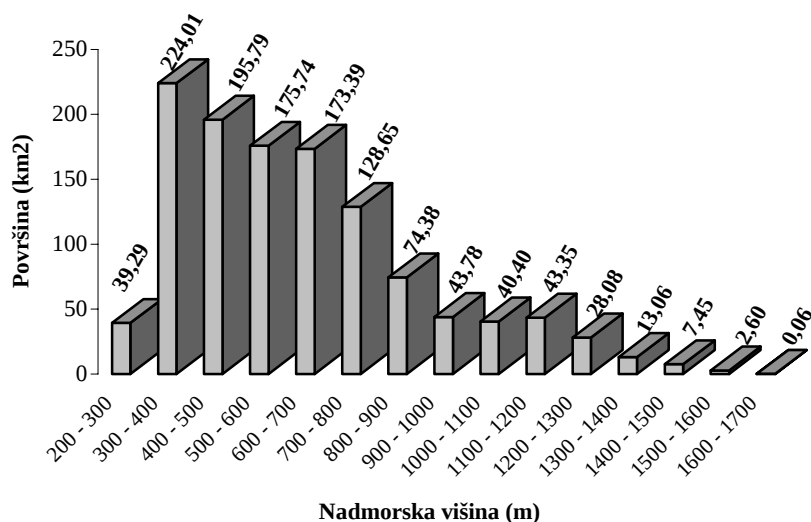
Glede na različne tipe plazenj je najprimernejša določitev vrednosti sprožilnega kóta znotraj posameznega razreda, oziroma tipa plazenja. Ne glede na razdelitev je možno zaključiti, da se vrednosti kritičnega kóta nagiba pobočja gibljejo med 11° in 14°, kar pomeni, da je kritični kót podoben tistemu, ki so ga določili v drugih raziskavah na tem področju. Avtorji (Nilsen et al., 1979; Carrara, 1983; Resources Inventory Committee, 1997; Chung & Fabbri, 1999; Syarif et al. 1999; Rautela, 1999; Dhakal et al., 2000) so določili kritični kót med 10° in 15°, OAS (1991), Jäger & Wiczorek (1994) in Richetti (2000) pa so kritični kot v izrednih razmerah ocenili celo nižje, na okoli 6°. Slednji rezultati kritičnih kotov so značilni za bolj nekoherentne zemljine, ki pa jih na obravnavanem območju ni zaslediti.

4.4.2. Višinska lega opazovanih plazenj in orientacija oz. usmerjenost pobočij njihovega pojavljanja

Izpostavljenost pobočij padavinam, osončenosti ali zmrzali je povezana z njihovo orientacijo in višinsko lego. Prisojna oz. južna pobočja so bolj izpostavljena

temperaturnim spremembam, lahko pa so zaradi svoje lege uporabljena v kmetijske namene, kar poveča možnost plazenj (Rautela, 1999). Osojna in višje ležeča pobočja so bolj izpostavljena procesom zmrzali. Našteti dejavniki lahko ob primernem oz. neprimernem sovplivanju povzročijo pojavljanje plazov. Cilj tega podpoglavja je pokazati odvisnost pojavljanja plazov od višinske lege lokacije in od orientacije pobočja, na katerem leži. Slednja pogojuje izpostavljenost lokacije lokalnim klimatskim razmeram, npr. zmrzovanju/odmrzovanju. Azimut pobočja ima poleg omenjenega ključno vlogo pri smeri gibanja že splazele mase in zato posredno vpliva na potencialno škodo.

Obravnavano območje se razteza od nadmorske višine 247 m do 1663 m. Slika 4.9 prikazuje porazdelitev nadmorskih višin na ozemlju. Območja z nadmorsko višino med 500 in 900 metri predstavljajo slabih 50 % celotne površine obravnavanega območja, nadmorske višine med 300 in 500 metri dodatnih 32 % in območja med 900 in 1300 metri 15 %. Porazdelitev nadmorskih površin je normalno porazdeljena z na desno pomaknjeno asimetričnostjo in vrhom pri nadmorskih višinah med 700 in 900 metri.



Slika 4.9 – Porazdelitev absolutnih nadmorskih višin na obravnavanem ozemlju (v km²).

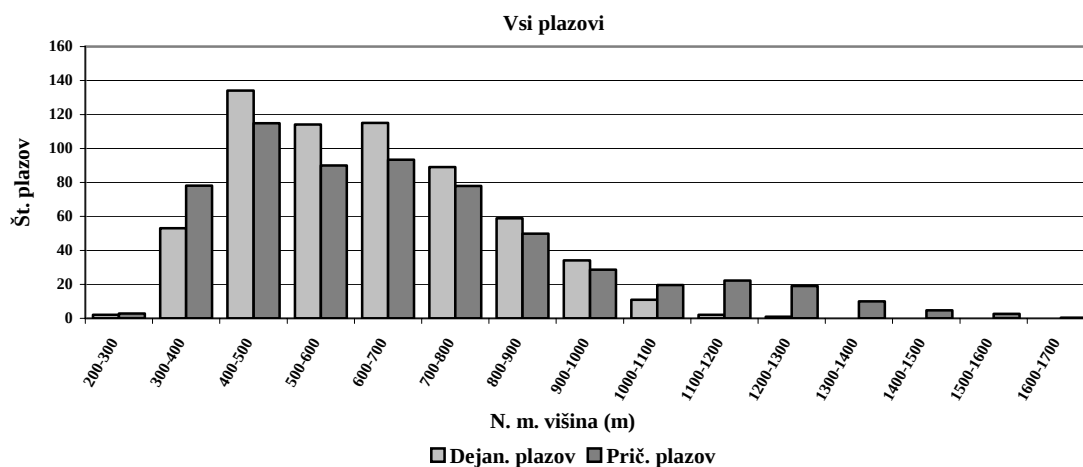
Osnovna statistika spremenljivke “Nadmorska višina – N. m. višina” in razdelitev v razrede sta prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 4.8). Celotni razpon absolutnih nadmorskih višin je bil razdeljen v 15 razredov po 100 metrov. Analiza s χ^2 testom je pokazala (Preglednica 4.9 in Slika 4.10), da so za pojavljanje plazov značilnejša nižje ležeča območja, med 400 in 900 metri. Tak rezultat kaže na dve možni razlagi rezultatov. Prva bi bila lahko ta, da višje ležeča območja tvorijo trše in zaradi tega stabilnejše kamnine, druga možnost pa je, da so bili plazovi kartirani zgolj v nižjih, bolj obljudenih in zato dostopnih območjih.

Preglednica 4.8 – Osnovna statistika spremenljivke “Nadmorska višina – N. m. višina” in njena razdelitev v razrede.

	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s	
Vrednosti nadmorskih višin na lokacijah plazov (vzorec)	275 m	1234 m	627,01 m	176,74	
Vrednosti nadmorskih višin ozadja (populacija)	247 m	1663 m	667,1 m	265,5 m	
Razred	Oznaka	Razred	Oznaka	Razred	Oznaka
200–300	1	700–800	6	1200–1300	11
300–400	2	800–900	7	1300–1400	12
400–500	3	900–1000	8	1400–1500	13
500–600	4	1000–1100	9	1500–1600	14
600–700	5	1100–1200	10	1600–1700	15

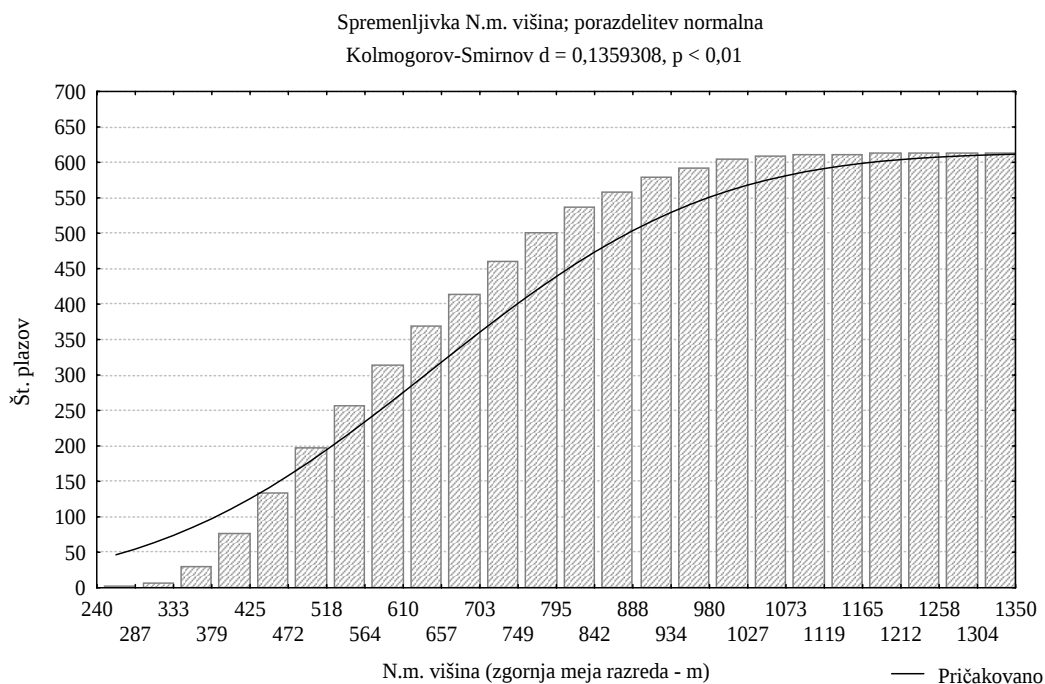
Preglednica 4.9 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – “N. m. višina”				
$\chi^2 = 84,19379$		df = 14	p < 0,000000	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
200–300 m	2	2,9	–0,9	0,278604
300–400 m	53	78,2	–25,2	8,118848
400–500 m	134	114,8	19,2	3,217913
500–600 m	114	89,9	24,1	6,422957
600–700 m	115	93,4	21,6	5,021017
700–800 m	89	77,9	11,1	1,559326
800–900 m	59	49,8	9,2	1,695123
900–1000 m	34	28,6	5,4	1,020427
1000–1100 m	11	19,5	–8,5	3,719564
1100–1200 m	2	22,2	–20,2	18,43605
1200–1300 m	1	18,9	–17,9	17,01506
1300–1400 m	0	10,1	–10,1	10,05935
1400–1500 m	0	4,6	–4,6	4,653838
1500–1600 m	0	2,6	–2,6	2,592954
1600–1700 m	0	0,4	–0,4	0,382768
Σ	614	614	0	84,19379



Slika 4.10 – Korelacija pojavov vseh plazov glede na nadmorsko višino lokacije.

Spodnja slika (Slika 4.11) kaže ujemanje porazdelitve nadmorskih višin na lokacijah plazov s porazdelitvijo nadmorskih višin ozadja – celotnega območja. Vrednost Kolmogorov-Smirnovega testa pokaže, da je porazdelitev vrednosti na lokacijah plazov značilno različna od razdelitve populacije ($d = 0,1359$), iz česar je možno z 99 % gotovostjo ($p < 0,01$) sklepati, da nadmorske višine vplivajo na pojavljanje plazov. Rezultati Studentovega t test (Preglednica 4.54) potrjujejo zgornjo domnevo.



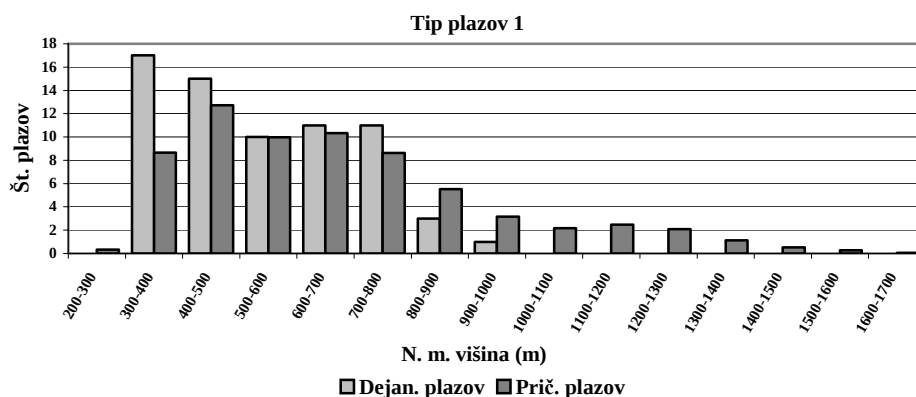
Slika 4.11 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od nadmorske višine. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 667,1$ m; $\delta^2 = 70490,88$).

Analiza plazov, razdeljenih na tipe, pokaže nekoliko drugačno povezavo med njimi in nadmorskimi višinami. Za fosilne plazove (Tip plazov 1) je možno s skoraj 90 % verjetnostjo trditi ($\chi^2 = 20,77085$; $p < 0,1077$), da na njihovo pojavljanje vplivajo nadmorske višine lokacij, značilno različno pa se pojavljajo le v pasu med 300 in 400 metri (Preglednica 4.10 in Slika 4.12). Kolmogorov-Smirnov test dá zanesljivejše podatke o značilnem pojavljanju fosilnih plazov ($d = 0,2683984$, $p < 0,01$). Plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plazov 2), se večinoma pojavljajo v območju med 300 in 1100 metri nad morjem (Slika 4.13). Test χ^2 pokaže (Preglednica 4.11), da se značilno različno od pričakovanih vrednosti pojavljajo med 500 in 1000, torej nekoliko višje in z večjim razponom kot fosilni plazovi ($\chi^2 = 87,983$; $p < 0,0000$). Tudi Kolmogorov-Smirnov test pokaže na značilno pojavljanje tega tipa plazov ($d = 0,1179081$, $p < 0,01$). Tudi plazovi tipa počasno plazenje (Tip plazov 3) se pojavljajo v pasu z večjim razponom, med 300 in 1000 metri, značilno pa se pojavljajo le v pasu od 500 do 600 metrov n.m. višine (Preglednica 4.12 in Slika 4.14). Šele z 12,4 % tveganjem ($\chi^2 = 20,193$; $p < 0,1242$) je možno privzeti, da nadmorska višina lokacije vpliva na pojav počasnega plazenja. Rezultati Kolmogorov-Smirnovega testa kažejo na značilnejši vpliv nadmorskih višin lokacij na pojavljanje plazov ($d = 0,2750852$, $p < 0,01$).

Trenutni zdrsi (Tip plazov 5) se pojavljajo precej razpršeno, od 300 do 1200 metrov nadmorske višine (Slika 4.15), značilno pa se pojavljajo v pasovih med 400 in 500, med 600 in 700 ter med 1000 in 1100 metri. Stopnja tveganja trditve, da nadmorska višina vpliva na pojave trenutnih zdrsov, je relativno visoka ($\chi^2 = 17,08796$; $p < 0,2515$) (Preglednica 4.13). Kolmogorov-Smirnov test pokaže na značilnejši vpliv nadmorskih višin lokacij na pojavljanje trenutnih zdrsov s tveganjem, manjšim od 5 % ($d = 0,2079037$, $p < 0,05$). Tako kot pri nagibih tudi tu pojavi znotraj razredov hitro plazenje in neznana hitrost niso prikazani zaradi premajhnega števila.

Preglednica 4.10 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na pojavljanje fosilnih plazov.

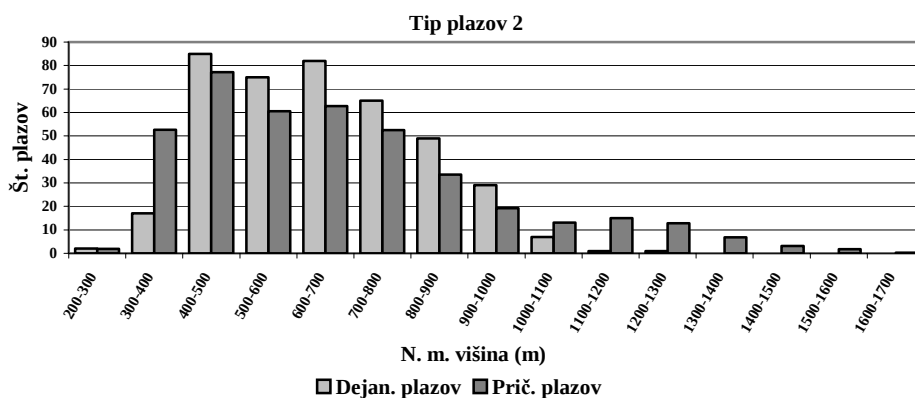
Tip plazov 1				
$\chi^2 = 20,77085$ $df = 14$ $p < 0,107727$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
200–300 m	0	0,3	–0,3	0,321023
300–400 m	17	8,7	8,3	8,031243
400–500 m	15	12,7	2,3	0,411834
500–600 m	10	9,9	0,1	0,000136
600–700 m	11	10,3	0,7	0,042331
700–800 m	11	8,6	2,4	0,647434
800–900 m	3	5,5	–2,5	1,147996
900–1000 m	1	3,2	–2,2	1,482936
1000–1100 m	0	2,1	–2,1	2,161953
1100–1200 m	0	2,4	–2,4	2,46487
1200–1300 m	0	2,1	–2,1	2,10062
1300–1400 m	0	1,1	–1,1	1,114064
1400–1500 m	0	0,5	–0,5	0,515409
1500–1600 m	0	0,3	–0,3	0,287168
1600–1700 m	0	0,04	–0,04	0,042391
Σ	68	68	0	20,77085



Slika 4.12 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na nadmorsko višino lokacije.

Preglednica 4.11 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.

Tip plazov 2				
$\chi^2 = 87,98302$ $df = 14$ $p < 0,00000$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
200–300 m	2	1,9	0,1	0,001295
300–400 m	17	52,6	–35,6	24,09251
400–500 m	85	77,2	7,8	0,786736
500–600 m	75	60,5	14,5	3,468801
600–700 m	82	62,8	19,2	5,876449
700–800 m	65	52,4	12,6	3,00403
800–900 m	49	33,5	15,5	7,166107
900–1000 m	29	19,2	9,8	4,956003
1000–1100 m	7	13,1	–6,1	2,862401
1100–1200 m	1	14,9	–13,9	13,03726
1200–1300 m	1	12,7	–11,7	10,83319
1300–1400 m	0	6,7	–6,7	6,766303
1400–1500 m	0	3,1	–3,1	3,130351
1500–1600 m	0	1,7	–1,7	1,744121
1600–1700 m	0	0,2	–0,2	0,257464
Σ	413	413	0	87,98302

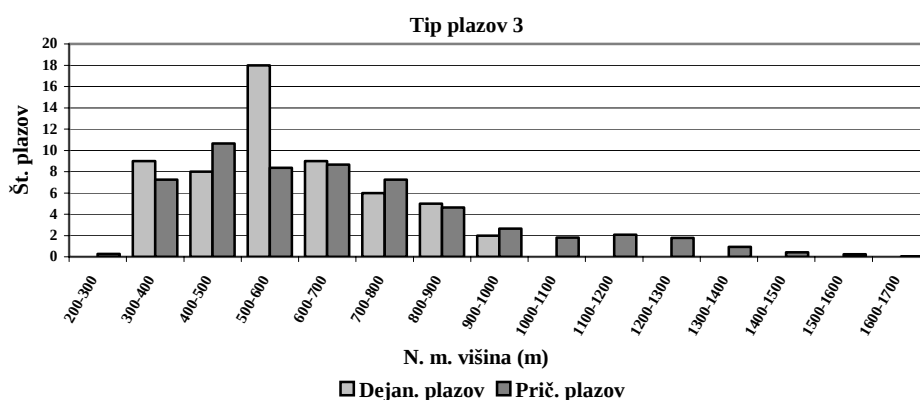


Slika 4.13 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na nadmorsko višino lokacije.

Preglednica 4.12 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na tip počasnega plazenja.

Tip plazov 3				
$\chi^2 = 20,19287$ $df = 14$ $p < 0,124255$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
200–300 m	0	0,2	–0,2	0,269093
300–400 m	9	7,3	1,7	0,417407
400–500 m	8	10,6	–2,6	0,66183
500–600 m	18	8,4	9,6	11,14683
600–700 m	9	8,7	0,3	0,012868
700–800 m	6	7,2	–1,2	0,211929

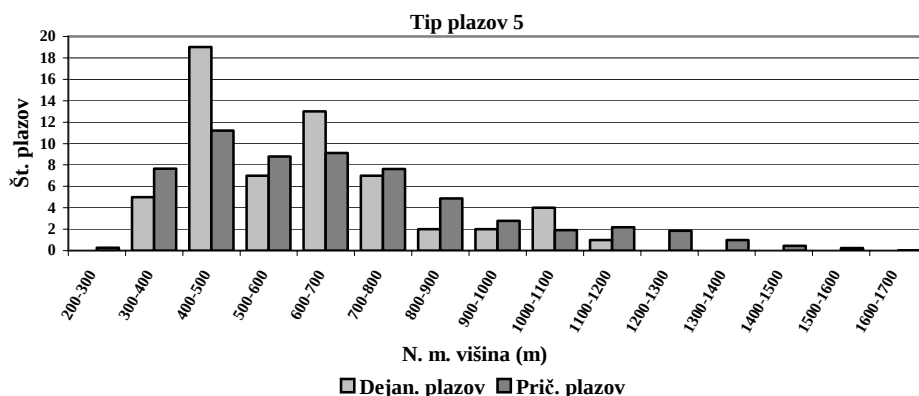
Tip plazov 3				
$\chi^2 = 20,19287$ $df = 14$ $p < 0,124255$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
800–900 m	5	4,6	0,4	0,030548
900–1000 m	2	2,6	–0,6	0,16153
1000–1100 m	0	1,8	–1,8	1,812225
1100–1200 m	0	2,1	–2,1	2,066141
1200–1300 m	0	1,7	–1,7	1,760346
1300–1400 m	0	0,9	–0,9	0,933848
1400–1500 m	0	0,4	–0,4	0,432034
1500–1600 m	0	0,2	–0,2	0,240714
1600–1700 m	0	0,03	–0,03	0,035534
Σ	57	57	0	20,19287



Slika 4.14 – Korelacija pojavov plazov, tipa počasnega plazenja glede na nadmorsko višino lokacije.

Preglednica 4.13 – χ^2 test vpliva nadmorskih višin lokacij na pojavljanje trenutnih zdrsov.

Tip plazov 5				
$\chi^2 = 17,08796$ $df = 14$ $p < 0,251592$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
200–300 m	0	0,3	–0,3	0,283256
300–400 m	5	7,6	–2,6	0,913027
400–500 m	19	11,2	7,8	5,40138
500–600 m	7	8,8	–1,8	0,364912
600–700 m	13	9,1	3,9	1,648462
700–800 m	7	7,6	–0,6	0,050376
800–900 m	2	4,9	–2,9	1,689305
900–1000 m	2	2,8	–0,8	0,225926
1000–1100 m	4	1,9	2,1	2,295084
1100–1200 m	1	2,2	–1,2	0,634679
1200–1300 m	0	1,8	–1,8	1,852996
1300–1400 m	0	0,9	–0,9	0,982998
1400–1500 m	0	0,4	–0,4	0,454772
1500–1600 m	0	0,2	–0,2	0,253383
1600–1700 m	0	0,03	–0,03	0,037404
Σ	60	60	0	17,08796



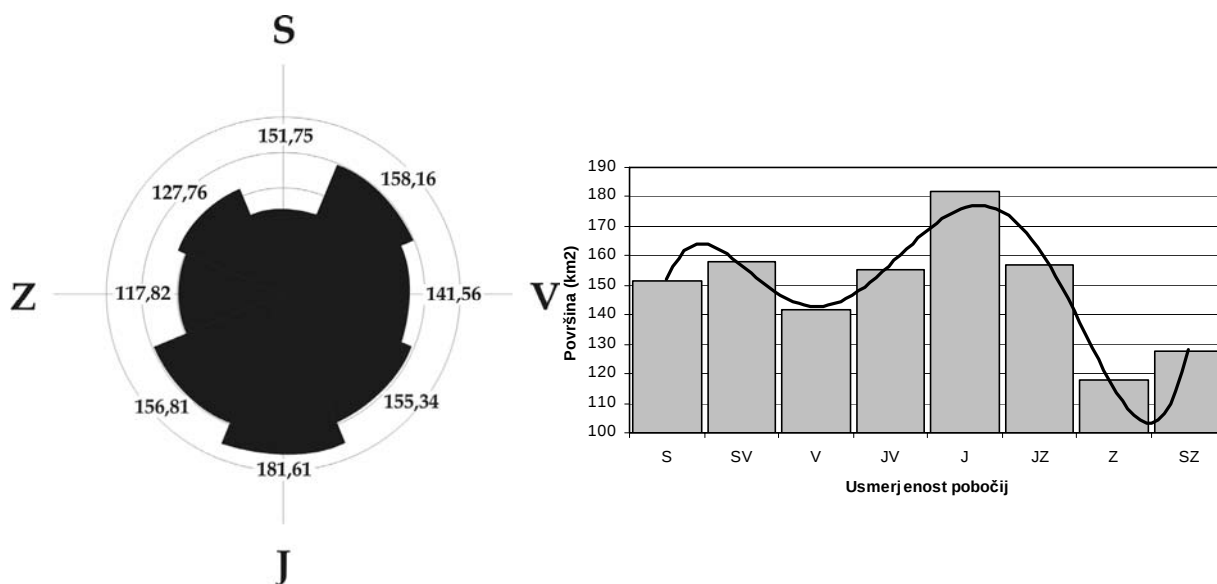
Slika 4.15 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na nadmorsko višino lokacije.

Rezultati Kolmogorov-Smirnovega testa kažejo na značilni vpliv nadmorskih višin lokacij na pojavljanje vseh tipov plazov, medtem ko rezultati χ^2 testa trdijo isto le za plazove, ki se gibljejo s prekinitvami. Za območje med 400 in 700 metri je možno z dobršno mero gotovosti govoriti o odvisnosti pojavov plazov od nadmorskih višin lokacij. Z nekoliko manjšo značilnostjo se plazovi pojavljajo vse do 1000 metrov nad morjem. Pod 400 in nad 1000 metri nadmorske višine je pojavljanje plazov redko in negativno značilno različno, kar pomeni, da so ta območja “neugodna” za nastanek plazov. Nakloni območij, ki ležijo pod 300 metri, se večinoma gibljejo pod 5°, območja, ki ležijo višje od 1000 metrov pa so bila redkeje kartirana zaradi neposeljenosti in slabe prepredenosti z infrastrukturo. Iz navedenega sledi, da je povezanost med nadmorsko višino lokacij in pojavljanjem plazov navidezna oz. pretirana.

Usmerjenost oz. orientacija pobočij je merjena geografsko (v smeri urinega kazalca od smeri sever). Razdeljena je bila v 8 razredov po 45°, kar je še smiselna razdelitev polnega kota (360°). Tudi Luzi (1994), Maselli et al. (1996) ter Kojima in Chung (2001) uporabljajo enako razdelitev pri svoji razčlenitvi tveganj pred plazovi. Porazdelitev je ploska bimodalna z vrhovoma pri osojni, natančneje severovzhodni, in prisojni smeri, natančneje južni smeri (Slika 4.16). Vrhova krivulje trenda potrjujeta generalno usmeritev dolin in grebenov v Sloveniji, ki se razteza v dinarski smeri in v smeri vzhod–zahod.

Gorsevski et al. (2000b) ter Millard et al. (2002) navajajo, da igra usmerjenost pobočja pomembno vlogo pri njegovi stabilnosti oz. nestabilnosti. Zaradi orientacije pobočij so ta bolj izpostavljena zmrzali oziroma neposrednemu vplivu sonca. Osnovna statistika spremenljivke “Usmerjenost” pobočij in razdelitev v razrede sta prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 4.14). Analiza s χ^2 testom pokaže (Preglednica 4.15 in Slika 4.17) ($\chi^2 = 24,322$; $p < 0,001$), da so za pojavljanje plazov značilnejša pobočja z usmerjenostjo proti jugovzhodu, jugu in zahodu, za osojna pobočja pa velja ravno obratno. Pojavljanje plazov na prisojnih pobočjih je pričakovan pojav, saj so, zaradi

izpostavljenosti soncu, temperaturne razlike tam večje. Rezultati Kolmogorov-Smirnovega testa dajo nekoliko drugačne rezultate (Slika 4.18).



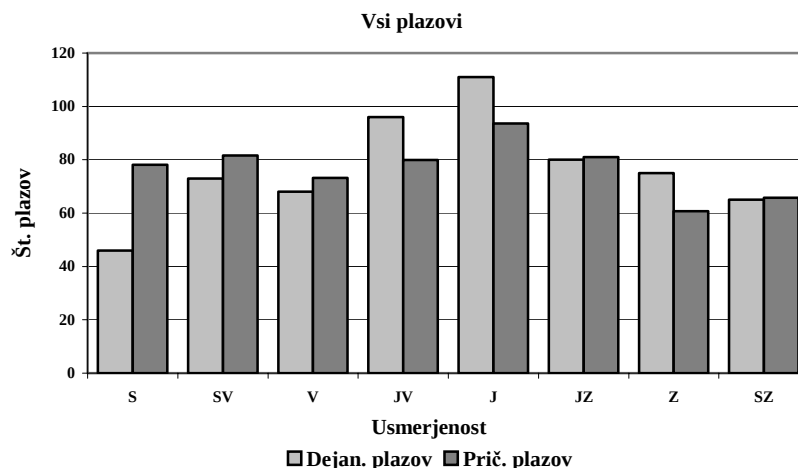
Slika 4.16 – Porazdelitev orientacij pobočij obravnavanega območja na osem glavnih smeri neba. Površine so podane v km², površina območja brez orientacije je 32,01 km².

Preglednica 4.14 – Osnovna statistika spremenljivke “Usmerjenost” in njena razdelitev v razrede.

	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s
Vrednosti usmerjenosti na lokacijah plazov (vzorec)	0°	358,85°	174,85°	93,21°
Vrednosti usmerjenosti ozadja (populacija)	0°	360°	172,33°	101,93°
Razred	Oznaka	Razred	Oznaka	
S (337,5°–22,5°)	1	J (157,5°–202,5°)	5	
SV (22,5°–67,5°)	2	JZ (202,5°–247,5°)	6	
V (67,5°–112,5°)	3	Z (247,5°–292,5°)	7	
JV (112,5°–157,5°)	4	SZ (292,5°–337,5°)	8	

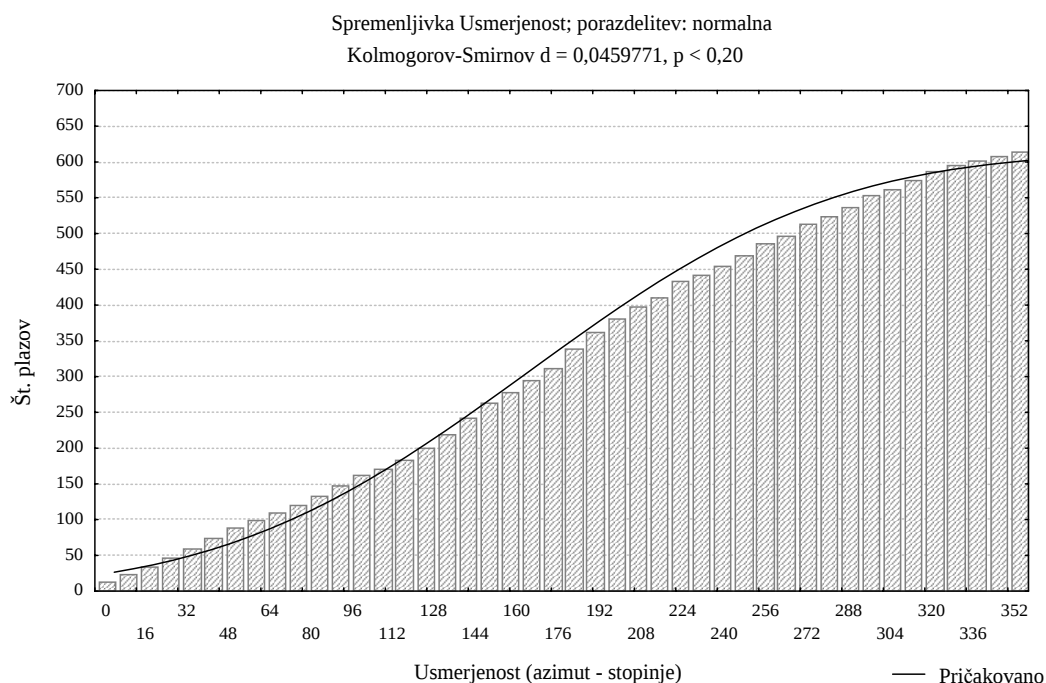
Preglednica 4.15 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – “Usmerjenost”				
$\chi^2 = 24,32179$		df = 7	$p < 0,001003$	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
S	46	78,1	–32,1	13,21791
SV	73	81,6	–8,6	0,911605
V	68	73,1	–5,1	0,363474
JV	96	79,9	16,1	3,242459
J	111	93,6	17,4	3,231609
JZ	80	81,0	–1,0	0,013378
Z	75	60,8	14,2	3,33261
SZ	65	65,7	–0,7	0,008743
Σ	614	614	0	24,32179



Slika 4.17 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na usmerjenost pobočij.

Iz spodnje slike (Slika 4.18) je razvidno, da je porazdelitev usmerjenosti pobočij, na katerih se pojavljajo plazovi, značilno različna od porazdelitve usmerjenosti vseh pobočij pri $p < 0,2$, vrednost Kolmogorov-Smirnovega testa pa je temu primerno majhna ($d = 0,0459$). Rezultati Studentovega t test (Preglednica 4.54) potrdijo domnevo Kolmogorov-Smirnovega testa. Iz vsega navedenega je možno sklepati, da usmerjenost, kljub prikazanim rezultatom testa χ^2 , bistveno ne vpliva na pojavljanje plazov.



Slika 4.18 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od usmerjenosti pobočja. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 172,33^\circ$, $\delta^2 = 10389,725$).

Analiza posameznih tipov plazenj kaže bolj ali manj enake rezultate. Pri pojavih fosilnih plazov (Tip plaz 1) značilno izstopajo le severno usmerjena pobočja, ki so negativno korelirana s številom pričakovanih pojavov. Tudi tu so prisojna pobočja ugodnejša za pojavljanje plazov (Preglednica 4.16 in Slika 4.19), a njihov pomen ni tako močno izražen kot pri analizi vseh plazov, zato je tudi stopnja tveganja sprejetja trditve o različnosti frekvenc pojavov skoraj 9 % ($\chi^2 = 12,3773$; $p < 0,088$), po Kolmogorov-Smirnovem testu pa je vpliv usmerjenosti pobočij na pojav fosilnih plazov zanemarljiv ($d = 0,0872032$, $p = \text{n.s.}$). Plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plaz 2), so po rezultatih značilno različno porazdeljeni od pričakovanih vrednosti ($\chi^2 = 19,032$; $p < 0,008$), a Kolmogorov-Smirnov test kaže na njihov neznačilni vpliv ($d = 0,0454499$, $p = \text{n.s.}$). Osojna pobočja so neugodna za pojavljanje plazov, majhno pozitivno povezavo s pojavi plazenj pa kažejo k jugu in jugovzhodu usmerjena pobočja (Preglednica 4.17 in Slika 4.20). Pojavljanje plazov tipa počasno plazenje (Tip plaz 3) ni signifikativno različno od pričakovanih vrednosti oz. ta trditev bi bila lahko ovržena z 88 % tveganjem, kar bi bil nesmisel ($\chi^2 = 2,9811$; $p < 0,8867$) (Preglednica 4.18 in Slika 4.21). To potrdi tudi Kolmogorov-Smirnov test ($d = 0,0618656$, $p = \text{n.s.}$). Pojavljanje trenutnih zdrsov (Tip plaz 5) je zelo zanimivo, saj so za njihovo pojavljanje močno značilna zahodna, nekoliko manj značilna pa severna pobočja. Močna negativna povezava se je pokazala tudi s pobočji, usmerjenimi proti jugozahodu ($\chi^2 = 18,866$; $p < 0,0086$). Ta tip plazov je edini, pri katerem tudi Kolmogorov-Smirnov test potrdi vpliv usmerjenosti pobočja na njegovo pojavljanje ($d = 0,2344980$, $p < 0,01$). Zadnji tip plazenj je očitno drugačen od drugih tipov (Preglednica 4.19 in Slika 4.22). Tudi tu pojavi znotraj razredov hitro plazenje in neznana hitrost niso prikazani zaradi premajhnega števila.

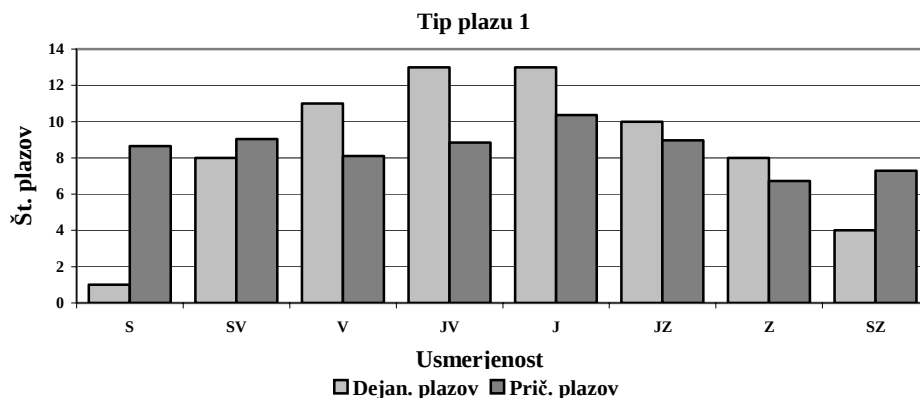
Preglednica 4.16 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje fosilnih plazov.

Tip plaz 1				
$\chi^2 = 12,37733$		df = 7		p < 0,088855
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
S	1	8,6	-7,6	6,769213
SV	8	9,0	-1,0	0,119653
V	11	8,1	2,9	1,036556
JV	13	8,8	4,2	1,946868
J	13	10,4	2,6	0,668759
JZ	10	8,9	1,1	0,117001
Z	8	6,7	1,3	0,239607
SZ	4	7,3	-3,3	1,479669
Σ	68	68	0	12,37733

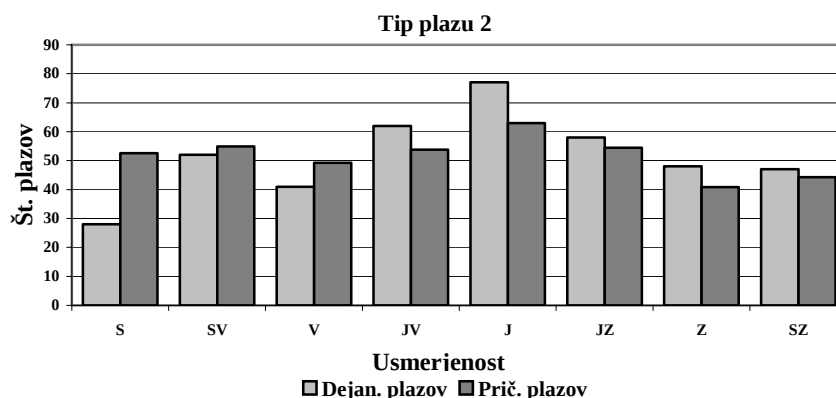
Preglednica 4.17 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.

Tip plaz 2				
$\chi^2 = 19,0325$		df = 7		p < 0,008099
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
S	28	52,5	-24,5	11,47502
SV	52	54,9	-2,9	0,153692
V	41	49,2	-8,2	1,369094
JV	62	53,8	8,3	1,267462
J	77	62,9	14,0	3,128952
JZ	58	54,5	3,5	0,223257

Tip plazov 2				
$\chi^2 = 19,0325$ $df = 7$ $p < 0,008099$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
Z	48	40,9	7,2	1,241742
SZ	47	44,2	2,8	0,173279
Σ	413	413	0	19,03249



Slika 4.19 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na usmerjenost pobočij.

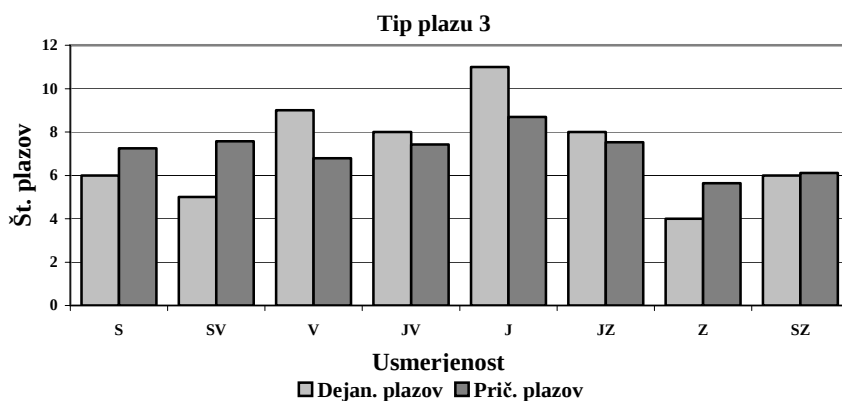


Slika 4.20 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na usmerjenost pobočij.

Preglednica 4.18 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje počasnih plazenj.

Tip plazov 3				
$\chi^2 = 2,9811$ $df = 7$ $p < 0,886731$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
S	6	7,3	-1,3	0,216716
SV	5	7,6	-2,6	0,876839
V	9	6,8	2,2	0,718241
JV	8	7,4	0,6	0,045697
J	11	8,7	2,3	0,614088
JZ	8	7,5	0,5	0,030196
Z	4	5,6	-1,6	0,477589

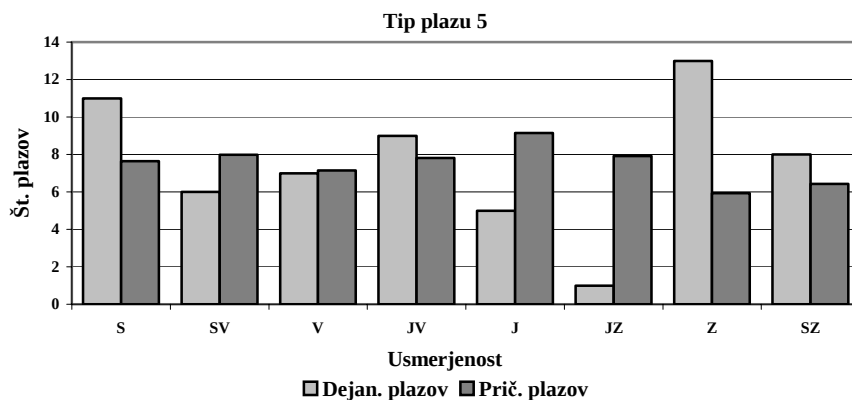
Tip plazu 3				
$\chi^2 = 2,9811$ $df = 7$ $p < 0,886731$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
SZ	6	6,1	-0,1	0,001792
Σ	57	57	0	2,981158



Slika 4.21 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na usmerjenost pobočij.

Preglednica 4.19 – χ^2 test vpliva usmerjenosti pobočij na pojavljanje trenutnih zdrsov.

Tip plazu 5				
$\chi^2 = 18,86623$ $df = 7$ $p < 0,008630$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
S	11	7,6	3,4	1,482447
SV	6	8,0	-2,0	0,489757
V	7	7,1	-0,1	0,003099
JV	9	7,8	1,2	0,181911
J	5	9,1	-4,1	1,880349
JZ	1	7,9	-6,9	6,04561
Z	13	5,9	7,1	8,397453
SZ	8	6,4	1,6	0,385601
Σ	60	60	0	18,86623

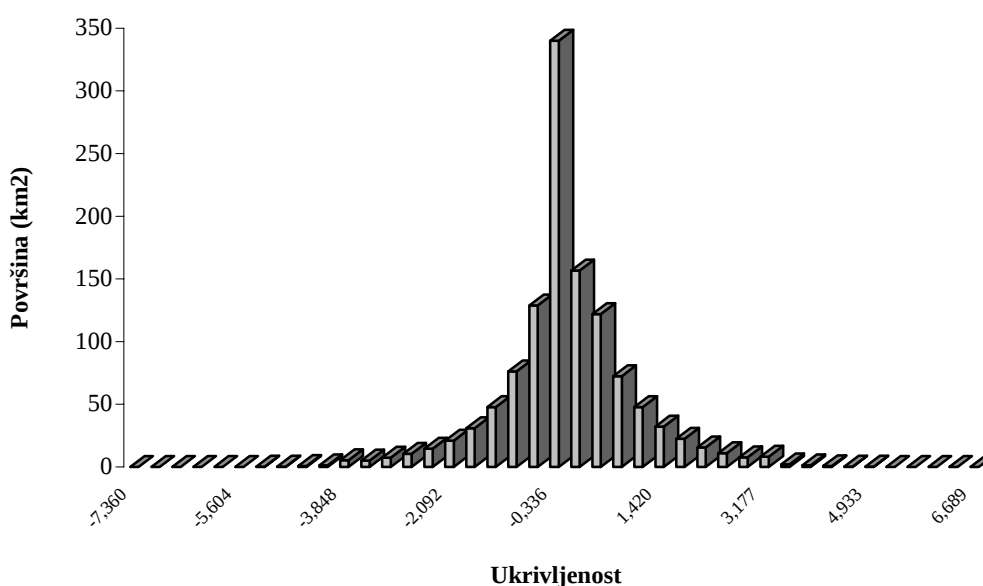


Slika 4.22 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na usmerjenost pobočij.

Rezultati Kolmogorov-Smirnovega in Studentovega t testa kažejo na majhen vpliv usmerjenosti pobočij na pojavljanje plazov. Rezultati testa χ^2 trdijo drugače, a je kljub temu mnenje analitika, da podajata prva dva testa realnejše rezultate. Usmerjenost pobočij ne vpliva značilno na pojavljanje plazov, z izjemo pojavljanja trenutnih zdrsov.

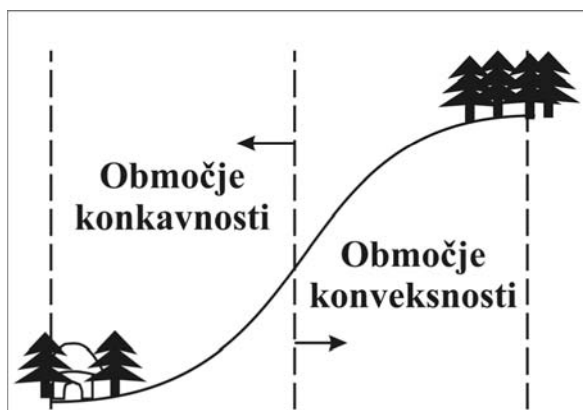
4.4.3. Ukrivljenost pobočij

Funkcije drugih odvodov ploskev terena predstavljajo spreminjanje naklona pobočij in so izraženi s konveksnostjo ali konkavnostjo. Z informacijo o ukrivljenosti terena je možno opisati fizikalne značilnosti napajalnega zaledja. Ukrivljenost pobočja v smeri gradienta vpliva na povečevanje hitrosti toka in s tem na njegovo erozijsko moč, ukrivljenost ploskve pobočja pa vpliva na konvergenco ali divergenco toka (Irvin, 1995; ESRI, 1999). Vse to posredno vpliva na potencialni nastanek plazovitih območij. Namen tega podpoglavja je pokazati značilni vpliv ukrivljenosti pobočij na pojave plazenj. Pri rezultatih se je treba zavedati, da so vrednosti, dobljene pri izračunu dane spremenljivke, drugi približek realnih vrednosti. Slika 4.23 prikazuje porazdelitev ukrivljenosti pobočij na obravnavanem območju. Opazno je prevladovanje manj razgibanih območij oz. premih pobočij.



Slika 4.23 – Porazdelitev ukrivljenosti pobočij na obravnavanem območju. Površine so podane v km². Ukrivljenost pobočja je podana v vrednostih brez enot.

Pozitivne vrednosti predstavljajo konveksna pobočja, negativne pa konkavna pobočja. Luzi (1994) je razvrstil območja med vrednostmi $-0,5$ in $0,5$ v razred ravnega terena, druga pa med konkavna oz. konveksna pobočja. Po ESRI (1999) predstavljajo vrednosti konveksnosti med $-0,5$ in $0,5$ slabo razgiban relief, medtem ko se vrednosti konveksnosti na močno razgibanem ali gorskem reliefu gibljejo med -4 in 4 . Vrednosti, s katerimi se predstavlja ukrivljenost pobočij, so brez enot. Spodnja slika (Slika 4.24) simbolno prikazuje ukrivljenost pobočja.



Slika 4.24 – Simbolni prikaz ukrivljenosti pobočja, njen konveksni, konkavni in prevojni (sredinski) del. Krivulja ne prikazuje dejanske oblike pobočij.

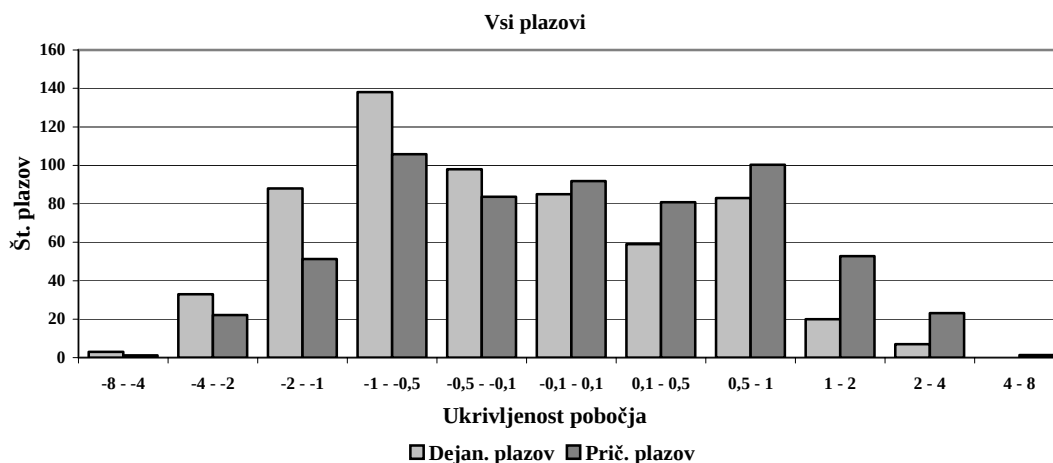
Osnovna statistika spremenljivke “Ukrivljenost” in razdelitev v razrede sta prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 4.20). Vrednosti ukrivljenosti terena so bile razdeljene v 11 razredov, od tega 5 konveksnih, 5 konkavnih in razred premih pobočij. Visoke vrednosti, tako negativne kot pozitivne, predstavljajo območja z velikimi spremembami naklonov. Bolj ko se vrednosti približujejo vrednosti nič, manjše so spremembe naklonov in manj razgiban je teren. Analiza s χ^2 testom pokaže očiten vpliv ukrivljenosti na pojavljanje plazov ($\chi^2 = 88,7022$; $p < 0,0000$), saj se vrednosti značilno razlikujejo skoraj v celotnem delu porazdelitve, v konkavnem delu kažejo na pozitivno povezanost z ukrivljenostjo, v konveksnem pa na negativno. Med konkavnimi razredi najbolj izstopata razreda $-2 - -1$ in $-1 - -0,5$, med konveksnimi pa $0,5-1$ in $1-2$ (Preglednica 4.21 in Slika 4.25). Analize podatkov kažejo na večje pojavljanje plazov v konkavnem delu pobočij kot v konveksnem. Do enakih ugotovitev so prišli tudi Millard et al. (2002). Tak rezultat ne preseneča, saj ima voda večjo erozijsko moč v spodnjem delu pobočij, kar pomeni močnejšo erozijo v konkavnem delu. Nesprijeti materiali, ki so lahko izvor plazov, se prav tako akumulirajo v konkavnem območju. Najverjetneje pa igra bistveno vlogo pri pojavljanju plazov v konkavnem delu pobočja koncentracija porne vode.

Preglednica 4.20 – Osnovna statistika spremenljivke “Ukrivljenost” pobočij in njena razdelitev v razrede.

		x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s
Vrednosti ukrivljenosti na lokacijah plazov (vzorec)		-5,44	3,2	-0,4050	1,04312
Vrednosti ukrivljenosti ozadja (populacija)		-7,36	7,04	0,000042	1,126426
Razred	Oznaka	Razred	Oznaka	Razred	Oznaka
-8 – -4	1	-0,1–0,1	6	4–8	11
-4 – -2	2	0,1–0,5	7		
-2 – -1	3	0,5–1	8		
-1 – -0,5	4	1–2	9		
-0,5 – -0,1	5	2–4	10		

Preglednica 4.21 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje vseh plazov.

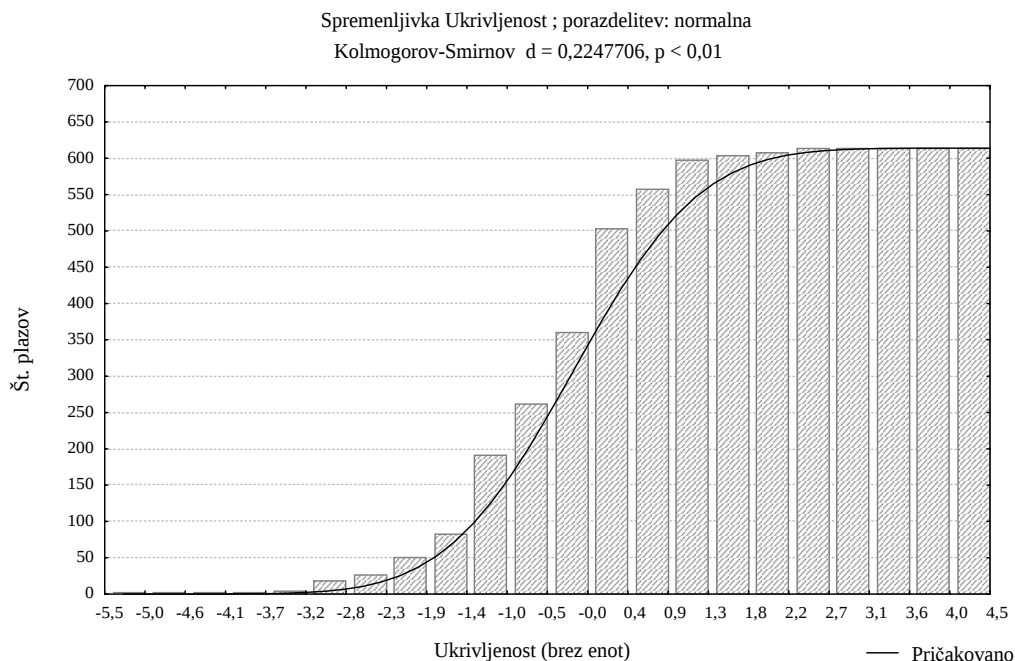
Vsi plazovi – “Ukrivljenost”				
$\chi^2 = 88,7022$		df = 10	p < 0,0000	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
–8 – –4	3	1,2	1,8	2,479922
–4 – –2	33	22,1	10,9	5,350024
–2 – –1	88	51,2	36,8	26,45969
–1 – –0,5	138	105,8	32,2	9,794004
–0,5 – –0,1	98	83,6	14,4	2,479543
–0,1 – 0,1	85	91,9	–6,9	0,514611
0,1 – 0,5	59	80,8	–21,8	5,887561
0,5 – 1	83	100,3	–17,3	2,985328
1 – 2	20	52,7	–32,7	20,29482
2 – 4	7	23,0	–16,0	11,17395
4 – 8	0	1,3	–1,3	1,28277
Σ	614	614	0	88,70222



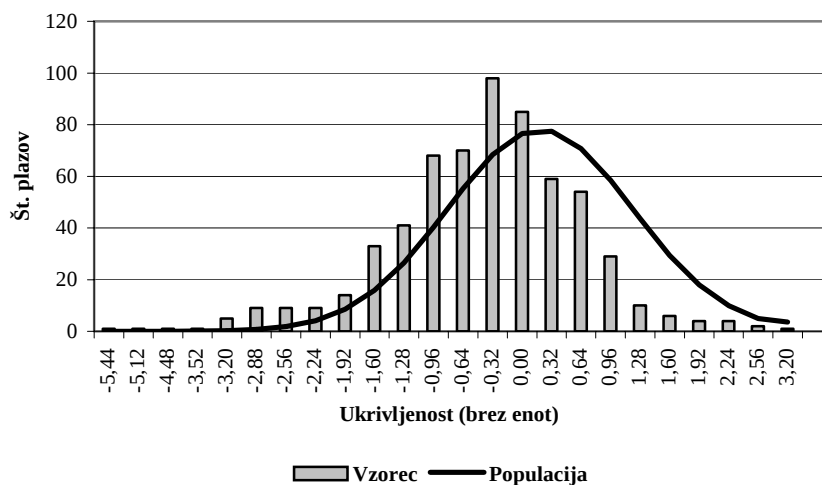
Slika 4.25 – Korelacija pojavov vseh plazov glede na ukrivljenost pobočij.

Test podobnosti porazdelitve ukrivljenosti pobočij s plazovi in porazdelitve ukrivljenosti vseh pobočij po metodi Kolmogorov-Smirnova (Slika 4.26) pokaže njuno značilno različnost ($p < 0,01$; $d = 0,2247706$) in tudi rezultati Studentovega t testa (Preglednica 4.54) navajajo na enake sklepe. Sklepati je možno, da ukrivljenost značilno vpliva na pojavljanje plazov. Podrobnejša analiza pojavljanja plazov po osnovnih razredih¹⁷ pokaže (Slika 4.27), da se ti značilneje pojavljajo v območju od premih pobočjih proti konkavnim. Rezultati zagotovo kažejo na vpliv spremenljivke ukrivljenosti na pojavljanje plazov v konkavnih delih pobočij.

¹⁷ Vrednosti osnovnih razredov so izhodne vrednosti ukrivljenosti, kot jih je izračunal algoritem v programskem paketu ArcINFO®. Zaradi narave izračuna so te vrednosti nezvezne, s korakom po 0,32.



Slika 4.26 – Kumulativna krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od ukrivljenosti pobočja. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 0,000042$, $\sigma^2 = 1,268835$).



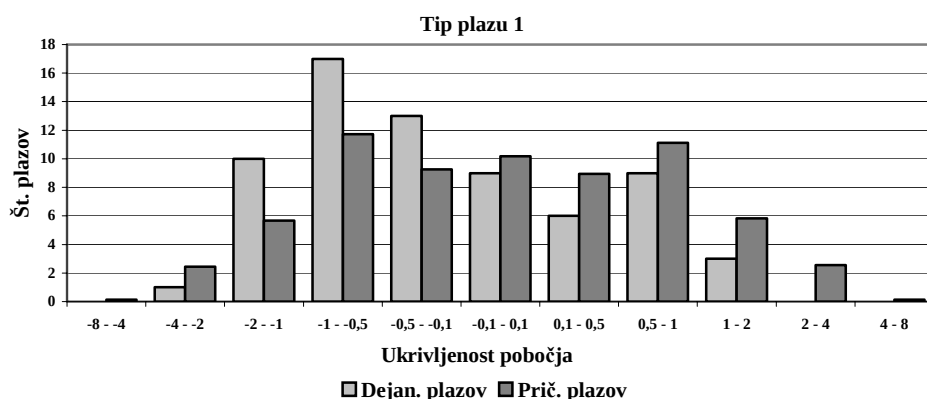
Slika 4.27 – Pojavljanje plazov po osnovnih razredih¹⁷. Vrednosti ukrivljenosti na lokacijah plazov so prikazane s stolpci, vrednosti ukrivljenosti vseh lokacij pa s krivuljo. Opazen je zamik vrednosti vzorca v levo, proti konkavnemu delu.

Že skupna analiza plazov je pokazala tendenco pojavljanja plazov v konkavnem delu pobočij in tudi analiza posameznih tipov plazenj ne odstopa od tega trenda. S skoraj 18,5 % tveganjem je možno trditi ($\chi^2 = 13,777$; $p < 0,1834$), da ukrivljenost pobočij vpliva na pojavljanje fosilnih plazov (Tip plaz 1) (Preglednica 4.22 in Slika 4.28), vendar pa je to za postavljena merila premalo. Ob upoštevanju rezultatov Kolmogorov-Smirnovskega testa je vpliv večji in statistično značilen ($d = 0,2353090$, $p < 0,01$). Veliko bolj je od pričakovanih vrednosti testa χ^2 značilno različna porazdelitev plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plaz 2) (Preglednica 4.23 in

Slika 4.29). Pojavljanje tega tipa plazov je pogosto v negativnem, torej konkavnem območju, med vrednostmi $-0,1$ in -2 ($\chi^2 = 60,119$; $p < 0,0000$). Značilnost spremenljivke ukrivljenost na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitevami, potrdi tudi Kolmogorov-Smirnov test ($d = 0,2215645$, $p < 0,01$). Frekvence pojavljanj plazov tipa počasno plazenje (Tip plazov 3) po testu χ^2 niso značilno različne od pričakovanih ($\chi^2 = 10,62334$; $p < 0,38764$) (Preglednica 4.24 in Slika 4.30). Kljub temu je opazno značilno pojavljanje plazov tipa počasno plazenje v območju med vrednostmi -1 in -4 . Glede na rezultate Kolmogorov-Smirnovega testa ($d = 0,1972535$, $p < 0,05$) je vpliv ukrivljenosti ravno na meji sprejemljivega. Trenutni zdrsi (Tip plazov 5) se prav tako značilno različno ($\chi^2 = 22,90463$; $p < 0,011124$; Preglednica 4.25 in Slika 4.31; Kolmogorov-Smirnov test $d = 0,2500149$, $p < 0,01$) pojavljajo v območju med vrednostmi -1 in -4 , a s poudarkom na območju večjih sprememb naklonov (-2 – -4). Slednja sodijo po ESRI (1999) že med močno razgiban teren. Pojavi znotraj razredov hitro plazenje in neznana hitrost niso prikazani zaradi premajhnega števila.

Preglednica 4.22 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje fosilnih plazov.

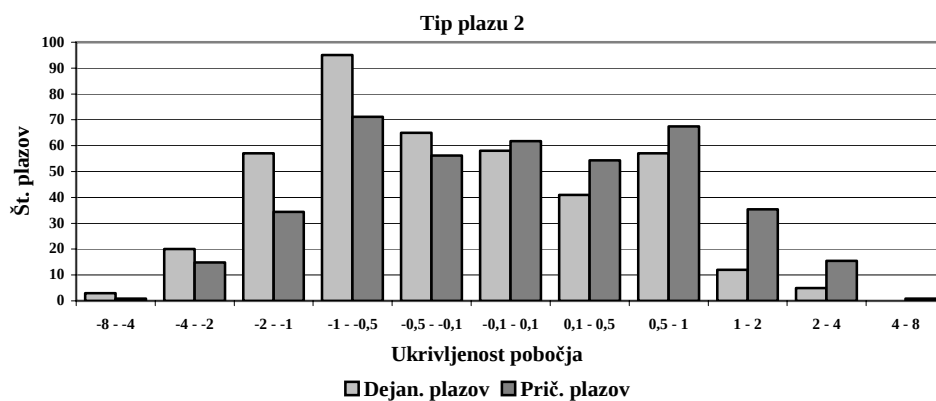
Tip plazov 1				
$\chi^2 = 13,777$ $df = 10$ $p < 0,183464$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
-8 – -4	0	0,1	-0,1	0,137745
-4 – -2	1	2,4	-1,4	0,858082
-2 – -1	10	5,7	4,3	3,307087
-1 – -0,5	17	11,7	5,3	2,380679
-0,5 – -0,1	13	9,3	3,7	1,511627
-0,1 – 0,1	9	10,2	-1,2	0,135732
0,1 – 0,5	6	8,9	-2,9	0,972307
0,5 – 1	9	11,1	-2,1	0,400258
1 – 2	3	5,8	-2,8	1,378953
2 – 4	0	2,6	-2,6	2,552541
4 – 8	0	0,1	-0,1	0,142066
Σ	68	68	0	13,77707



Slika 4.28 – Korelacija pojavov fosilnih plazenj glede na ukrivljenost pobočij.

Preglednica 4.23 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.

Tip plazov 2				
$\chi^2 = 60,119$	df = 10		p < 0,0000	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
–8 – –4	3	0,8	2,2	5,594485
–4 – –2	20	14,9	5,1	1,762081
–2 – –1	57	34,4	22,6	14,78537
–1 – –0,5	95	71,2	23,8	7,978347
–0,5 – –0,1	65	56,2	8,8	1,366454
–0,1 – 0,1	58	61,8	–3,8	0,233583
0,1 – 0,5	41	54,4	–13,4	3,282462
0,5 – 1	57	67,5	–10,5	1,624329
1 – 2	12	35,5	–23,5	15,51359
2 – 4	5	15,5	–10,5	7,115531
4 – 8	0	0,9	–0,9	0,862841
Σ	413	413	0	60,11907

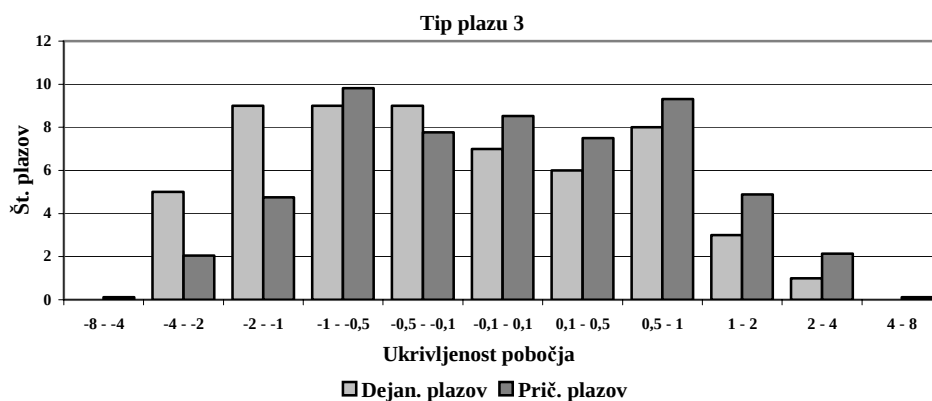


Slika 4.29 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na ukrivljenost pobočij.

Preglednica 4.24 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje počasnih plazenj.

Tip plazov 3				
$\chi^2 = 10,62336$	df = 10		p < 0,38764	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
–8 – –4	0	0,1	–0,1	0,115462
–4 – –2	5	2,1	2,9	4,227371
–2 – –1	9	4,8	4,2	3,795814
–1 – –0,5	9	9,8	–0,8	0,068892
–0,5 – –0,1	9	7,8	1,2	0,197758
–0,1 – 0,1	7	8,5	–1,5	0,274174
0,1 – 0,5	6	7,5	–1,5	0,300773
0,5 – 1	8	9,3	–1,3	0,184759
1 – 2	3	4,9	–1,9	0,732271
2 – 4	1	2,1	–1,1	0,607
4 – 8	0	0,1	–0,1	0,119085

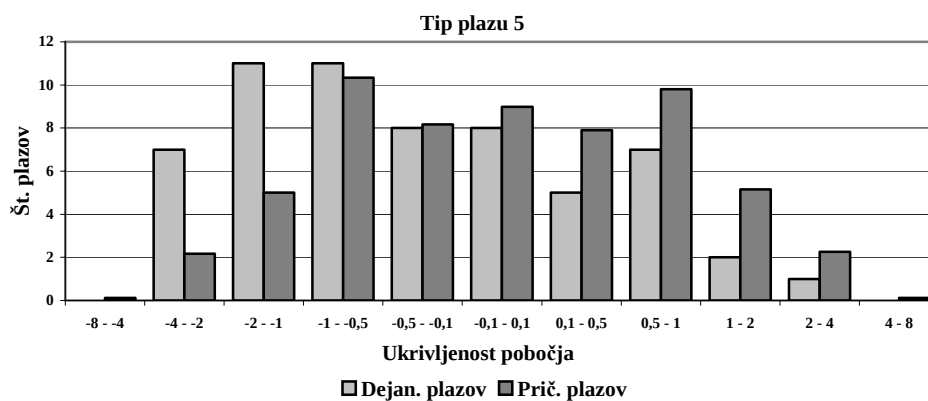
Tip plazov 3				
$\chi^2 = 10,62336$ $df = 10$ $p < 0,38764$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
Σ	57	57	0	10,62336



Slika 4.30 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na ukrivljenost pobočij.

Preglednica 4.25 – χ^2 test vpliva ukrivljenosti pobočij na pojavljanje trenutnih zdrsov.

Tip plazov 5				
$\chi^2 = 22,90463$ $df = 10$ $p < 0,011124$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
-8 - -4	0	0,1	-0,1	0,121539
-4 - -2	7	2,2	4,8	10,82925
-2 - -1	11	5,0	6,0	7,189359
-1 - -0,5	11	10,3	0,7	0,042181
-0,5 - -0,1	8	8,2	-0,2	0,003521
-0,1 - 0,1	8	9,0	-1,0	0,106561
0,1 - 0,5	5	7,9	-2,9	1,062757
0,5 - 1	7	9,8	-2,8	0,800848
1 - 2	2	5,2	-3,2	1,927015
2 - 4	1	2,3	-1,3	0,696244
4 - 8	0	0,1	-0,1	0,125352
Σ	60	60	0	22,90463



Slika 4.31 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na ukrivljenost pobočij.

Vsi statistični testi (Kolmogorov-Smirnov test, Studentov t testa in test χ^2) pojavljanja plazov pokažejo, da se ti značilneje pojavljajo v območju od premih pobočjih proti konkavnim. Spremenljivka ukrivljenost zagotovo vpliva na pojavljanje plazov.

4.4.4. Uporabnost izpeljank iz DMV-ja pri napovedi plazovitih območij

Digitalni model višin nedvomno predstavlja enega izmed pomembnejših podatkovnih sklopov pri napovedi plazenj. Glavna vloga podatkov, dobljenih iz digitalnega modela višin, je pridobitev informacije o naklonu in ukrivljenosti pobočij. Po pregledu znane in dostopne literature o vplivu naklona terena na pojave plazenj ni dela, ki ne bi upoštevalo podatkov o naklonu obravnavanega terena kot enega izmed podatkovnih slojev. Omenjene študije so opisane v poglavju 2.5. Rezultati analiz pomembnosti izpeljank iz DMV-ja so podrobneje opisani v poglavju 6. Ob vsem naštetem je treba upoštevati dejstvo, da so že osnovni podatki, nadmorske višine točk, približki naravnega stanja. Toliko bolj se nadaljnje posploševanje odraža v izpeljankah iz osnovnih podatkov. Vsemu navkljub je možno zaključiti, da obstaja povezava med spremenljivkami in pojavi plazenj, ki je pri nekaterih močnejša, pri drugih šibkejša.

4.5. Geološka zgradba območja in pojavljanje plazov

Geološka zgradba območja igra, tako kot digitalni model reliefa, pomembno vlogo pri pojavljanju plazov in pri njihovi obliki pojavljanja. Kot geološka faktorja vpliva so bili obravnavani podatki o litologiji in strukturnih elementih.

4.5.1. Litološke enote

Obravnavano območje, ki sega na štiri geološke karte, je sestavljeno iz 104 različnih členov. Litostratigrafska razčlenitev območja je pestra in obsega kamnine v starostnem razponu od zgornjega karbona (C_2) do holocena. Po vsebinski uskladitvi kart so bili členi štirih osnovnih geoloških kart združenih v 63 litostratigrafskih členov (poglavje 3.3.4.2.), prikazani z 813 ločenimi poligoni. Ti členi so bili končno združeni v 18 samostojnih litoloških enot, ki so služile kot osnova za razdelitev glede na trdnost. Namen naslednjega podpoglavja je pokazati odvisnost pojavljanja plazov od posameznih litoloških enot oz. njihovih lastnosti. Splošno znano je dejstvo, da so pojavi plazenj v določeni meri povezani tudi s tipom geološke podlage (Varnes, 1984; Van Westen, 1993a; Urbanc et al., 2000), vendar pa vpliv variira.

Preglednica 4.26 prikazuje pojavljanje plazov glede na tip plazu v posameznih litološko izločenih enotah neodvisno od njihove površine. 63 različnih členov štirih listov OGK1 so bili združeni na podlagi inženirskogeoloških lastnosti v končnih 18 enot. Tipi plazov so označeni kot Tip_1–Tip_6 in pomenijo iste tipe plazov kot v predhodnih poglavjih. Večina, kar 41,9 % plazov, se pojavlja na območjih, kjer prevladujejo "glinasti skrilavci" in njim sorodne kamnine. Po številnosti plazov jim

sledijo območja, kjer se razprostirajo plasti peščenjaka, “glinastega skrilavca”, alevrolita konglomerata in laporja, njim pa psevdofilski skladi, nanosi rek in potokov, apnenec ter dolomit, laporni apnenec, dolomit in peščeni “skrilavec” itd. Iz preglednice je razvidno, da se kar slabi dve tretjini plazov pojavljata na območju členov, katerih dobršen del tvorijo plasti “glinastih skrilavcev” in peščenjakov ter pokrivajo slabo tretjino območja. Ti podatki povedo nekaj o ugodnih litoloških enotah za pojavljanje plazov, a ne vsega. Prave rezultate oz. napovedi poda šele analiza s testom χ^2 .

Preglednica 4.26 – Pojavljanje tipov plazov na litoloških enotah obravnavanega območja.

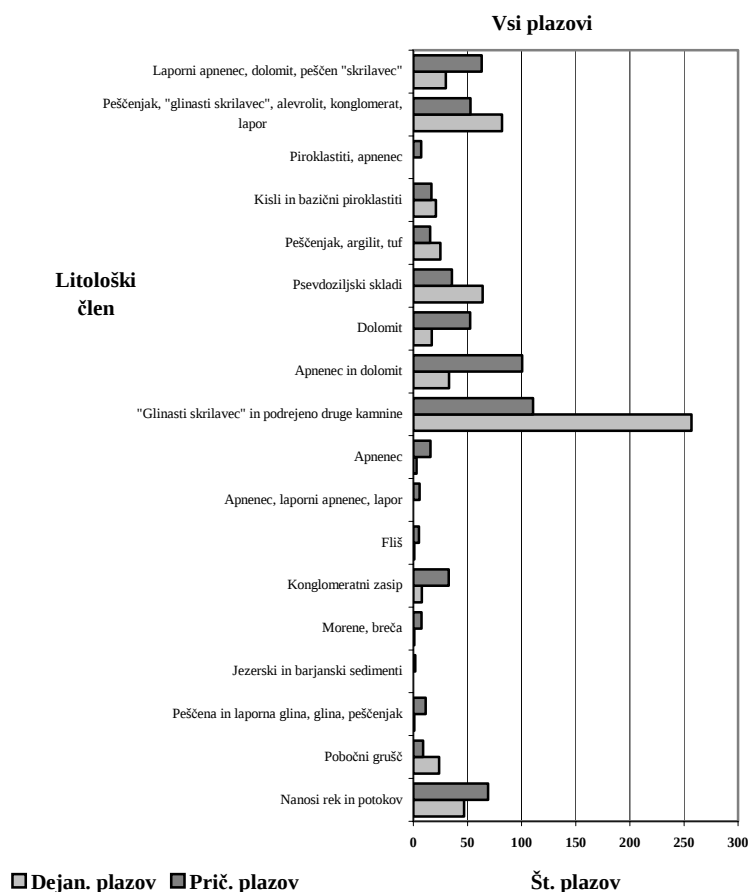
#	Litološki člen	%površine	Tip_1	Tip_2	Tip_3	Tip_4	Tip_5	Tip_6	Skupaj	%plazov
1	Nanosi rek in potokov	11,24 %	15	19	4	0	5	4	47	7,65 %
2	Pobočni grušč	1,47 %	0	21	2	0	1	0	24	3,91 %
3	Peščena in laporna glina, glina, peščenjak	1,87 %	0	1	0	0	0	0	1	0,16 %
4	Jezerski in barjanski sedimenti	0,29 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
5	Morene, breča	1,23 %	0	1	0	0	0	0	1	0,16 %
6	Konglomeratni zasip	5,32 %	0	3	0	0	2	3	8	1,30 %
7	Fliš	0,87 %	0	1	0	0	0	0	1	0,16 %
8	Apnenec, laporni apnenec, lapor	0,95 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
9	Apnenec	2,60 %	1	1	1	0	0	0	3	0,49 %
10	“Glinasti skrilavec” in podrejeno druge kamnine	18,03 %	33	172	24	0	26	2	257	41,86 %
11	Apnenec in dolomit	16,37 %	5	20	5	0	3	0	33	5,37 %
12	Dolomit	8,54 %	0	10	1	0	6	0	17	2,77 %
13	Psevdofilski skladi	5,81 %	1	50	7	1	4	1	64	10,42 %
14	Peščenjak, argilit, tuf	2,56 %	1	18	2	1	2	1	25	4,07 %
15	Kisli in bazični piroklastiti	2,74 %	0	18	2	0	1	0	21	3,42 %
16	Piroklastiti, apnenec	1,20 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
17	Peščenjak, “glinasti skrilavec”, alevrolit, konglomerat, lapor	8,61 %	10	59	5	0	7	1	82	13,36 %
18	Laporni apnenec, dolomit, peščen “skrilavec”	10,30 %	2	19	4	0	3	2	30	4,89 %

Analiza s χ^2 testom pokaže očiten vpliv nekaterih enot na pojavljanje plazov (Preglednica 4.27 in Slika 4.32). Vrednost χ^2 je zelo visoka, zaradi česar je tudi stopnja tveganja izredno nizka ($\chi^2 = 419,9427$; $p < 0,0000$). Isto potrdi tudi Kolmogorov-Smirnov test (Slika 4.33).

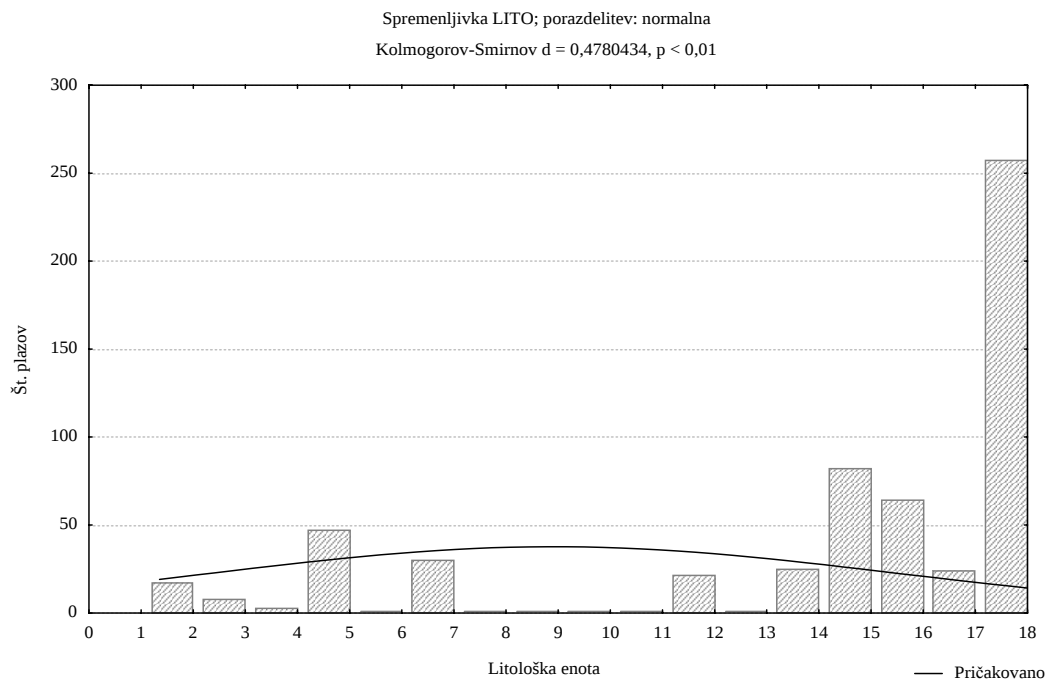
Preglednica 4.27 – χ^2 test vpliva litologije na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – “Litologija – LITO”				
$\chi^2 = 419,9427$		df = 17		p < 0,00000
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
1	47	69,0	–22,0	7,019531
2	24	9,0	15,0	24,88381
3	1	11,5	–10,5	9,586111
4	0	1,8	–1,8	1,79259
5	1	7,5	–6,5	5,69281
6	8	32,6	–24,6	18,60658

Vsi plazovi – "Litologija – LITO"				
$\chi^2 = 419,9427$		df = 17		p < 0,00000
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
7	1	5,3	-4,3	3,538198
8	0	5,8	-5,8	5,843411
9	3	15,9	-12,9	10,52592
10	257	110,7	146,3	193,2604
11	33	100,5	-67,5	45,34115
12	17	52,4	-35,4	23,94914
13	64	35,7	28,3	22,45264
14	25	15,7	9,3	5,514495
15	21	16,8	4,3	1,052082
16	0	7,3	-7,3	7,364162
17	82	52,9	29,1	16,05174
18	30	63,2	-33,2	17,46787
Σ	614	614	0	419,9427



Slika 4.32 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na litološke enote.



Slika 4.33 – Krivulja pojavljanja vseh plazov v odvisnosti od litološke enote. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 8,922924$, $\delta^2 = 42,25776$).

Pri natančnejšem ogledu pomembnosti litoloških enot, prikazanih v spodnji preglednici (Preglednica 4.28), kjer so enote razvrščene po velikosti $(D-P)^2/P$, se samo še potrdi že prej omenjen trend. V drugem stolpcu “ $D-P$ ” je podana razlika med dejansko in pričakovano frekvenco plazov v dani litološki enoti, v tretjem vrednosti χ^2 testa in v zadnjem stolpcu “Ocena stabilnosti” so podane ocenjene vrednosti stabilnosti enot na osnovi vrednosti χ^2 testa. Najstabilnejše enote so bile ocenjene z najvišjo oceno – 5, najmanj stabilne enote pa najnižjo – 1. Vsi inženirskogeološki opisi enot v nadaljnjem besedilu se nanašajo na lastnosti, podane v podpoglavju 3.3.4.4. Največji pozitivni vpliv na pojave plazenj ima enota, ki združuje “glinaste skrilavce” in podrejeno druge kamnine. “Glinasti skrilavci” sodijo med mehke do srednjetrjne, močno erozivne in plazljive kamnine z debelim preperinskim pokrovom. Sledijo jim pobočni grušči, kar ne preseneča, saj so to nesprijete in zato močno plazljive zemljine. Locirani so na pobočjih z razmeroma velikimi nakloni. Naslednje tri enote, psevdofilski skladi, peščenjaki, “glinasti skrilavci”, alevroliti, konglomerati in laporji ter peščenjaki, argiliti in tufi, so po inženirskogeoloških lastnostih precej podobne “glinastim skrilavcem”. Kot zadnja enota, pri kateri je opaziti pozitivno povezavo s pojavi plazenj, so kisli in bazični piroklastiti. Te kamnine so same po sebi trdne in srednje plazljive, vendar pa so občutljive na preperevanje in prisotnost vode. Srednje debel preperinski pokrov, ki nastaja na njih, lahko zato hitro splazi. Jezerski in barjanski sedimenti so precej nestabilne kamnine oz. zemljine, a so, zaradi pojavljanja na ravnih predelih, plazovi v njih zelo redki. V flišu se plazovi pojavljajo v odvisnosti od zastopanosti laporne in peščene komponente. Več ko je prve, večja je možnost nastankov plazov. Na obravnavanem območju se v plasteh fliša pojavlja le en plaz, kar pa je lahko tudi vzrok pojavljanja kamnine v ozkih pasovih. Morene in breče so bile združene zaradi njunih sorodnih lastnosti, v njih pa so pojavi plazenj zelo redki. Lokalne porušitve so lahko tudi podori. Območja apnencev, lapornih apnencev in

laporjev so relativno stabilna in temu je primerna tudi njihova uvrstitev v preglednici. Na območju nanosov rek in potokov se pojavlja dobrih 7 % plazov, a ta enota pokriva kar 11 % celotne površine. Tako veliko število plazov na enoti, za katero so značilne ravnice, ima dva vzroka. Prvi je pojav ostrih prevojev oz. teras v naplavljenih sedimentih, kjer je možen pojav preperinskih plazenj (Ribičič, 2001b), drugi vzrok pa je lahko netočnost geološke karte, saj meja enote ponekod poteka že po bregovih okoliških hribov. Naslednji dve enoti, piroklastiti in apnenci ter peščene in laporne gline, glina in peščenjaki, bi morali biti po zaslugi svojih inženirskogeoloških lastnosti uvrščeni nekoliko nižje v preglednici (glej stran 39; Preglednica 3.10), na strani pozitivne korelacije, a na območju njunega pojavljanja ni bilo kartiranega nobenega plazov. Slednja enota se pojavlja v položnejših predelih, kar je prav tako možna razlaga za odsotnost plazov. Apnenci sodijo med trdne kamnine s tankim preperinskim pokrovom ter majhno erozivnostjo in plazljivostjo. Na apnencih poteka izguba mase v vertikalni smeri v obliki raztopin, veliko manj pa v obliki plazov, kar potrjujejo tudi rezultati v razpredelnici. Na apnencih so zaradi lokalnih porušitev ali razpokanosti možni pojavi podorov. Območja, ki jih pokrivajo plasti lapornega apnenca, dolomita in peščenega "skrilavca", sodijo med stabilne do srednje stabilne in ti bi se morali temu primerno nahajati nekoliko nižje v preglednici. Prav na repu razvrstitve oz. na začetku preglednice (Preglednica 4.28) se nahajajo najstabilnejše enote, konglomerati, dolomiti ter apnenci in dolomiti. Čeprav se v teh enotah pojavlja nekaj plazov, bi se jih moralo glede na njihovo razširjenost pojavljati več. A tej predpostavki enakosti nasprotujejo mehanske lastnosti omenjenih kamnin.

Preglednica 4.28 – Pomembnost litoloških enot za pojavljanje vseh plazov (po χ^2 testu). V četrtem stolpcu so s poševnimi števili označene enote, ki bi se morale po svojih inženirskogeoloških lastnostih nahajati v spodnjem delu preglednice.

Litološka enota	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$	Ocena stabilnosti	V
Apnenec in dolomit	–67,5	45,34115	5	1
Dolomit	–35,4	23,94914	5	2
Konglomeratni zasip	–24,6	18,60658	5	3
Laporni apnenec, dolomit, peščen "skrilavec"	–33,2	17,46787	5	7
Apnenec	–12,9	10,52592	4	4
Peščena in laporna glina, glina, peščenjak	–10,5	9,586111	4	13
Piroklastiti, apnenec	–7,3	7,364162	4	11
Nanosi rek in potokov	–22,0	7,019531	4	5
Apnenec, laporni apnenec, lapor	–5,8	5,843411	4	6
Morene, breča	–6,5	5,69281	4	8
Fliš	–4,3	3,538198	3	9
Jezerski in barjanski sedimenti	–1,8	1,79259	3	10
Kisli in bazični piroklastiti	4,2	1,052082	3	12
Peščenjak, argilit, tuf	9,3	5,514495	2	14
Peščenjak, "glinasti skrilavec", alevrolit, konglomerat, lapor	29,1	16,05174	1	15
Psevdoziljski skladi	28,3	22,45264	1	16
Pobočni grušč	14,9	24,88381	1	17
"Glinasti skrilavec" in podrejeno druge kamnine	146,3	193,2604	1	18

Dobljene rezultate o ugodnosti posameznih litoloških enot za pojavljanje plazov je treba pred nadaljnjo uporabo pri modeliranju spremeniti v ustrezne numerične

vrednosti. Carrara (1983) predlaga razvrstitev litoloških enot na osnovi verjetnosti pojavljanja plazov, ki temelji na vrednostih relativnih odstotkov površin enot, ki so jih prizadeli plazovi. Ta pristop je močno podvržen predhodnim dognanjem. V danem primeru pomeni večja vrednost $(D-P)^2/P$ večjo verjetnost pojavljanja plazov, obenem pa je pomemben tudi predznak vrednosti " $D - P$ ". Negativni predznak " $D - P$ " pomeni manjšo verjetnost in večja ko je vrednost $(D-P)^2/P$, manjša je verjetnost pojavljanja plazov. Ordinalna razvrstitev litoloških enot po verjetnosti pojavljanja plazov je podana v stolpcu "V" v zgornji preglednici (Preglednica 4.28), večja vrednost pa pomeni večjo verjetnost pojavov plazenj. Enote piroklastitov in apnenca, peščene in laporne gline, gline in peščenjaka ter lapornega apnenca, dolomita in peščenega "skrilavca" so bile zaradi njihovih inženirskogeoloških lastnosti namenoma predstavljene v nižji del preglednice, kot nakazujejo vrednosti $(D-P)^2/P$.

Zaradi premajhnih pričakovanih (primerjalnih) vrednosti je analiza pojavljanja posameznih tipov plazov v odvisnosti od litoloških enot manj zanesljiva kot zgornja. Podana je strnjeno v spodnji preglednici (Preglednica 4.29). V stolpcih "Tip_plazu_1"–"Tip_plazu_5" so podane vrednosti $(D-P)^2/P$ za posamezne litološke enote (kritična vrednosti pri $df=1$ je $\chi^2=3,841459$). Stolpci "+" označujejo pozitivno oz. negativno povezavo med dejanskim številom in pričakovanim številom plazov ($D-P$) v litološki enoti. Pozitivna povezava predstavlja vpliv enote na pojavljanje plazov. Na dnu preglednice sta podani oceni dveh testov, najprej testa χ^2 in nato še Kolmogorov-Smirnovskega testa. Obe oceni kažeta na statistično značilni vpliv litoloških enot na pojavljanje plazov posameznega tipa.

Pri analizi fosilnih plazov (Tip plazu 1) izstopajo le tri litološke enote. Pojavljanje plazov je na nanosih rek in potokov ter na "glinastem skrilavcu" in podrejeno drugih kamnin pozitivno, pojavljanje plazov na dolomitu pa negativno značilno različno. Pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, je povezano s pojavljanjem enot "glinastega skrilavca", pobočnega grušča, psevdofiljskih skladov, peščenjaka z "glinastim skrilavcem", alevrolitom, konglomeratom in laporjem, peščenjaka z argilitom in tufom ter s pojavljanjem piroklastitov. Negativna povezava, ki pomeni manjšo verjetnost pojavljanja plazov, je opazna pri enotah apnenca in dolomita, dolomita, konglomeratnih zasipov, nanosov rek in potokov ter lapornega apnenca z dolomitom in peščenim "skrilavcem". Za ta tip plazov (Tip plazu 2) je možno trditi, da je povezan s pojavljanjem mehkejših, bolj erozivnih in plazljivih kamnin. Počasna plazenja (Tip plazu 3) se značilno pojavljajo le v dveh enotah, v "glinastem skrilavcu" in psevdofiljskih skladih. Rezultati kažejo na podobno pojavljanje počasnih plazenj kot plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, a so tu povezave slabše izražene. Trenutni zdrsi se značilno pojavljajo le v "glinastem skrilavcu", njihovo značilna odsotnost pa je povezana z enoto apnenca in dolomita. Pojavljanje tega tipa plazov (Tip plazu 5) se sklada z drugimi tipi plazov in je bolj povezano z enotami mehkejših kamnin, kar kaže na prevlado usadov nad podori.

Preglednica 4.29 – Rezultati χ^2 testa pojavljanja posameznih tipov plazov na litoloških enotah.

Litološka enota	+	Tip plazu 1	+	Tip plazu 2	+	Tip plazu 3	+	Tip plazu 5
Nanosi rek in potokov	+	7,08245897	–	16,195467	–	0,90390855	–	0,45081392

Litološka enota	+	Tip plazu 1	+	Tip plazu 2	+	Tip plazu 3	+	Tip plazu 5
Pobočni grušč	–	0,9988535	+	36,7600784	+	1,61468136	+	0,01597551
Peščena in laporna glina, glina, peščenjak	–	1,2735213	–	5,86405516	–	1,06751049	–	1,12369525
Jezerski in barjanski sedimenti	–	0,19852789	–	1,20576501	–	0,16641308	–	0,17517167
Morene, breča	–	0,83732414	–	3,28215003	–	0,70187467	–	0,73881543
Konglomeratni zasip	–	3,61553621	–	16,3689194	–	3,03066993	–	0,44402713
Fliš	–	0,59265524	–	1,87732458	–	0,49678454	–	0,5229311
Apnenec, laporni apnenec, lapor	–	0,64715308	–	3,93050337	–	0,54246658	–	0,57101744
Apnenec	–	0,33346635	–	8,82984829	–	0,15666682	–	1,55981255
“Glinasti skrilavec” in podrejeno druge kamnine	+	35,0719643	+	127,710754	+	18,3174706	+	21,2990303
Apnenec in dolomit	–	3,37694335	–	33,5209732	–	2,00978422	–	4,73779392
Dolomit	–	5,80744982	–	18,1068497	–	3,07343221	+	0,14967933
Psevdoziljski skladi	–	2,20579314	+	28,1416283	+	4,10189152	+	0,07522774
Peščenjak, argilit, tuf	–	0,3136149	+	5,24566603	+	0,20223035	+	0,14166893
Kisli in bazični piroklastiti	–	1,86017668	+	3,97589111	+	0,12457571	–	0,25059351
Piroklastiti, apnenec	–	0,815575	–	4,95341873	–	0,68364376	–	0,719625
Peščenjak, “glinasti skrilavec”, alevrolit, konglomerat, lapor	+	2,93410826	+	15,4482594	+	0,00172439	+	0,65082771
Laporni apnenec, dolomit, peščen “skrilavec”	–	3,57442236	–	13,0217314	–	0,59592736	–	1,63581157
$\Sigma \chi^2$		71,5395432		344,43927		37,7916565		35,262516
p		0,00000		0,00000		0,002636		0,005765
n		68		413		57		60
Kolmogorov-Smirnov d		0,4721257		0,5574222		0,4917336		0,4584002
Kolmogorov-Smirnov p		0,01		0,01		0,01		0,01

Za litološke enote, na območju katerih se pojavlja več plazov, je bila izvedena tudi analiza pojavov vseh plazov znotraj enot. Analiza podatkov nagibov pobočij in pojavljanja plazov, neglede na njihovo obliko, znotraj posamezne enote je prikazana v spodnji preglednici (Preglednica 4.30). V prvih dveh stolpcih sta podana zaporedna številka združene litološke enote in njen opis. Nadalje so prikazane povezanost med dejanskimi in pričakovanimi frekvencaami plazov (stolpec “+”), skupna vrednost χ^2 za porazdelitev naklonov znotraj litološke enote in stopnja tveganja p zavrnitve hipoteze enakosti porazdelitve plazov (vzorcev) z ozadjem (populacijo) ($H_0 = H_1$). Naslednja dva stolpca, “K-S d ” in “K-S stopnja tveganja (p)”, predstavljata rezultate Kolmogorov-Smirnovskega testa in oceno tveganja na podlagi K-S testa. Stolpec “Najnižji značilni razred” podaja razred z najmanjšimi nakloni, pri katerih je opaziti značilno odstopanje od pričakovanih vrednosti po testu χ^2 , zadnji stolpec “Najznačilnejši razred” pa podaja razred, v katerem je značilno odstopanje največje. Spodnja meja najnižjega značilnega razreda predstavlja kritični kot pojavljanja plazov na posamezni litološki enoti. Pozitivni znak v stolpcu “+” pomeni pozitivno povezanost pojavov plazenj z obravnavano enoto, negativni znak pa pomeni neugodne lastnosti enote za nastanek plazov. Korelacije pojavov vseh plazenj glede na izbrane litološke enote so prikazne na spodnjih slikah.

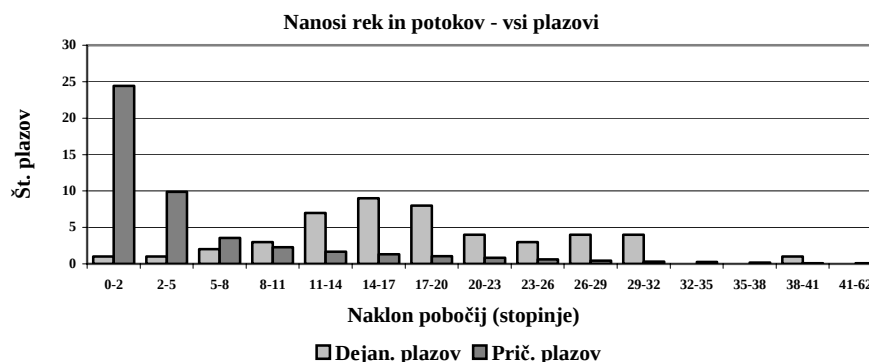
Preglednica 4.30 – Soodvisnost med plazovi, litologijo in nagibi pobočij na obravnavanem območju. Vrednosti nagibov so prikazane z razredi in podane v stopinjah.

#	Litološka enota	+	Dej. plazov	χ^2	Stopnja tveganja (p)	K-S d	K-S stopnja tveganja (p)	Najnižji značilni razred	Najznačilnejši razred
5	Nanosi rek in potokov	–	47	241,584	<0,0000	0,65955	0,01	11°–14°	14°–17°

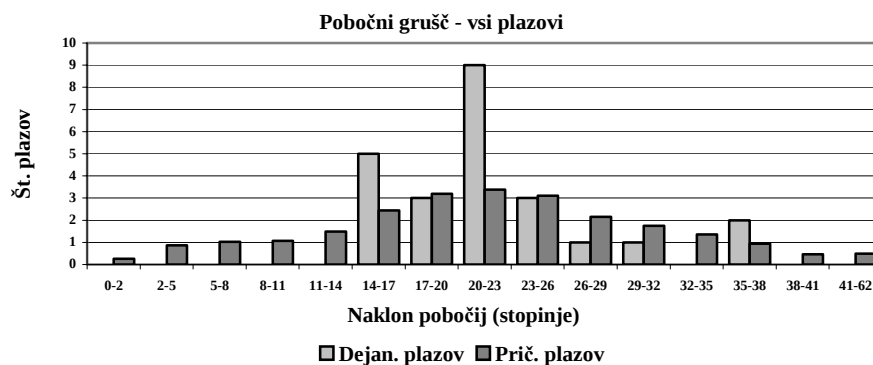
#	Litološka enota	+	Dej. plazov	χ^2	Stopnja tveganja (p)	K-S d	K-S stopnja tveganja (p)	Najnižji značilni razred	Najznačilnejši razred
17	Pobočni grušč	+	24	21,1664	<0,09752	0,2581	0,1	14°–17°	20°–23°
18	“Glinasti skrilavec” in podrejeno druge kamnine	+	257	7,54275	<0,9117	0,056583	n.s.	14°–17°	14°–17°
1	Apnenec in dolomit	–	33	15,6048	<0,33815	0,20366	0,15	17°–20°	17°–20°
2	Dolomit	–	17	8,23797	<0,87653	0,18676	n.s.	17°–20°	17°–20°
16	Psevdoziljski skladi	+	64	10,4424	<0,72915	0,1275	n.s.	14°–17°	17°–20°
14	Peščenjak, argilit, tuf	+	25	4,60879	<0,99054	0,16872	n.s.	14°–17°	14°–17°
12	Kisli in bazični piroklastiti	+	21	17,3986	<0,23562	0,26015	0,1	23°–26°	23°–26°
15	Peščenjak, “glinasti skrilavec”, alevrolit, konglomerat, lapor	+	82	16,9734	<0,25766	0,19937	0,01	17°–20°	26°–29°
7	Laporni apnenec, dolomit, peščen “skrilavec”	–	30	10,2362	<0,74469	0,18233	n.s.	17°–20°	29°–32°

Na območju enote, ki predstavlja nanose rek in potokov, se začnejo plazovi značilno pojavljati pri 11°, najznačilnejši razred pa je razred z nakloni med 14° in 17° (Slika 4.34). Zanesljivost te trditve je $p = 0,0000$. Tudi tu je bila za kritični naklon privzeta spodnja meja signifikativnega razreda (poglavje 4.4.1). V enoti pobočnega grušča se pričnejo plazovi pojavljati pri 14°, najznačilnejši razred pa se nahaja v območju 20°–23° (Slika 4.35), kar kaže na dejstvo, da se v sicer nevezanem materialu – grušču plazovi pojavljajo, a pri višjih naklonih. Tveganje te trditve je nekoliko višje in se približa 10 %. Porazdelitev “glinastih skrilavcev” in podrejeno drugih kamnin je neznačilno različna od pričakovanih vrednosti ($p \approx 90\%$) (Slika 4.36). Podobno lahko trdim tudi za druge enote – dolomit (Slika 4.38), psevdofilski skladi (Slika 4.39), peščenjak, argilit, tuf (Slika 4.40), laporni apnenec, dolomit, peščen “skrilavec” (Slika 4.43), apnenec in dolomit (Slika 4.37), peščenjak, “glinasti skrilavec”, alevrolit, konglomerat, lapor (Slika 4.42) ter kisli in bazični piroklastiti (Slika 4.41). Tveganje napake zavrnitve ničelne hipoteze je pri zadnjih treh naštetih enotah manjše ($p < 33\%$), a še vedno preveliko za zahteve, postavljene na začetku četrtega poglavja. Pri enoti kisli in bazični piroklastiti je najznačilnejši razred pri stopnji prostosti 1 značilno različen od pričakovane vrednosti. Tako je možno trditi, da so nakloni med 23° in 26° statistično pomembni za pojavljanje plazov v kislih in bazičnih piroklastitih.

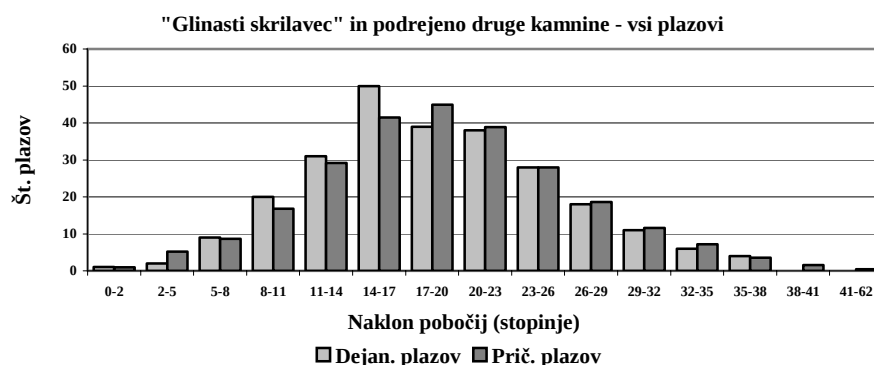
Podobnost (neznačilno različnost) porazdelitve vzorcev s porazdelitvijo populacije je možno tolmačiti kot posledico velikega vpliva inženirskogeoloških lastnosti litološke enote na oblikovanje površja na lokacijah, kjer se ta pojavlja.



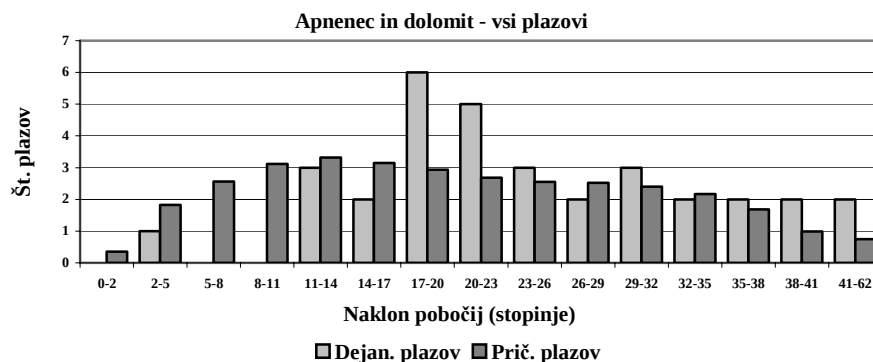
Slika 4.34 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote nanosi rek in potokov.



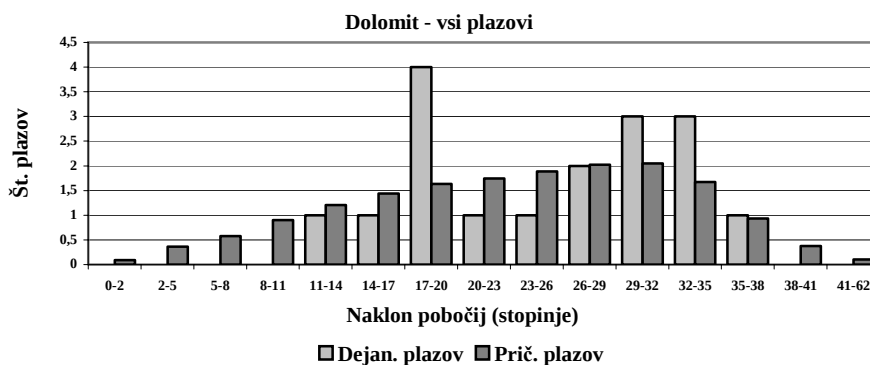
Slika 4.35 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote pobočni grušč.



Slika 4.36 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote "glinasti skrilavec" in podrejeno druge kamnine.



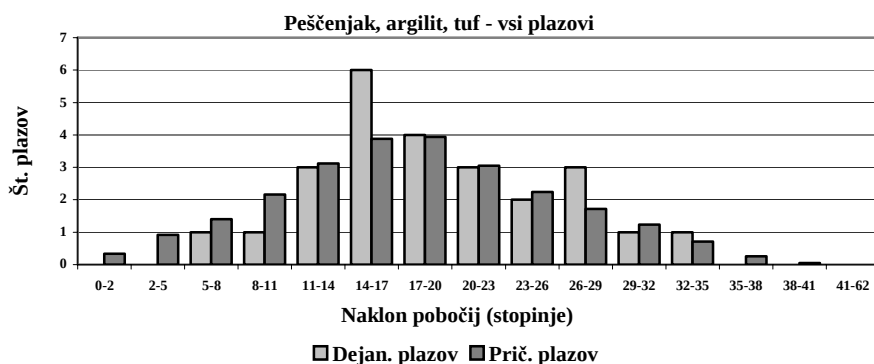
Slika 4.37 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote apnenec in dolomit.



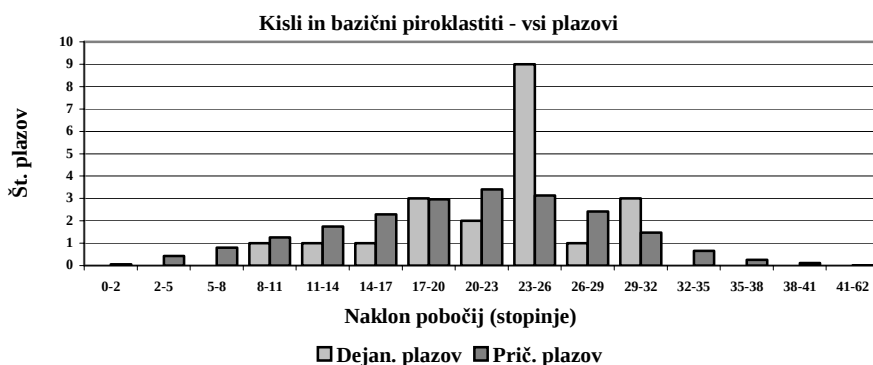
Slika 4.38 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote dolomit.



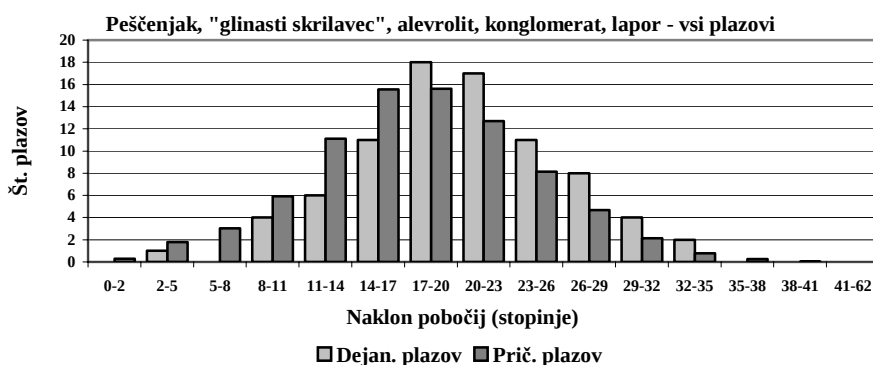
Slika 4.39 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote psevdoziljski skladi.



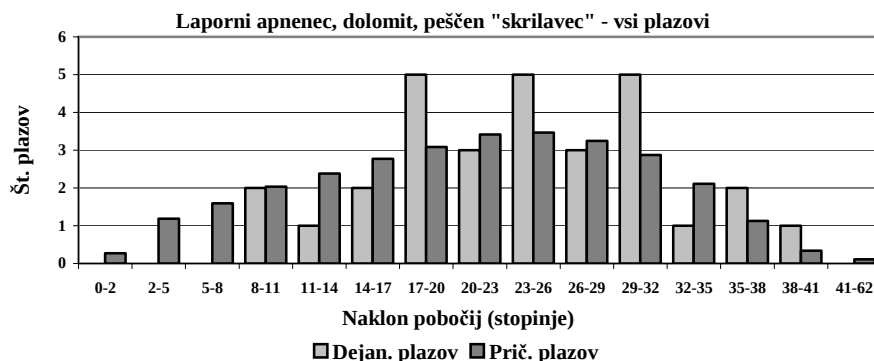
Slika 4.40 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote peščenjak, argilit, tuf.



Slika 4.41 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote kisli in bazični piroklastiti.



Slika 4.42 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote peščenjak, "glinasti skrilavec", alevrolit, konglomerat, lapor.



Slika 4.43 – Korelacija pojavov vseh plazenj in litološke enote laporni apnenec, dolomit, peščen “skrilavec”.

Podatkov, ki opisujejo spremenljivko litološke enote, ni možno testirati še s Studentovim t testom zaradi neparametričnosti spremenljivke. Iz zgoraj podanih rezultatov je možno sklepati, da je iz razpoložljivih podatkov nemogoče zagotovo oz. s sprejemljivo stopnjo tveganja določiti kritične kote pojavljanja plazov na osnovi litoloških enot. S χ^2 testom so bile ločene litološke enote na ugodnejše za plazove in tiste, na območju katerih so plazovi redkejši od pričakovanj.

4.5.2. Geološke meje

Pojavljanje plazov v odvisnosti od prisotnosti geoloških mej, predvsem stikov med bolj in manj prepustnimi plastmi sta dokazala Schulz, (1980) in Wisher (1998), ki povezujeta pojavljanje plazov na stikih s povečano prisotnostjo podtalnice oz. izvirov. Na stiku dveh litostratigrafskih členov so možni naslednji pojavi: nezveznost, postopni prehodi med členoma, opazne razlike v erozivnosti in plazljivosti, različne geomehanske lastnosti kamnin so ob potresnih sunkih vzrok nastanka razlik v seizmičnem prirastku na stiku členov¹⁸, spreminjanje debeline plasti¹⁹ kamnin povzroči interferenco²⁰ seizmičnih valov, na stiku prepustne kamnine s spodaj ležečo neprepustno kamnino so možni pojavi koncentracije podzemne vode in s tem večja možnost pojavov plazenj. Vse našteje razmere so bile vzrok odločitvi o vključiti podatkov o oddaljenosti od geoloških mej v analize pojavljanja plazov. Med geološke meje so bile uvrščene meje, ki so samo litološke meje, ne pa tudi prelomne ali narivne linije, saj bi v nasprotnem primeru prišlo do prekrivanja vplivov analiziranih dejavnikov. Prelomne in narivne linije so bile razvrščene v podatkovni sloj strukturni elementi in so obravnavane v naslednjem podpoglavju.

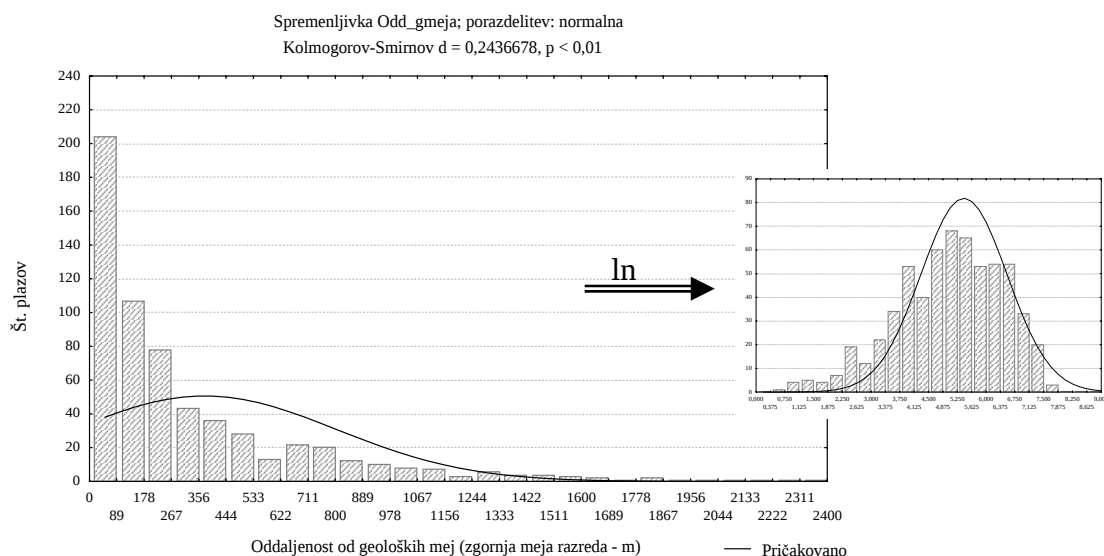
Osnovna statistika spremenljivke “Odd_gmeja” je prikazana v spodnji preglednici (Preglednica 4.31). Že ti podatki nakazujejo, da porazdelitev ni običajna, spodnja slika

¹⁸ Na stiku dveh kamnin z različnima seizmičnima občutljivostima prihaja do razlik v prirastku seizmičnosti, kar pripelje do različnih deformacij kamnin in možnega nastanka območij porušeni kamnin (Ribičič, 2002).

¹⁹ Zmanjševanje debeline plasti do izklinjanja je neposredno povezano s pojavom geoloških mej.

²⁰ Interferenca – ojačanje seizmičnih valov.

(Slika 4.44) pa to še dodatno potrdi. Pri podatkih o oddaljenosti od geoloških mej se pokaže potreba po logaritmiranju podatkov.



Slika 4.44 – Porazdelitev vrednosti oddaljenosti od geoloških mej.

Preglednica 4.31 – Osnovna statistika spremenljivke “Odd_gmeja”.

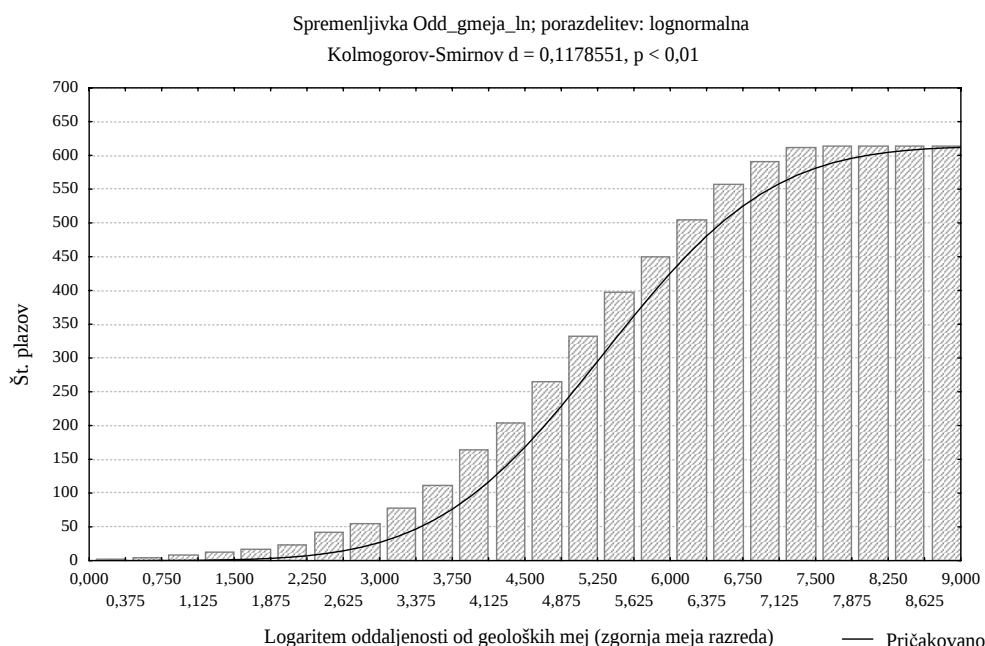
	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s
Vrednosti oddaljenosti od geoloških mej na lokacijah plazov (vzorec)	0,27 m	2114,27 m	311,42 m	364,46 m
Vrednosti oddaljenosti ozadja od geoloških mej (populacija)	0 m	3898,1 m	375,1 m	429,7 m

Slika 4.45 prikazuje porazdelitev logaritmiranih podatkov oddaljenosti lokacij plazov od geoloških mej. Opaziti je, da so do vrednosti 4,125 (oddaljenost ≈ 62 m) frekvence pojavljanja plazov večje od pričakovanih vrednosti. Kolmogorov-Smirnov test pokaže, da je za pojavljanje plazov z 99 % verjetnostjo značilna bližina geoloških mej ($p < 0,01$; $d = 0,1178551$). Studentov t test (Preglednica 4.54) potrdi vpliv spremenljivke na pojavljanje plazov. Zelo verjetno je, da bližina geoloških mej značilno vpliva na pojavljanje plazov.

Logaritmirane vrednosti oddaljenosti terena od geoloških mej so bile razdeljene v 9 razredov (Preglednica 4.32), kjer je mejna vrednost prvega razreda 1,609 identična oddaljenosti 2,5 metra ($e^{1,609} = 5$)²¹. Analiza s χ^2 testom pokaže očiten vpliv oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje plazov ($\chi^2 = 73,79374$; $p < 0,0000$). Tudi tu se pokaže povečano pojavljanje plazov do petega razreda (oddaljenost ≈ 55 –150 m),

²¹ Prvi razred pri logaritmiranih podatkih je predstavljal problem. Najmanjša možna oddaljenost je 0 metrov, kar je nemogoče izraziti z logaritmom. Mejna razdalja (5 metrov oz. 2,5 metra na vsako stran od entitete) je bila pogojena z velikostjo osnovne celice (piksela) za namen analize oddaljenosti. Velikost celice bi bila lahko zmanjšana do te mere, da bi bile zajete vse oddaljenosti razen nične, a spominska zmogljivost računalnika tega ne dopušča. Kompromisno je bile določena velikost celice na 5 metrov, kjer pas znotraj 2,5-metrške oddaljenosti od entitete predstavlja le 0,88 % celotne površine ozemlja.

največjo razliko med pričakovanimi in dejanskimi vrednostmi pojavov pa je, tako kot pri K-S testu, opaziti v četrtem razredu (Preglednica 4.33). Z oddaljenostjo od geoloških mej dejanske vrednosti padajo in so pod pričakovanimi (Slika 4.46).



Slika 4.45 – Kumulativna krivulja logaritmiranih podatkov o oddaljenosti lokacij plazov od geoloških mej. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,502932$, $\delta^2 = 1,83727$).

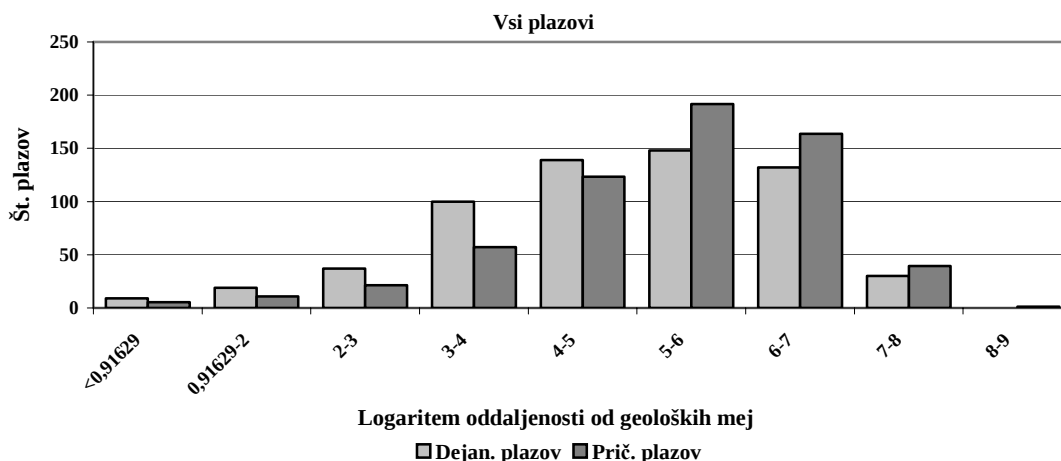
Preglednica 4.32 – Logaritmirane vrednosti spremenljivke “Odd_gmej” in razdelitev v razrede.

	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s	
Logaritmirane vrednosti oddaljenosti od geoloških mej na lokacijah plazov (vzorec)	-1,309	7,65646	4,9877	1,406434	
Logaritmirane vrednosti oddaljenosti ozadja od geoloških mej (populacija)	-	8,69007	5,502932	1,355461	
Razred	Oznaka	Razred	Oznaka	Razred	Oznaka
< 0,91629	1	3-4	4	6-7	7
0,91629-2	2	4-5	5	7-8	8
2-3	3	5-6	6	8-9	9

Preglednica 4.33 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – “Odd_gmej_ln”					
$\chi^2 = 73,79374$		df = 8		p < 0,0000	
Razred	Razdalja (m)	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
< 0,91629	< 2,5	9	5,4	3,6	2,381002
0,91629–2	2,5–7,4	19	10,8	8,2	6,189597
2–3	7,4–20,1	37	21,4	15,6	11,37655
3–4	20,1–54,6	100	57,1	42,9	32,30074
4–5	54,6–148,4	139	123,4	15,6	1,97292
5–6	148,4–403,4	148	191,6	-43,6	9,930461

Vsi plazovi – “Odd_gmej_ln”					
$\chi^2 = 73,79374$		df = 8		p < 0,0000	
Razred	Razdalja (m)	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
6–7	403,4–1096,6	132	163,5	–31,5	6,091248
7–8	1096,6–2981	30	39,4	–9,4	2,253915
8–9	2981–8103,1	0	1,3	–1,3	1,2973
Σ		614	614	0	73,79374

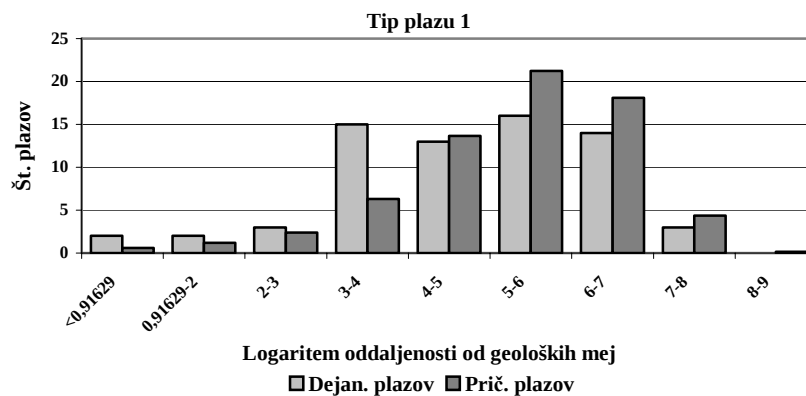


Slika 4.46 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na oddaljenost od geoloških mej.

Analiza pojavljanja fosilnih plazov (Tip plazov 1) s χ^2 testom pokaže, da se ti plazovi značilno pojavljajo znotraj prvega ($p < 0,07$) in četrtega razreda ($p < 0,0005$). Z 1,6 % tveganjem lahko trdim ($\chi^2 = 18,72323$; $p < 0,016434$), da oddaljenost od geoloških mej vpliva na pojavljanje fosilnih plazov (Preglednica 4.34 in Slika 4.47). Kolmogorov-Smirnov test prav tako pokaže na značilen vpliv spremenljivke na pojav tega tipa plazov ($d = 0,2282615$, $p < 0,01$). Porazdelitev plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plazov 2), je značilno različna od predvidene v razredih 2–4 (Preglednica 4.35 in Slika 4.48), znotraj katerih je opazno povečano pojavljanje plazov, ter 6 in 7, v katerih je opazno zmanjšano pojavljanje plazov. Največja razlika je opazna v četrtem razredu (oddaljenost $\approx 20 - 55$ m). Vrednost χ^2 testa je 44,16205, stopnja tveganja pa je temu primerno majhna ($p < 0,000001$), vrednosti Kolmogorov-Smirnovega testa so ($d = 0,1091931$, $p < 0,01$). Tudi frekvence pojavljanja plazov tipa počasno plazenje (Tip plazov 3) so značilno različne od pričakovanih ($\chi^2 = 24,19351$; $p < 0,002132$; Kolmogorov-Smirnov $d = 0,1831990$, $p < 0,05$). Največji pozitivni vpliv na pojavljanje plazov kažejo razredi 1–3 (Preglednica 4.36 in Slika 4.49). Na podlagi rezultatov testa χ^2 vpliv bližine geološke meje ni značilen le za trenutne zdrse (Tip plazov 5), oz. o vplivu spremenljivke na pojav trenutnih zdrsov je možno govoriti le z velikim tveganjem ($\chi^2 = 9,183481$; $p < 0,327$) (Preglednica 4.37 in Slika 4.50). Rezultati Kolmogorov-Smirnovega testa pa kažejo na vpliv bližine geoloških mej tudi na zadnji tip plazov ($d = 0,1964975$, $p < 0,05$).

Preglednica 4.34 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje fosilnih plazov.

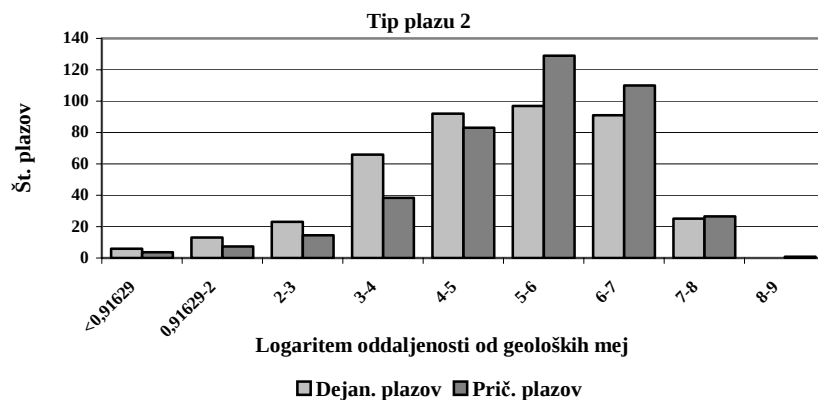
Tip plazu 1				
$\chi^2 = 18,72323$ $df = 8$ $p < 0,016434$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	2	0,6	1,4	3,274435
0,91629–2	2	1,2	0,8	0,536869
2–3	3	2,4	0,6	0,167603
3–4	15	6,3	8,7	11,92097
4–5	13	13,6	–0,6	0,032468
5–6	16	21,2	–5,2	1,284955
6–7	14	18,1	–4,1	0,934611
7–8	3	4,3	–1,3	0,42764
8–9	0	0,1	–0,1	0,143675
Σ	68	68	0	18,72323



Slika 4.47 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na oddaljenost od geoloških mej.

Preglednica 4.35 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.

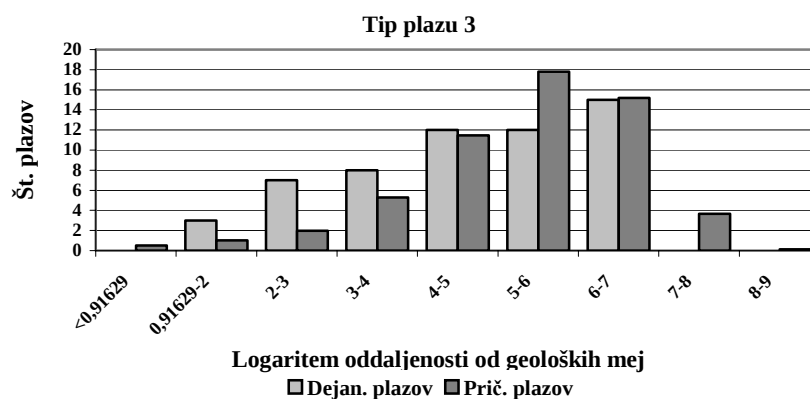
Tip plazu 2				
$\chi^2 = 44,16205$ $df = 8$ $p < 0,000001$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	6	3,6	2,4	1,531041
0,91629–2	13	7,3	5,7	4,502638
2–3	23	14,4	8,6	5,147117
3–4	66	38,4	27,6	19,86665
4–5	92	83,0	9,0	0,97554
5–6	97	128,9	–31,9	7,8913
6–7	91	110,0	–19,0	3,288039
7–8	25	26,5	–1,5	0,087117
8–9	0	0,9	–0,9	0,872614
Σ	413	413	0	44,16205



Slika 4.48 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na oddaljenost od geoloških mej.

Preglednica 4.36 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje počasnih plazenj.

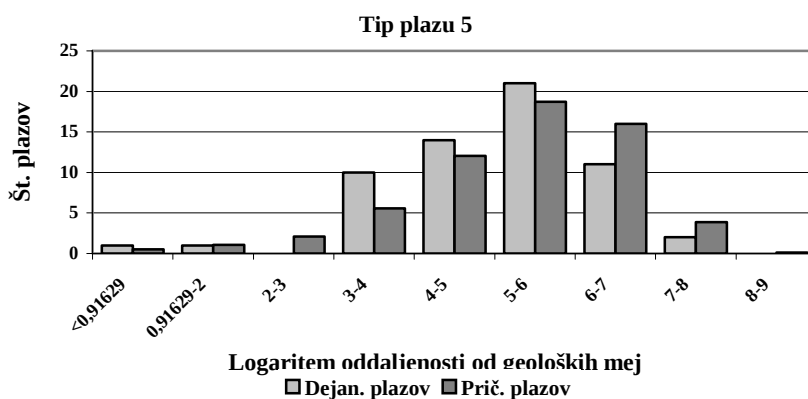
Tip plazov 3				
$\chi^2 = 24,19351$		df = 8		p < 0,002132
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	0	0,5	-0,5	0,502298
0,91629-2	3	1,0	2,0	3,966403
2-3	7	2,0	5,0	12,65379
3-4	8	5,3	2,7	1,378414
4-5	12	11,5	0,5	0,025888
5-6	12	17,8	-5,8	1,883908
6-7	15	15,2	-0,2	0,002237
7-8	0	3,7	-3,7	3,660143
8-9	0	0,1	-0,1	0,120433
Σ	57	57	0	24,19351



Slika 4.49 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na oddaljenost od geoloških mej.

Preglednica 4.37 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od geoloških mej na pojavljanje trenutnih zdrsov.

Tip plazov 5				
$\chi^2 = 9,183481$		df = 8		p < 0,327092
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	1	0,5	0,5	0,420042
0,91629-2	1	1,1	-0,1	0,003081
2-3	0	2,1	-2,1	2,09098
3-4	10	5,6	4,4	3,508835
4-5	14	12,1	1,9	0,312649
5-6	21	18,7	2,3	0,276325
6-7	11	16,0	-5,0	1,553803
7-8	2	3,9	-1,9	0,890993
8-9	0	0,1	-0,1	0,126772
Σ	60	60	2,78E-15	9,183481



Slika 4.50 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na oddaljenost od geoloških mej.

Na začetku podpoglavja je bila omenjena možnosti vpliva geoloških mej na pojavljanje plazov. Katera od naštetih situacij ali interakcija med njimi ima dejanski vpliv, je težko dokazati na primeru regionalnih podatkov, kot so bile uporabljene v tej raziskavi. Dejstvo, da prisotnost geoloških mej vpliva na pojave plazov kot celoto in na posamezne tipe, kljub temu ostaja.

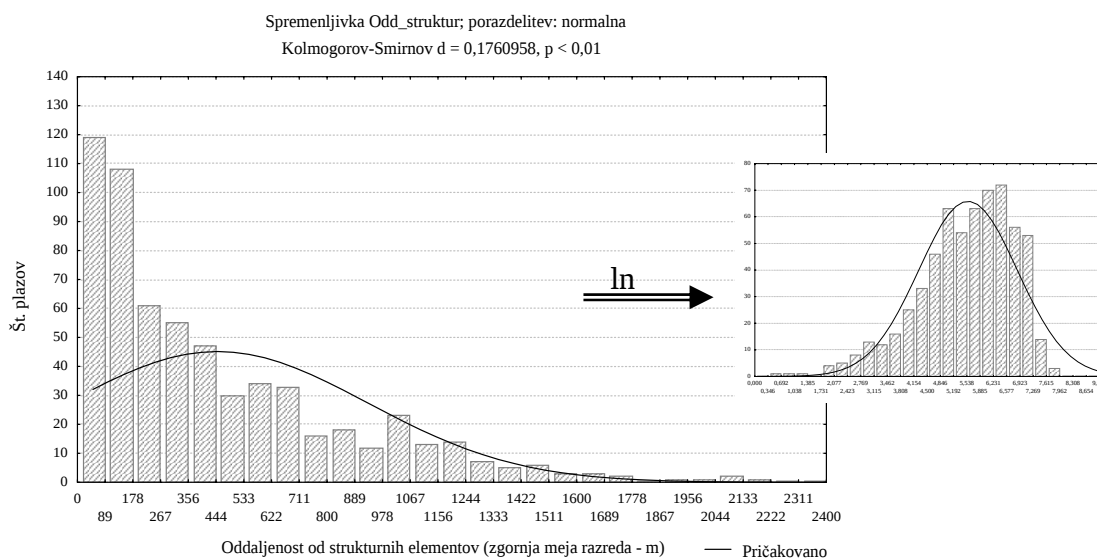
4.5.3. Strukturni elementi

Bližina strukturnih elementov potencialno vpliva na pojavljanje plazov, bodisi s povzročitvijo večje porušenosti in razpokanosti okoliških kamnin bodisi z lažjim razširjanjem seizmičnih valov vzdolž elementov. Med strukturne elemente na obravnavanem območju so bile uvrščene prelomne linije, prelomne cone, naravnice in naravnice lusk. Podatki so bili zajeti z Osnovne geološke karte SFRJ merila 1 : 100.000. Tako kot pri obravnavanju spremenljivke “Oddaljenost od geoloških mej” (podpoglavje 4.5.2) so bili tudi podatki o oddaljenosti lokacij od strukturnih elementov logaritmirani (Slika 4.51). Osnovna statistika spremenljivke “Odd_struktur” in

logaritmirane vrednosti “Odd_struktur_ln” so prikazane v spodnji preglednici (Preglednica 4.38).

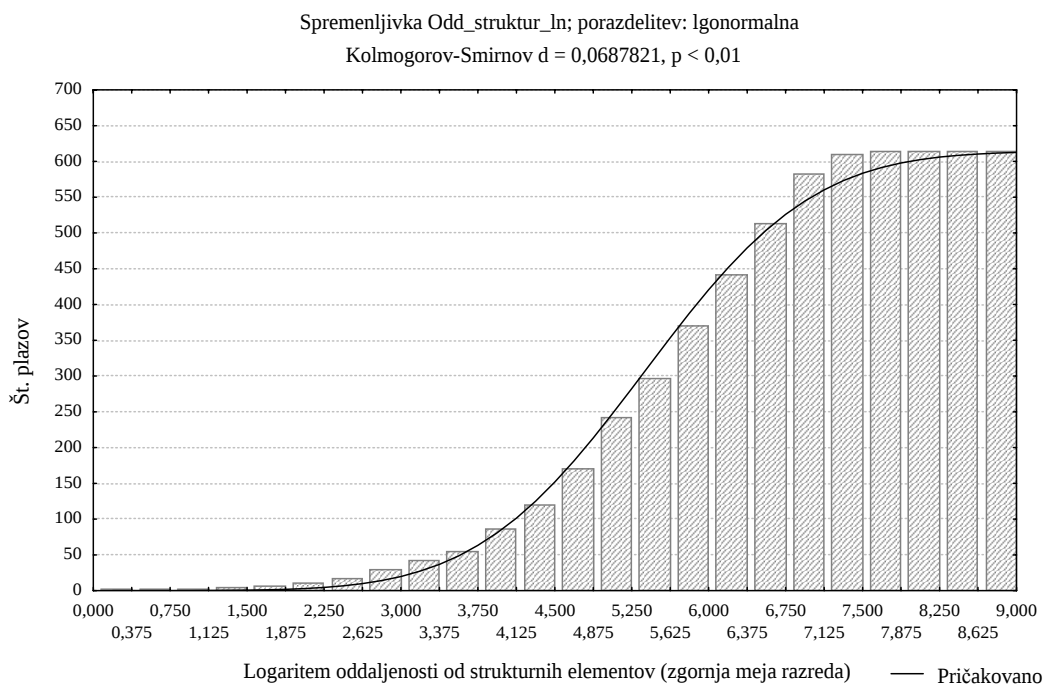
Preglednica 4.38 – Osnovna statistika spremenljivke “Odd_struktur” in logaritmirane vrednosti.

	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s	
Vrednosti oddaljenosti od strukturnih elementov na lokacijah plazov (vzorec)	0,27 m	2114,27 m	311,42 m	364,46 m	
Vrednosti oddaljenosti ozadja od strukturnih elementov (populacija)	0 m	3898,156 m	375,11 m	429,71 m	
Logaritmirane vrednosti oddaljenosti od strukturnih elementov na lokacijah plazov (vzorec)	−2,5474	7,6689	5,4870	1,28812	
Logaritmirane vrednosti oddaljenosti ozadja od strukturnih elementov (populacija)	1,609438	8,426634	5,566442	1,241427	
Razred	Oznaka	Razred	Oznaka	Razred	Oznaka
< 0,91629	1	3–4	4	6–7	7
0,91629–2	2	4–5	5	7–8	8
2–3	3	5–6	6	8–9	9



Slika 4.51 – Porazdelitev vrednosti oddaljenosti od strukturnih elementov.

Logaritmirane vrednosti oddaljenosti terena od strukturnih elementov so bile enako kot v primeru geoloških mej (podpoglavje 4.5.2) razdeljene v 9 razredov (Preglednica 4.38). Kolmogorov-Smirnov test pokaže (Slika 4.52), da je bližina strukturnih elementov z 99 % verjetnostjo značilna za pojavljanje plazov ($p < 0,01$; $d = 0,0687821$). Razdalja, do katere se še značilno pojavljajo plazovi, je 25 metrov (vrednost 3,2). Ker je ta podatek (rezultat) glede na merilo podatkov preveč natančen, je pravlinejša trditev, da obstaja splošna povezava med plazovi in strukturnimi elementi. Drugo območje počanega pojavljanja plazov se nahaja med vrednostima 6 in 7 (razdalja $\approx$ med 400 in 1100 metri). Rezultat Studentovega t testa (Preglednica 4.54) trdi drugače in kaže na nepomembni vpliv spremenljivke na pojavljanje plazov.

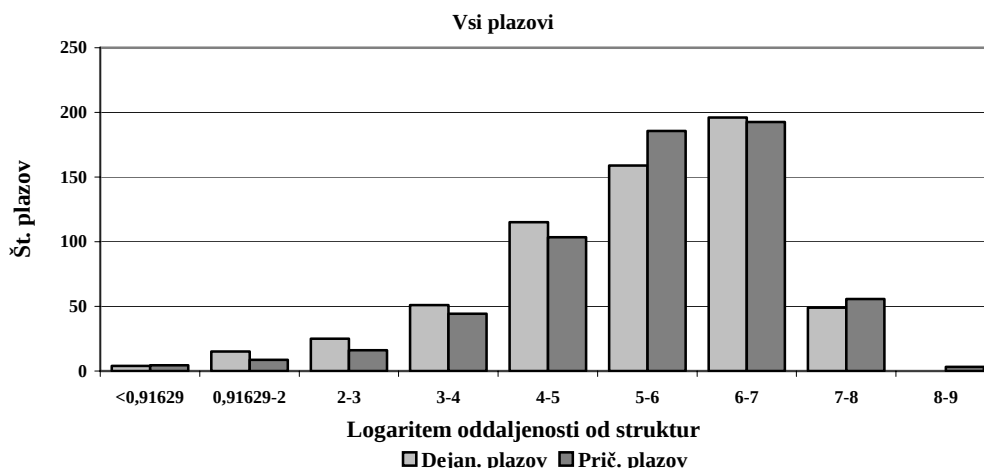


Slika 4.52 – Kumulativna krivulja logaritmiranih podatkov o oddaljenosti lokacij plazov od strukturnih elementov. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,566442$; $\delta^2 = 1,6593$).

Tudi χ^2 test pokaže vpliv oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje plazov ($\chi^2 = 19,77309$; $p < 0,011247$) in tako kot pri K-S testu so tudi tu povečane frekvence plazov do oddaljenosti okoli 20 metrov (razreda 2 in 3). Pri višjih razredih je opaziti, da značilno različne povezave ni (razredi 4, 5, 7 in 8) oz. je ta negativna (razreda 6 in 9). Iz navedenega je možno sklepati, da bližina strukturnih elementov značilno vpliva na pojavljanje plazov (Preglednica 4.39 in Slika 4.53).

Preglednica 4.39 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – “Odd_struktur_ln”					
$\chi^2 = 19,77309$		df = 8		p < 0,011247	
Razred	Razdalja (m)	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	< 2,5	4	4,4	-0,4	0,032606
0,91629–2	2,5 – 7,4	15	8,7	6,3	4,575209
2–3	7,4–20,1	25	16,0	9,0	4,995734
3–4	20,1–54,6	51	44,2	6,8	1,036683
4–5	54,6–148,4	115	103,5	11,5	1,27697
5–6	148,4–403,4	159	185,7	-26,7	3,842568
6–7	403,4–1096,6	196	192,6	3,4	0,058941
7–8	1096,6–2981	49	55,6	-6,6	0,793615
8–9	2981–8103,1	0	3,2	-3,2	3,160762
Σ		614	614	0	19,77309



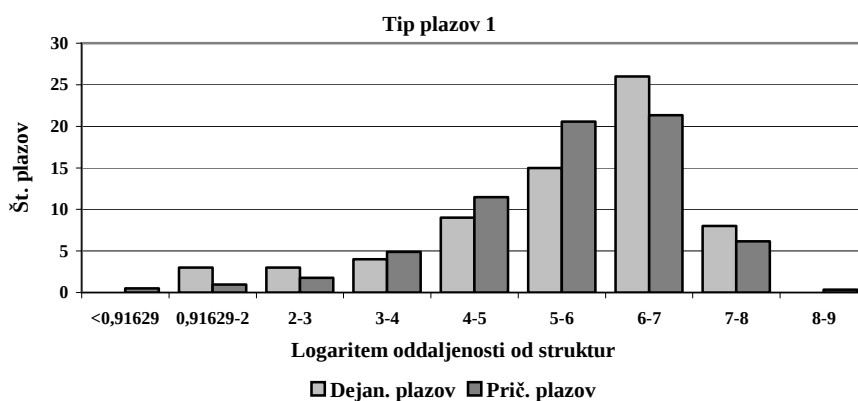
Slika 4.53 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na oddaljenost od strukturnih elementov.

Čeprav je pri obravnavi vseh plazov mogoče govoriti o vplivu spremenljivke “Odd_struktur_ln”, pa je ta vpliv slabo izražen pri posameznih tipih plazov. Analiza pojavljanja fosilnih plazov (Tip plaz 1) s χ^2 testom pokaže, da spremenljivka oddaljenosti od strukturnih elementov nima značilnega vpliva na njihovo pojavljanje (Preglednica 4.40 in Slika 4.54). O vplivu bi bilo možno trditi (le) z 28 % tveganjem ($\chi^2 = 9,756558$; $p < 0,282572$). Analiza s Kolmogorov-Smirnovim testom pokaže na značilni, a negativni vpliv ($d = 0,1687527$, $p < 0,05$), kar pomeni večanje frekvence fosilnih plazov z oddaljevanjem od strukturnih elementov. Tudi na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plaz 2), obravnavana spremenljivka, analizirana s testom χ^2 , ne vpliva bistveno oz. značilno ($\chi^2 = 10,11664$; $p < 0,256979$). Največja razlika je opazna v drugem razredu (Preglednica 4.41 in Slika 4.55). Rezultati Kolmogorov-Smirnovega testa kažejo na značilni vpliv spremenljivke na pojav plazov, ki se gibljejo s prekinitvami ($d = 0,0708459$, $p < 0,05$). Število pojavov je največje na območjih, ki so od strukturnih elementov oddaljena med 150 in 1100 metri. Pojavljanje počasnih plazenj (Tip plaz 3) je po rezultatih obeh testov skoraj popolnoma neodvisno od obravnavane spremenljivke ($\chi^2 = 3,86275$; $p < 0,869278$; Kolmogorov-Smirnov $d = 0,0949945$, $p = \text{n.s.}$). Nekaj odvisnosti se pokaže v tretjem razredu (Preglednica 4.42 in Slika 4.56). Pri porazdelitvi trenutnih zdrsov (Tip plaz 5) kaže test χ^2 na manj izraženo odvisnost plazov od spremenljivke ($\chi^2 = 14,60392$; $p < 0,067363$), a tej trditvi nasprotujejo rezultati Kolmogorov-Smirnovega testa ($d = 0,1087345$, $p = \text{n.s.}$). Nekoliko močnejša pozitivna odvisnost pojavov od spremenljivke se kaže v tretjem in četrtem razredu (Preglednica 4.43 in Slika 4.57).

Preglednica 4.40 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje fosilnih plazov.

Tip plaz 1				
$\chi^2 = 9,756558$		df = 8		$p < 0,282572$
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	0	0,5	–0,5	0,484839
0,91629–2	3	1,0	2,0	4,310701
2–3	3	1,8	1,2	0,841453
3–4	4	4,9	–0,9	0,164735

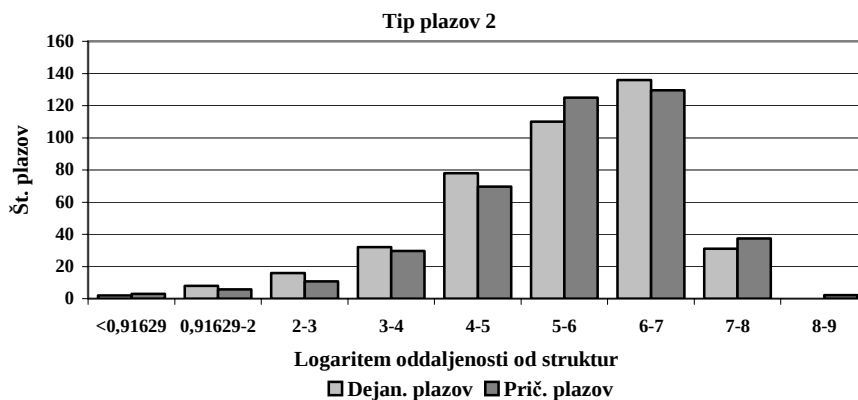
Tip plazov 1				
$\chi^2 = 9,756558$ $df = 8$ $p < 0,282572$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
4-5	9	11,5	-2,5	0,529183
5-6	15	20,6	-5,6	1,507151
6-7	26	21,3	4,7	1,020672
7-8	8	6,2	1,8	0,547772
8-9	0	0,3	-0,3	0,350052
Σ	68	68	0	9,756558



Slika 4.54 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na oddaljenost od strukturnih elementov.

Preglednica 4.41 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.

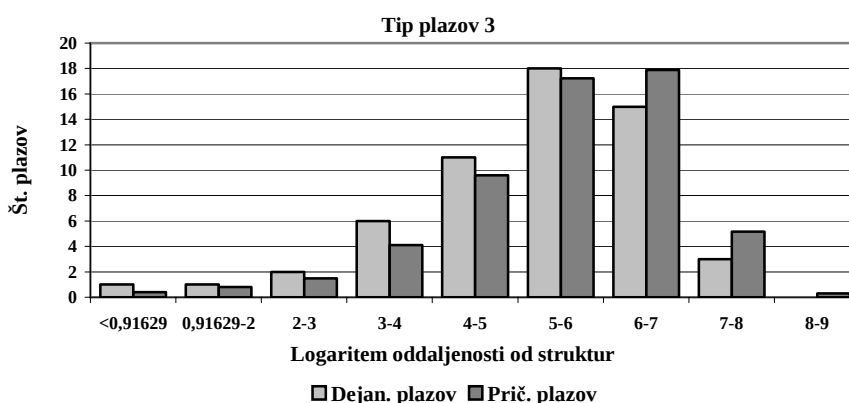
Tip plazov 2				
$\chi^2 = 10,11664$ $df = 8$ $p < 0,256979$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	2	2,9	-0,9	0,303064
0,91629-2	8	5,8	2,2	0,792367
2-3	16	10,8	5,2	2,511448
3-4	32	29,7	2,3	0,170185
4-5	78	69,6	8,4	1,008581
5-6	110	124,9	-14,9	1,781568
6-7	136	129,6	6,4	0,319028
7-8	31	37,4	-6,4	1,104347
8-9	0	2,1	-2,1	2,12605
Σ	413	413	0	10,11664



Slika 4.55 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na oddaljenost od strukturnih elementov.

Preglednica 4.42 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje počasnih plazenj.

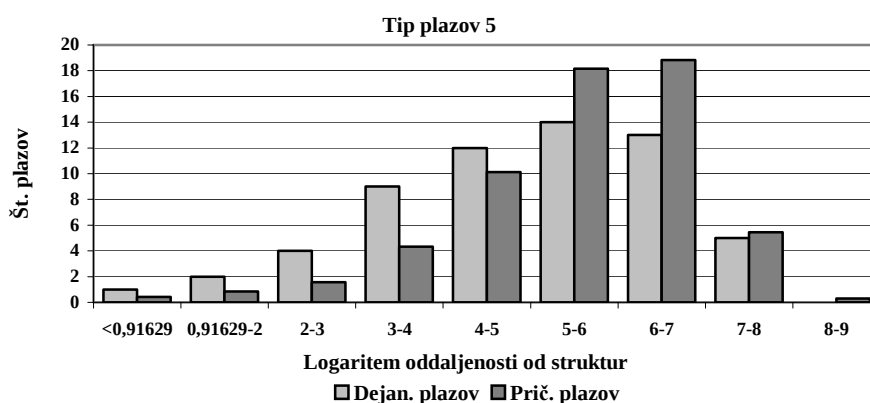
Tip plazov 3				
$\chi^2 = 3,86275$		df = 8		p < 0,869278
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	1	0,4	0,6	0,866983
0,91629-2	1	0,8	0,2	0,046138
2-3	2	1,5	0,5	0,174834
3-4	6	4,1	1,9	0,873751
4-5	11	9,6	1,4	0,201477
5-6	18	17,2	0,8	0,033457
6-7	15	17,9	-2,9	0,464672
7-8	3	5,2	-2,2	0,908012
8-9	0	0,3	-0,3	0,293426
Σ	57	57	0	3,86275



Slika 4.56 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na oddaljenost od strukturnih elementov.

Preglednica 4.43 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od strukturnih elementov na pojavljanje trenutnih zdrsov.

Tip plazov 5				
$\chi^2 = 14,60392$		df = 8		p < 0,067363
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	1	0,4	0,6	0,765345
0,91629–2	2	0,8	1,2	1,558095
2–3	4	1,6	2,4	3,771715
3–4	9	4,3	4,7	5,063262
4–5	12	10,1	1,9	0,35155
5–6	14	18,1	–4,1	0,948052
6–7	13	18,8	–5,8	1,801807
7–8	5	5,4	–0,4	0,035226
8–9	0	0,3	–0,3	0,308869
Σ	60	60	0	14,60392



Slika 4.57 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na oddaljenost od strukturnih elementov.

Pri obravnavi porazdelitve vseh plazov glede na oddaljenost od strukturnih elementov sta njihov statistično značilen vpliv ($p < 0,01$) potrdila Kolmogorov-Smirnov in χ^2 test, Studentov t test pa pokaže nekoliko nižji značilni vpliv ($p < 0,0635$). Tudi analize posameznih tipov plazenj v odvisnosti od prisotnosti strukturnih elementov s χ^2 testom kažejo na neznačilne vplive struktur na plazove. Izjema so le trenutni zdrsi, kjer je vpliv opazen, a je tveganje nad sprejemljivo mejo ($p < 0,0674$). Opazovano spremenljivko je treba tako v nadaljevanju obravnavati z določeno mero previdnosti.

4.6. Površinski tokovi na obravnavanem območju in pojavljanje plazov

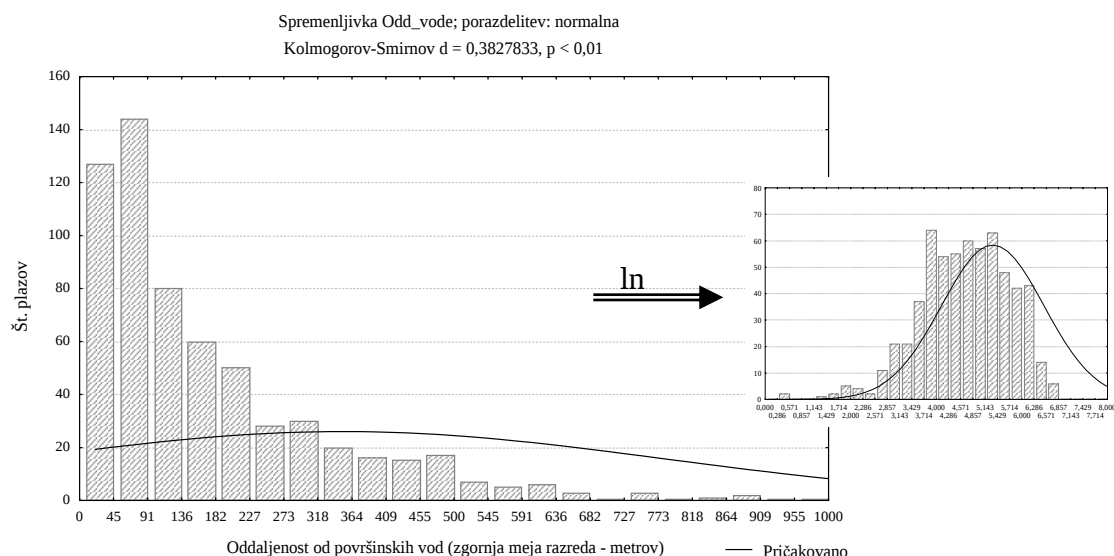
Vpliv delovanja površinskih tokov (rek in potokov) na pojavljanje plazenj so ugotavljali številni avtorji (Luzi, 1994; Resources Inventory Committee, 1997; Van Westen et al., 2000; Barredo et al., 2000; Gorsevski et al., 2000a in 2000b). Površinske vode delujejo neposredno na pojave plazenj s spodkopavanjem, posredno pa z dvigom podtalnice v

bližini tokov in posledično s pojavom sil vzgona v vznožju pobočja. Tu se bom omejil na neposredni, erozijski vpliv površinskih tokov. Podlaga za zajem podatkov o površinskih vodah je bila topografska osnova merila 1 : 50.000 (Geodetska uprava Republike Slovenije, 1994), podatke pa sem dopolnil s podatki, dobljenimi s satelitskih posnetkov Resurs-F2 MK (Sovinformsputnik, 2001b).

Pojavljanje plazov sem primerjal z njihovo oddaljenostjo od površinskih tokov. Oddaljenost od površinskega toka sem, tako kot pri prejšnjih dveh spremenljivkah oddaljenosti, logaritmiral in razdelil na devet razredov (Preglednica 4.44). Znotraj stometrskega pasu od površinskih tokov, ki pokriva 24,12 % celotne površine območja, se nahaja 47,4 % vseh plazov. Pojavljanje v stometrskem pasu se pri vseh tipih plazov giblje nad 42 %, pri plazovih, nastalih s trenutnim zdrsom, pa se odstotek poveča na 73,3 %.

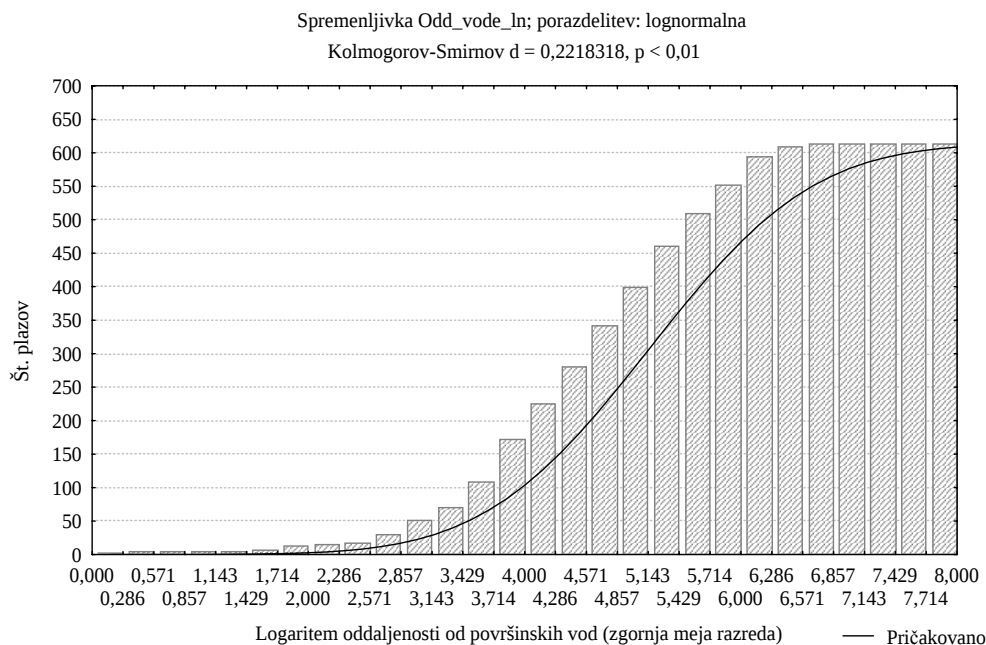
Preglednica 4.44 – Osnovna statistika spremenljivke “Odd_vode” in logaritmirane vrednosti.

	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	s	
Vrednosti oddaljenosti od površinskih tokov na lokacijah plazov (vzorec)	0,009 m	887,77 m	165,44 m	156,839 m	
Vrednosti oddaljenosti ozadja od površinskih tokov (populacija)	0 m	3419,52 m	351,845 m	427,67 m	
Logaritmirane vrednosti oddaljenosti od površinskih tokov na lokacijah plazov (vzorec)	−4,66429	6,788718	4,621361	1,15508	
Logaritmirane vrednosti oddaljenosti ozadja od površinskih tokov (populacija)	1,609438	8,141132	5,318308	1,198913	
Razred	Oznaka	Razred	Oznaka	Razred	Oznaka
< 0,91629	1	3–4	4	6–7	7
0,91629–2	2	4–5	5	7–8	8
2–3	3	5–6	6	8–9	9



Slika 4.58 – Porazdelitev vrednosti oddaljenosti od površinskih vodnih tokov.

Analiza s Kolmogorov-Smirnovim testom pokaže (Slika 4.59), da je za pojavljanje plazov z 99 % verjetnostjo značilna bližina površinskih vodnih tokov²² ($p < 0,01$; $d = 0,2218318$). Plazovi se pojavljajo pogosteje od pričakovanih frekvenc do razdalje 150 metrov (razredi od 1 do 5), z oddaljevanjem pa se njihovo pojavljanje močno zmanjša (razredi od 6 do 9) (Preglednica 4.45 in Slika 4.60). Glede na navedeno sklepam o statistični povezavi plazov in bližini površinskih vod. Studentov t test (Preglednica 4.54) kaže na gotov vpliv spremenljivke na pojavljanje plazov.

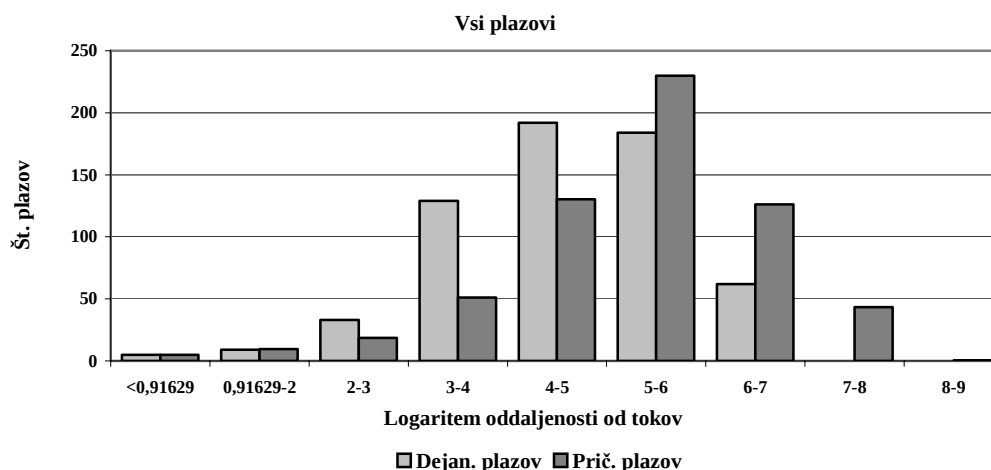


Slika 4.59 – Kumulativna krivulja logaritmiranih podatkov o oddaljenosti lokacij plazov od površinskih vod. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,318308$; $\delta^2 = 1,43739$).

Preglednica 4.45 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – “Odd_vode_In”					
$\chi^2 = 245,0803$		df = 8		p < 0,000000	
Razred	Razdalja (m)	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	< 2,5	5	4,8	0,2	0,006585
0,91629–2	2,5–7,4	9	9,6	–0,6	0,03862
2–3	7,4–20,1	33	18,6	14,4	11,13938
3–4	20,1–54,6	129	51,0	78,0	119,2179
4–5	54,6–148,4	192	130,3	61,7	29,21252
5–6	148,4–403,4	184	229,8	–45,2	9,125677
6–7	403,4–1096,6	62	126,1	–64,1	32,5786
7–8	1096,6–2981	0	43,3	–43,3	43,29201
8–9	2981–8103,1	0	0,5	–0,5	0,468968
Σ		614	614	0	245,0803

²² Rezultati se nanašajo le na površinske vodne tokove, ki so zabeleženi na TK 50.



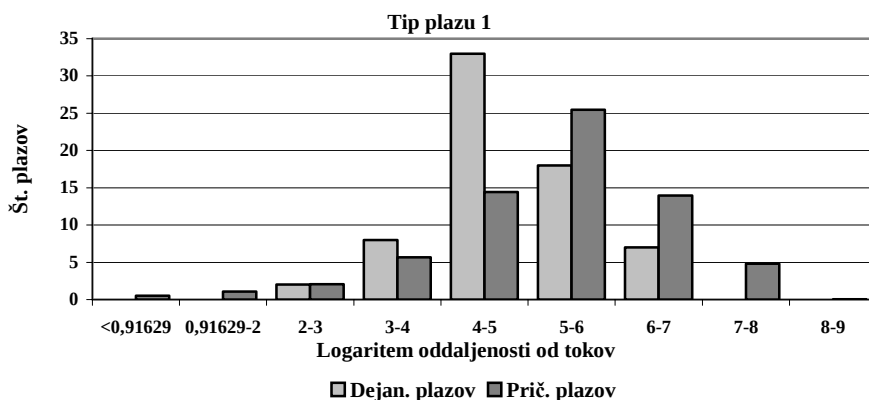
Slika 4.60 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na oddaljenost od površinskih vod.

Močan vpliv bližine površinskih vod na plazove kot celoto bi se moral odražati tudi na vzorcu pojavljanja posameznih tipov plazov. To potrdijo analize s χ^2 testom po posameznih tipih plazov. χ^2 test pojavljanja fosilnih plazov (Tip plaz 1) kaže na njihovo pogostejše pojavljanje v petem razredu (oddaljenost med 50 in 150 metri). Vrednost χ^2 (36,97189) zagotavlja majhno stopnjo tveganja trditve o prisotnosti značilnega vpliva ($p < 0,000012$) (Preglednica 4.46 in Slika 4.61) in analiza s Kolmogorov-Smirnovim testom potrdi navedeno ($d = 0,2531557$, $p < 0,01$). Omenjen vpliv je pri pojavih plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plaz 2), še močnejše izražen ($\chi^2 = 137,6407$; $p < 0,00000$; Kolmogorov-Smirnov $d = 0,2073405$, $p < 0,01$). Tu je opazno povečano pojavljanje plazov v razredih od 2 do 5, ki predstavljajo oddaljenosti do 150 metrov, najbolj pa izstopa pas v oddaljenosti od 20 do 50 metrov (Preglednica 4.47 in Slika 4.62). Največji vpliv na pojavljanje počasnih plazenj (Tip plaz 3) imajo območja, ki so od površinskih vod oddaljena od 20 do 150 metrov (Preglednica 4.48 in Slika 4.63). Rezultati obeh testov pričajo, tako kot zgoraj, o značilni odvisnosti pojavljanja počasnih plazenj od obravnavane spremenljivke ($\chi^2 = 24,50739$; $p < 0,001888$; Kolmogorov-Smirnov $d = 0,2346424$, $p < 0,01$). Za razliko od drugih treh obravnavanih tipov plazov je opazno povečano pojavljanje trenutnih zdrsov (Tip plaz 5) tudi v prvem razredu (Preglednica 4.49 in Slika 4.64), a značilneje se plazovi pojavljajo v tretjem in četrtem razredu. Pojav trenutnih zdrsov je torej značilno povezan z oddaljenostjo od površinskih vod do 50 metrov in tudi z njihovo neposredno bližino ($\chi^2 = 116,9866$; $p < 0,00000$; Kolmogorov-Smirnov $d = 0,4839512$, $p < 0,01$).

Preglednica 4.46 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje fosilnih plazov.

Tip plaz 1				
$\chi^2 = 36,97189$		df = 8		p < 0,000012
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	0	0,5	-0,5	0,534011
0,91629-2	0	1,1	-1,1	1,06421
2-3	2	2,1	-0,1	0,001771
3-4	8	5,6	2,4	0,977662
4-5	33	14,4	18,6	23,89363

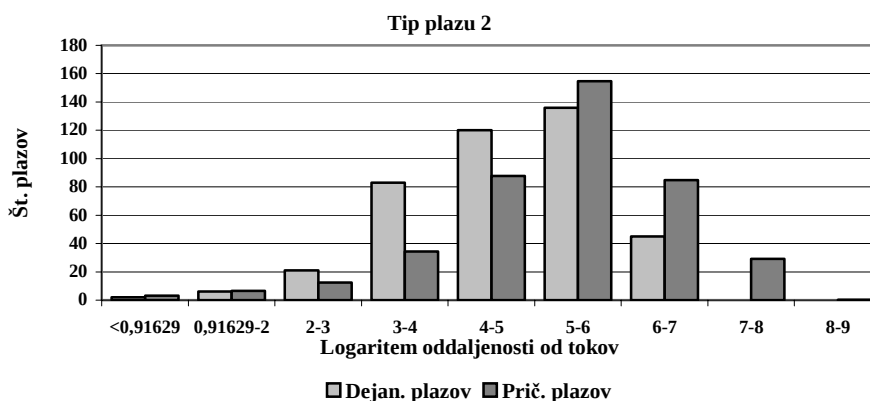
Tip plazov 1				
$\chi^2 = 36,97189$ $df = 8$ $p < 0,000012$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
5–6	18	25,4	–7,4	2,180551
6–7	7	13,9	–6,9	3,473563
7–8	0	4,8	–4,8	4,794555
8–9	0	0,1	–0,1	0,051938
Σ	68	68	0	36,97189



Slika 4.61 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na oddaljenost površinskih vod.

Preglednica 4.47 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami.

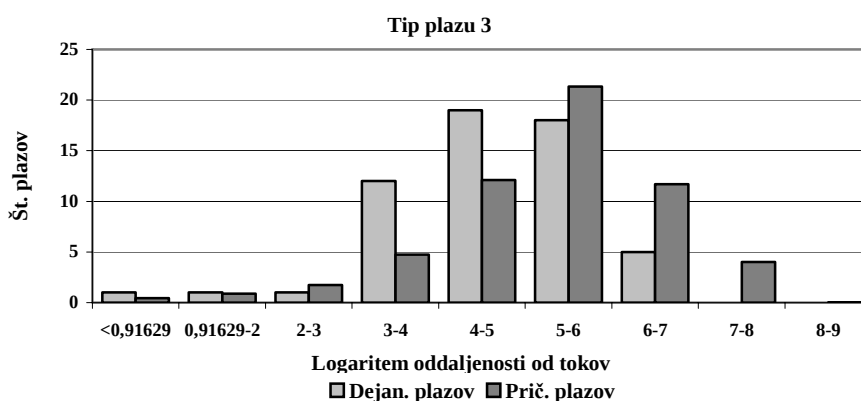
Tip plazov 2				
$\chi^2 = 137,6407$ $df = 8$ $p < 0,00000$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	2	3,2	–1,2	0,476633
0,91629–2	6	6,5	–0,5	0,033239
2–3	21	12,5	8,5	5,754719
3–4	83	34,3	48,7	69,07724
4–5	120	87,6	32,4	11,94242
5–6	136	154,6	–18,6	2,230487
6–7	45	84,8	–39,8	18,6906
7–8	0	29,1	–29,1	29,11987
8–9	0	0,3	–0,3	0,315446
Σ	413	413	0	137,6407



Slika 4.62 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na oddaljenost površinskih vod.

Preglednica 4.48 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje počasnih plazenj.

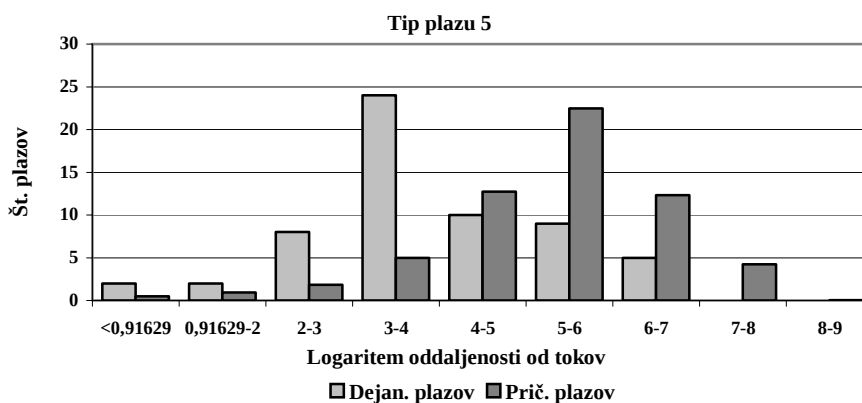
Tip plazov 3				
$\chi^2 = 24,50739$ $df = 8$ $p < 0,001888$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	1	0,4	0,6	0,681629
0,91629–2	1	0,9	0,1	0,013061
2–3	1	1,7	–0,7	0,306105
3–4	12	4,7	7,3	11,14228
4–5	19	12,1	6,9	3,939759
5–6	18	21,3	–3,3	0,520621
6–7	5	11,7	–6,7	3,84143
7–8	0	4,0	–4,0	4,018965
8–9	0	0,04	–0,04	0,043536
Σ	57	57	0	24,50739



Slika 4.63 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na oddaljenost površinskih vod.

Preglednica 4.49 – χ^2 test vpliva oddaljenosti od površinskih vod na pojavljanje trenutnih zdrsov.

Tip plazu 5				
$\chi^2 = 116,9866$		df = 8		p < 0,00000
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
<0,91629	2	0,5	1,5	4,960393
0,91629–2	2	0,9	1,1	1,19882
2–3	8	1,8	6,2	21,02153
3–4	24	5,0	19,0	72,52956
4–5	10	12,7	–2,7	0,586692
5–6	9	22,4	–13,4	8,062519
6–7	5	12,3	–7,3	4,350735
7–8	0	4,2	–4,2	4,23049
8–9	0	0,04	–0,04	0,045828
Σ	60	60	0	116,9866



Slika 4.64 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na oddaljenost površinskih vod.

Tako kot pri porazdelitvi vseh plazov se tudi pri vseh tipih plazenj pokaže negativni trend pojavljanja plazov z oddaljevanjem od površinskih vodnih tokov. Ta trend je močno izražen nad oddaljenostjo 150 metrov. Rezultati kažejo, da bližina površinskih vodnih tokov zagotovo vpliva na pojavljanje plazov. Ta vpliv je bodisi neposreden v obliki izpodjedanja materiala ali posreden kot vplivni dejavnik na stanje podtalnice.

4.7. Karte padavin in pojavljanje plazov

Podatki o padavinah so bili za razliko od prej naštetih podatkov za napoved plazovitih območij uporabljeni posredno, kot osnova za razdelitev popisnih podatkov o plazovih na učni in testni niz. Njihov vpliv na pojavljanje plazov je večdimenzionalen, saj je poleg prostorskega pomemben dejavnik tudi časovno pojavljanje padavin. V pričujoči raziskavi je zaradi pomanjkanja natančnejših prostorskih podatkov za zgoraj opisano razdelitev uporabljen le časovni dejavnik.

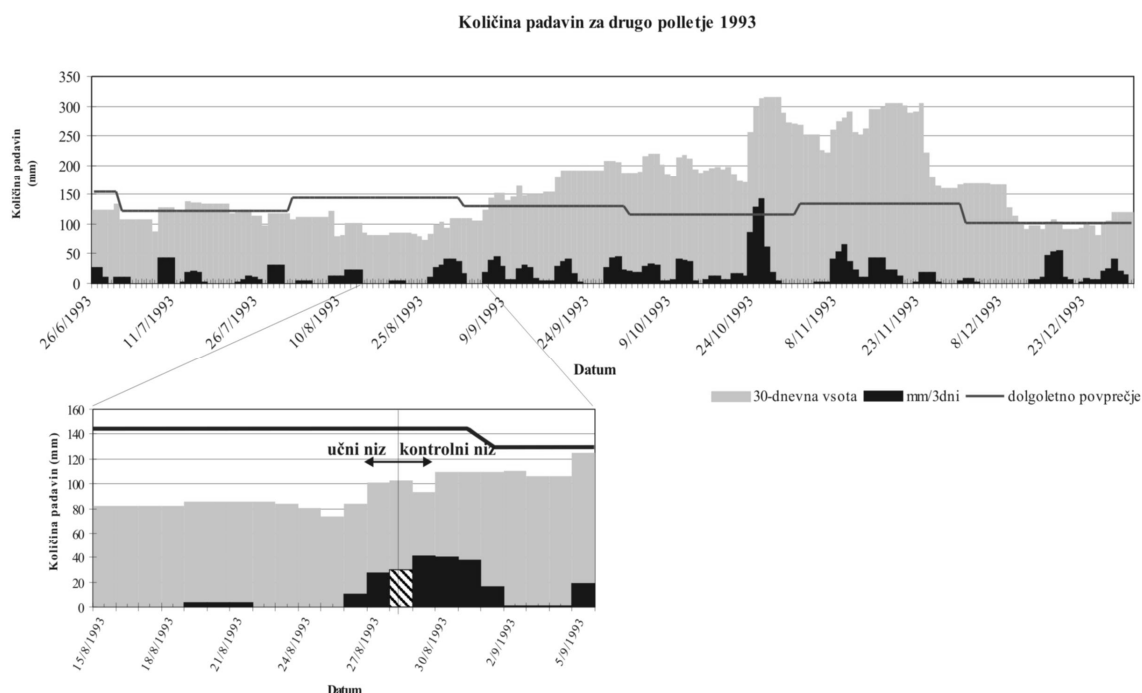
Campbell (1975), Wieczorek in Sarmiento (1983), Cannon in Ellen (1985), Wieczorek (1987), Sasahara & Tsunaki (1994), Bandis et al. (1996), Pollini et al. (1996), U.S. Army Corps of Engineers (1997), Baum et al. (1998) in Chleborad (2000) menijo, da je dolgotrajnejše močno deževje, ki traja vsaj nekaj dni, eden izmed pomembnejših vzrokov časovnega pojavljanja plazenj. Deganutti et al. (2000) trdijo, da na območju italijanskih Alp te povezave ni mogoče zagotovo potrditi. Dejstvo, da obstaja povezava med intenzivnimi padavinami in pojavi plazenj na območju Slovenije (Fazarinc & Pintar, 1991), je služilo za določitev meje med učnim in testnim nizom podatkov. Podrobnejša analiza vpliva padavin na pojav plazenj bi bila koristna, vendar ta ni možna zaradi neusklajenosti popisa plazov in obdobja močnejših padavin, ki bi vplivali na večji pojav plazov.

4.7.1. Določitev časovne meje med učnim in testnim nizom plazov s pomočjo padavinskih podatkov

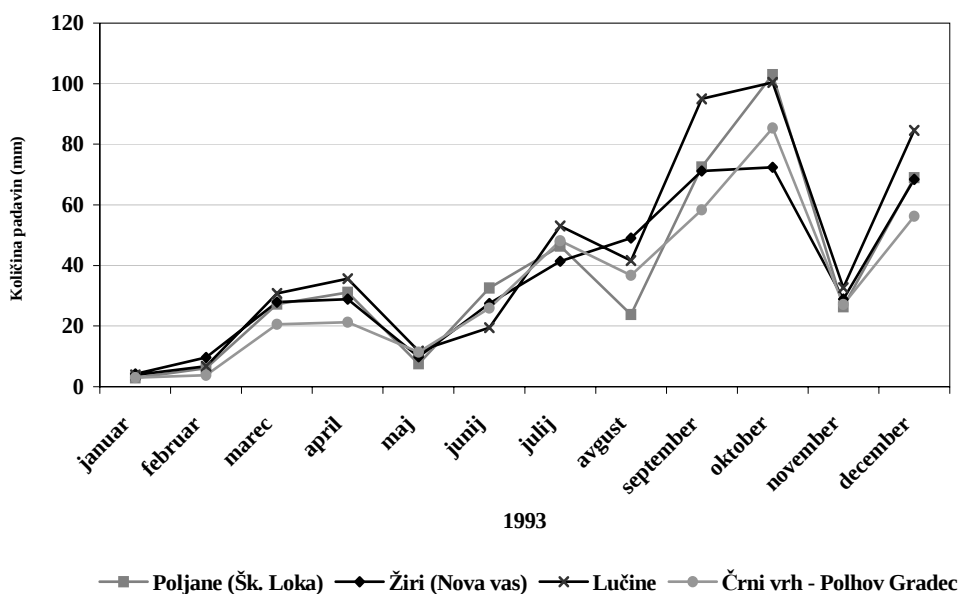
Za potrebe napovedi plazovitih območij s satelitskimi podobami je bilo treba podatke opisanih plazov razdeliti na učni niz¹⁵, ki je služil kot osnova za klasifikacijo podob, in na testni niz¹⁵, ki je služil za preverjanje pravilnosti klasifikacije podatkov. Časovna meja med učnim in testnim nizom lokacij plazov je bila določena na podlagi dostopnosti satelitskih podatkov. Poleg satelitskih podob s satelita Landsat so bile pri razdelitvi uporabljeni tudi podatke o količini padavin za leto 1993. Slednji predstavljajo časovno komponento pojavljanja plazov v obravnavanem obdobju (Campbell, 1975; Wieczorek & Sarmiento, 1983; Cannon & Ellen, 1985; Wieczorek, 1987; Hutchinson (1995); U.S. Army Corps of Engineers, 1997; Chleborad, A. F., 2000).

Viri (Cannon & Ellen, 1985; Wieczorek, 1987; U.S. Army Corps of Engineers, 1997; Chleborad, 2000) zagovarjajo metodo proučevanja vsote 72-urnih nalivov kot enega od sprožilnih faktorjev, ob zadostni predhodni akumulaciji padavin. Med 4. julijem, ko so bile pridobljene satelitske podobe zahodnega dela Slovenije, in 29. avgustom 1993, ki je časovna ločnica nizov, 30-dnevna količina padavin pred 6. septembrom 1993 ne preseže dolgoletnega povprečja padavin (po MOP–ARSO, 2002 in Zupančič, 1995). Prve večje količine padavin se pojavijo ob koncu avgusta, ko se tudi znatneje poveča povprečje padavin in njihovo trajanje (Slika 4.65) (MOP–ARSO, 2002). Zaradi tega je bil za razdelitev podatkov izbran “varnejši” 29. avgust in ne 5. september. Podatki o dnevnih količinah padavin za opazovano obdobje so dostopni le za lokaciji Ljubljana Bežigrad in Ilirska Bistrica. Prva se nahaja bližje obravnavanemu območju, zaradi česar je bilo bolj smiselno uporabiti podatke o količini padavin s te merilne postaje.

Tudi podatki o intenzivnih 24-urnih padavinah (Fazarinc & Kovačič, 2000) kažejo na njihovo povečanje v mesecu septembru leta 1993. Podatki so podani po mesecih, zaradi česar je podrobnejša razdelitev nemogoča. Tako ostane smiselna zgornja razdelitev niza plazov na učne in testne z delitvijo ob koncu meseca avgusta 1993. Slika 4.66 prikazuje maksimalne 24-urne padavine po mesecih leta 1993 za štiri meteorološke postaje znotraj obravnavanega območja.



Slika 4.65 – Količine 30-dnevnih, 72-urnih in povprečnih mesečnih padavin za drugo polovico leta 1993 (a) in za obdobje avgust in september 1993 (po MOP – ARSO, 2002 in Zupančič, 1995).



Slika 4.66 – Količine maksimalnih 24-urnih padavin po mesecih v letu 1993 na štirih meteoroloških postajah na obravnavanem območju (Fazarinc & Kovačič, 2000).

Pred mejnim datumom sta bila popisana 202 plazova. Ob predpostavki, da so fosilni plazovi že dalj časa umirjena plazovita območja (zadnji med njimi je bil zajet 2. aprila 1994), in ob njihovem upoštevanju je plazov v učnem nizu 293. V kontrolnem nizu

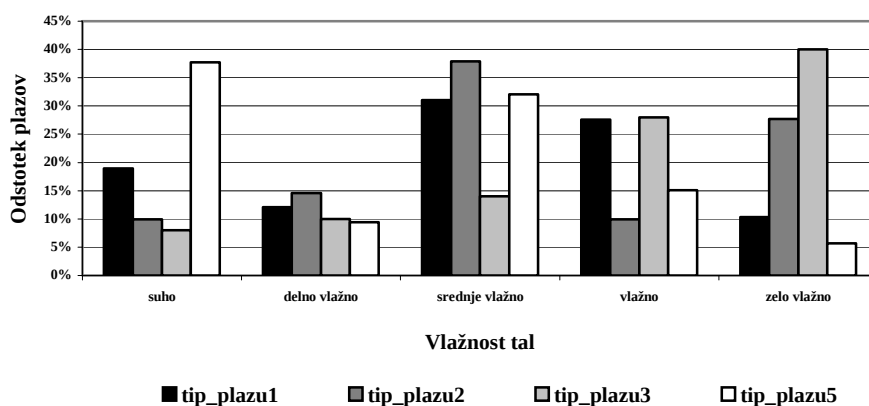
tako ostane 321 plazov. Razmerje med številom plazov v učnem in v testnem nizu ne omogoča najlažje analize podatkov. Analiza rezultatov bi bila lažja, če bi bilo razmerje med učnim in testnim nizom v prid prvemu. V danem primeru temu na žalost ni tako, je pa možnost nerealnega ujemanja modela z dostopnimi podatki s tem močno zmanjšana. Plazovi, ki so bili popisani takoj po mejnem datumu, so se lahko sprožili že pred njim in jih je zaradi tega mogoče opaziti na satelitski podobi. Ni pa nujno, da so na njej, saj so se lahko sprožili prav v obdobju med pridobivanjem satelitske podobe in popisom. Zaradi tega ta podatek ni pomemben za klasifikacijo oz. za določitev učnih območij. Pomembneje je, da so plazovi, uporabljeni pri klasifikaciji, upodobljeni tudi na satelitskih podobah.

4.8. Prisotnost vode ali vlage v tleh na območjih pojavov plazenj

Podatki o prisotnosti vode ali vlage v tleh so bili povzeti po podatkovni bazi o plazovih. Ocena je subjektivne narave in temelji na določitvi prisotnosti količine močil, izvirov, podtalnice, vlažnih površin in ostalih oblik vode na plazišču ali v njegovi neposredni bližini.

Ob popisu 504 plazov je bila podana ocena hidrogeoloških razmer na plazišču ali v njegovi bližini, natančnejše meritve pa so bile opravljane za majhno število plazovitih območij. Podatke je treba zato upoštevati s pridržkom, saj je vpliv dejavnika subjektivne ocene lahko precejšen. Rezultati kljub omenjenemu kažejo na povezanost pojavljanja plazenj in prisotnosti vlage/vode v tleh.

Prisotnost vlage na ali ob plazišču je bila podana opisno. Opisi so bili razdeljeni v pet razredov glede na vlažnost tal in prisotnost močil na plazišču; suho (1), delno vlažno (2), srednje vlažno (3), vlažno (4) in zelo vlažno (5). Pojavljanje posameznih tipov plazov v odvisnosti od prisotnosti vlage/vode je prikazano na spodnji sliki (Slika 4.67). Slabe tri četrtine plazov (73 %) se pojavljajo na tleh s srednje do zelo vlažnimi lastnostmi. Pojavljanje plazov tipa počasi plazečih mas (Tip_plazu 3) narašča z zviševanjem vlage/vode v tleh. Pojavljanje trenutnih zdrsov (Tip_plazu 5) kaže na upadanje njihovega števila pri večji vlagi v tleh. Do neke mere je to pričakovan pojav, saj se ta tip plazov pojavlja na strmejših pobočjih, kjer je zadrževanje večjih količin vode omejeno. Ta tip plazov je bolj povezan s procesom spodjedanja (erozije), ki ga povzroči voda, kot pa s procesi vlaženja plazeče mase. Možna razlaga je tudi, da pomemben del plazov tipa 5 predstavljajo podori, ki so vezani na lokalno razpokanost in plastovitost. Drugi del plazov tipa 5, usadi, pa so povezani z bolj vlažnimi območji. Pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip_plazu 2), je povečano v bolj vlažnih tleh. Pojavljanje fosilnih plazov (Tip_plazu 1) je največje pri srednje vlažnih pogojih in rahlo pada proti suhim in zelo vlažnim pogojem, kar nakazuje na neodvisnost tega tipa plazov od prisotnosti vlage v tleh. Največ fosilnih plazov in plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, se pojavlja pri srednjih pogojih vlažnosti, pri zelo vlažnih pogojih se pojavlja največ počasi plazečih mas, največ trenutnih zdrsov pa se pojavlja pri suhih pogojih. Plazovi tipa hitro plazenje (Tip_plazu 4) se ne pojavljajo v zadostnem številu, da bi bili lahko reprezentativni, nerazvrščeni plazovi (Tip_plazu 6) pa niso bili hidrogeološko opisani.



Slika 4.67 – Frekvenca pojavljanja plazov po posameznih tipih v odvisnosti od količine prisotne vlage v plazišču ali njegovi neposredni bližini. Vrednost ordinatne osi predstavlja odstotek plazov znotraj posameznega tipa plazov.

Kljub prikazani povezavi med vlažnostjo plazišča in pojavom tipa plazu ti podatki niso uporabni pri tem modelu napovedi, saj so vezani le na popisane pojave plazov in njihove lokacije, za druga območja pa teh podatkov ni. Navzlic temu so bili rezultati podani, ker so zanimivi in ker so uporabni v nadaljnjih študijah.

4.9. Površinski tipi in pojavljanje plazov

Kot osnova za informacijo o tipih tal na obravnavanem območju je bil uporabljen podatkovni sloj CORINE, ki pa služi le kot pomoč pri določitvi pojavljanja plazov glede na površinski tip oz. tip vegetacije. Razdelitev površinskih tipov po nomenklaturi CORINE je generaliziran podatkovni sloj, klasificiran na podlagi strokovnih ocen. Na obravnavanem območju se razprostira 14 razredov, predstavljenih v podpoglavju 3.3.8 (Preglednica 3.14). Kar dobri dve tretjini ozemlja pokrivajo gozdovi, ki so razdeljeni na listnate, iglaste in mešane. Kmetijske površine in pašniki obsegajo slabih 21 % površja, drugi razredi pa pokrivajo le 2,5 % površja obravnavanega območja.

Preglednica 4.50 prikazuje pojavljanje plazov glede na tip plazu na posameznih površinskih tipih. Tipi plazov so označeni kot Tip_1–Tip_6 in pomenijo iste tipe plazov kot v predhodnih poglavjih. Slabih 32 % plazov se pojavlja na pretežno kmetijskih površinah z večjimi območji naravne vegetacije. Ta pokrivajo le 4,6 % celotnega območja. Na pašnikih, ki pokrivajo le 3,3 % površine, je lociranih 16,8 % plazov. Dobršen del plazov, 46,3 %, se pojavlja tudi na površinah, ki jih pokriva gozd, vendar ta glede na svojo površino (76,6 %) na pojave plazenj deluje bolj varovalno kot spodbujevalno. O varovalni vlogi z gozdom neporaščenih (travnatih) površin v primeru pojavljanja plazov ni mogoče govoriti. Prej obratno, plitvi koreninski sistem travnatih površin ne zadošča za učinkovito varovanje pobočij pred premikanjem zemeljskih mas. Toliko bolj je premikanje opazno na popolnoma golih površinah, a te so redke. Preglednica 4.51

prikazuje rezultate analize pojavljanj plazov na površinskih tipih s testom χ^2 . Grafična prikaza porazdelitve plazov v odvisnosti od površinskega tipa prikazujeta rezultate testa χ^2 (Slika 4.68) in Kolmogorov-Smirnovega testa (Slika 4.69). Rezultati slednjega potrjujejo domneve testa χ^2 o vplivu površinskega tipa na pojavljanje plazov. Med rezultati, dobljenimi s testom χ^2 , močno izstopajo že omenjena površinska tipa, pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije in pašniki ter nesklenjene urbane površine. Močno negativno povezavo s pojavi plazenj kažejo kmetijske površine, sestavljene iz manjših parcel različnih rab tal, ter vsi tipi gozda. Skupna vrednost χ^2 je visoka (1419,753), zaradi česar je tveganje minimalno ($p < 0,0000$).

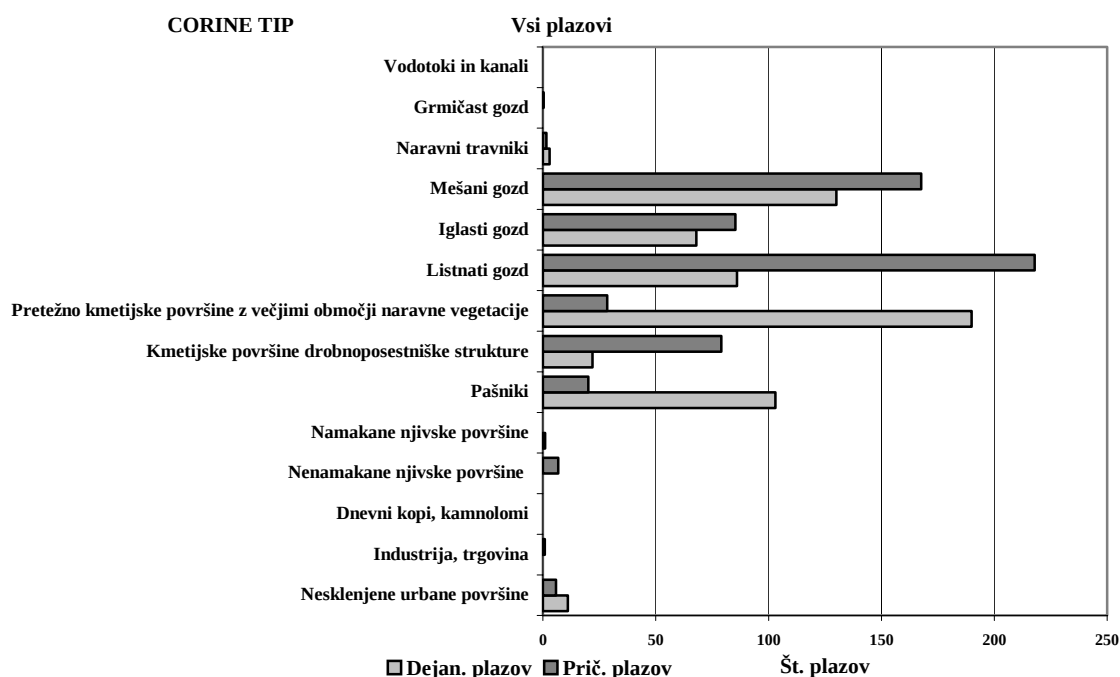
Preglednica 4.50 – Pojavljanje tipov plazov na površinskih tipih obravnavanega območja (po nomenklaturi CORINE).

CORINE Razred	% površine	Tip_1	Tip_2	Tip_3	Tip_4	Tip_5	Tip_6	Skupaj	% plazov
112 Nesklenjene urbane površine	0,95 %	2	2	3	0	3	1	11	1,79 %
121 Industrija, trgovina	0,15 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
131 Dnevni kopi, kamnolomi	0,01 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
211 Nenamakane njivske površine	1,11 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
212 Namakane njivske površine	0,01 %	0	0	1	0	0	0	1	0,16 %
231 Pašniki	3,28 %	15	76	8	0	3	1	103	16,78 %
242 Kmetijske površine drobnoposestniške strukture	12,87 %	10	9	1	0	2	0	22	3,58 %
243 Pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije	4,64 %	13	153	15	1	6	2	190	30,94 %
311 Listnati gozd	35,47 %	10	42	13	0	14	7	86	14,01 %
312 Iglasti gozd	13,90 %	6	38	7	0	15	2	68	11,07 %
313 Mešani gozd	27,28 %	12	90	9	1	17	1	130	21,17 %
321 Naravni travniki	0,26 %	0	3	0	0	0	0	3	0,49 %
324 Grmičast gozd	0,05 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %
511 Vodotoki in kanali	0,02 %	0	0	0	0	0	0	0	0,00 %

Preglednica 4.51 – χ^2 test vpliva površinskih tipov na pojavljanje vseh plazov.

Vsi plazovi – "CORINE"				
$\chi^2 = 1419,753$		df = 13	p < 0,000000	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
112	11	5,8	5,2	4,588459
121	0	0,9	-0,9	0,916202
131	0	0,04	-0,04	0,042588
211	0	6,8	-6,8	6,79865
212	1	0,1	0,9	17,32478
231	103	20,1	82,9	340,7213
242	22	79,0	-57,0	41,15214
243	190	28,5	161,5	914,8425
311	86	217,8	-131,8	79,76245
312	68	85,3	-17,3	3,514985
313	130	167,5	-37,5	8,406578
321	3	1,6	1,4	1,244972
324	0	0,3	-0,3	0,298133
511	0	0,1	-0,1	0,138848
Σ	614	614	0	1419,753

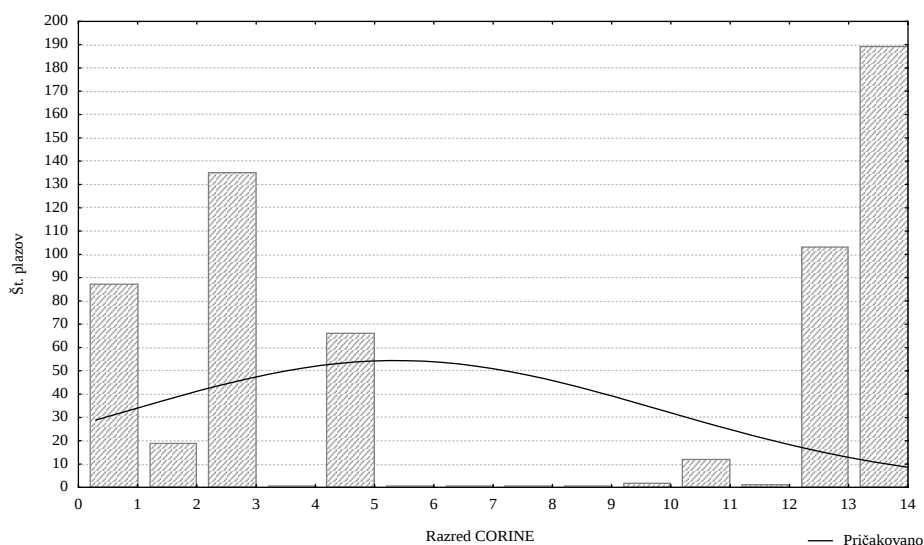
Tako kot razredi litoloških lastnosti so bili tudi razredi CORINE pred nadaljnjimi analizami razvrščeni po vrsti glede na možnost pojavljanja plazenj. Preglednica 4.52 prikazuje v stolpcu "V" vrstni red površinskih tipov glede na njihovo podvrženost plazenju. Višja vrednost v stolpcu pomeni večje tveganje pojavov plazenj. Vrhni štirje površinski tipi značilno vplivajo na pojavljanje plazov, spodnji štirje tipi pa kažejo svojo varovalno funkcijo pri pojavi plazenj. Šest površinskih tipov, ki se nahajajo v sredini preglednice, ne kaže značilne povezave s pojavi plazenj. Površinski tip "iglasti gozd" je značilen za (ne)pojave plazov pri nekoliko nižji stopnji verjetnosti ($\alpha = 93,9 \%$).



Slika 4.68 – Korelacija pojavov vseh plazenj glede na površinske tipe po nomenklaturi CORINE.

Spremenljivka CORINE; porazdelitev: normalna

K-S d = 0,40552, $p < 0,01$



Slika 4.69 – Krivulja pojavljanja vseh plazenj v odvisnosti od površinskega tipa po nomenklaturi CORINE. S črto je prikazana teoretična porazdelitev glede na vrednosti ozadja ($\bar{x} = 5,36021$, $\delta^2 = 20,2525$).

Preglednica 4.52 – Pomembnost razredov CORINE za pojavljanje vseh plazov (po χ^2 testu). Razredi so razvrščeni po možnosti pojavljanja plazov.

Razred CORINE	$D - P$	$\chi^2 = (D-P)^2/P$	ν
Pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije	161,5	914,8425	14
Pašniki	82,8	340,7213	13
Namakane njivske površine	0,9	17,3247	12
Neskljenjene urbane površine	5,2	4,5884	11
Naravni travniki	1,4	1,2449	10
Dnevni kopi, kamnolomi	-0,04	0,04258	9
Vodotoki in kanali	-0,1	0,13885	8
Grmičast gozd	-0,3	0,29813	7
Industrija, trgovina	-0,9	0,9162	6
Iglasti gozd	-17,3	3,51498	5
Nenamakane njivske površine	-6,8	6,79865	4
Mešani gozd	-37,5	8,40658	3
Kmetijske površine drobnoposestniške strukture	-57,0	41,1521	2
Listnati gozd	-131,8	79,7624	1

Preglednica 4.53 podaja analizo pojavljanja posameznih tipov plazov v odvisnosti od površinskih tipov. V stolpcih “Tip_plazu_1”–“Tip_plazu_5” so podane vrednosti $(D-P)^2/P$ za posamezne površinske tipe (kritična vrednosti za $\alpha = 0,95$ pri $df = 1$ je $\chi^2 = 3,841459$). Stolpci “+” označujejo pozitivno oz. negativno povezavo med dejanskim številom in pričakovanim številom plazov ($D - P$) v razredu. Pozitivna povezava predstavlja vpliv razreda na pojavljanje plazov.

Preglednica 4.53 – Rezultati χ^2 testa pojavljanja posameznih tipov plazov na površinskih tipih nomenklature CORINE.

Razred CORINE	+	Tip plazu 1	+	Tip plazu 2	+	Tip plazu 3	+	Tip plazu 5
Neskljenjene urbane površine	+	2,842196	-	0,940777	+	11,17431	-	10,37112
Industrija, trgovina	-	0,101469	-	0,616272	-	0,085055	+	0,089531
Dnevni kopi, kamnolomi	-	0,004717	-	0,028646	-	0,003954	-	0,004162
Nenamakane njivske površine	-	0,752945	-	4,573033	-	0,631145	-	0,664363
Namakane njivske površine	-	0,005746	-	0,034901	+	205,611	-	0,00507
Pašniki	+	73,06994	+	287,7686	+	20,08865	-	0,540135
Kmetijske površine drobnoposestniške strukture	+	0,177882	-	36,68086	-	5,472754	-	4,240539
Pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije	+	30,68599	+	933,9698	+	57,66574	-	3,708677
Listnati gozd	-	8,267418	-	74,54498	-	2,577905	-	2,492756
Iglasti gozd	-	1,258821	-	6,549885	-	0,106942	+	5,324687
Mešani gozd	-	2,314878	-	4,567024	-	2,760503	-	0,024183
Naravni travniki	-	0,176326	+	3,474922	-	0,147802	+	0,155581
Grmičast gozd	-	0,033018	-	0,200536	-	0,027677	+	0,029134
Vodotoki in kanali	-	0,015377	-	0,093395	-	0,01289	+	0,013568
$\Sigma \chi^2$		119,7		1354,044		306,3664		27,66351
p		0,000000		0,000000		0,000000		0,010102
n		68		413		57		60
Kolmogorov–Smirnov d		0,35227		0,514533		0,36862		0,365231
Kolmogorov–Smirnov p		0,01		0,01		0,01		0,01

Fosilni plazovi (Tip plazu 1) se značilno različno pojavljajo na območju pašnikov ter pretežno kmetijskih površinah z večjimi območji naravne vegetacije, njihovo manjše pojavljanje od pričakovanega pa je značilno različno na območju listnatega gozda. Za pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (Tip plazu 2), so statistično značilne pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije in pašniki. Varovalno vlogo pri pojavu tega tipa plazov pa imajo listnati gozd, kmetijske površine drobnoposestniške strukture, iglasti gozd, nenamakane njivske površine ter mešani gozd. Tretji tip, počasno plazenje, se značilno različno pojavlja na namakanih njivskih površinah, pretežno kmetijskih površinah z večjimi območji naravne vegetacije, pašnikih in nesklenjenih urbanih površinah. Značilno različno varovalno vlogo za ta tip plazenja imajo le kmetijske površine drobnoposestniške strukture. Presenetljivo pozitivno, torej spodbujevalno vlogo pri pojavljanju trenutnih zdrsov (Tip plazu 5) imajo območja iglastega gozda, značilno varovalno pa kmetijske površine drobnoposestniške strukture in nesklenjene urbane površine.

Razlika, ki jo je mogoče opaziti med dvema podobnima površinskima tipoma, kmetijskimi površinami drobnoposestniške strukture in kmetijskimi površinami z večjimi območji naravne vegetacije, kaže na očitno razliko v načinu vzdrževanja krajine in s tem njenega varovanja. Plazovi se značilno pojavljajo na območju kmetijskih površin z večjimi območji naravne vegetacije in na pašnikih. Travniki in pašniki so bolj izpostavljeni možnim plazovom zaradi svoje lege, saj se pojavljajo na območjih večjih naklonov (travniki od 11° do 21° ter pašniki in travniki od 21° do 33°), kjer je intenzivnejše kmetijstvo otežkočeno (Vrišer, 1997). Škoda, ki bi jo povzročil plaz, tu neposredno ne prizadene uporabnika zemljišč, zato na teh površinah preventivno varovanje pred plazovi ni toliko ekonomično kot pri površinah drobnoposestniške strukture in je zato tudi manjše. Gozdovi predstavljajo naravno varovalno odejo proti eroziji in pojavljanju plazov, kar so opazili že Carrara (1991) ter Montgomery et al. (1994, 1998 in 2000). Zanimivo je pojavljanje trenutnih zdrsov na območjih iglastega gozda. Natančnejši vpogled v povezanost pojavljanja iglastega gozda in litologije pokaže, da dobrih 55 % iglastega gozda zarašča območja apnenca in dolomita ter 22,5 % apnenca, lapornega apnenca in laporja. Pojavljanje trenutnih zdrsov je možno tolmačiti kot pojav podorov, ki so značilni za obstojnejše kamnine, ki so mestoma tektonsko porušene.

Analiza površinskih tipov je pokazala, da so neporaščena oz. z nizko vegetacijo poraščena območja bolj izpostavljena pojavom plazenja kot površine, ki jih prekrivajo gozdovi. Poleg teh ima pri varovanju pred plazovi pomembno vlogo tudi način izkoriščanja krajine, ki narekuje stopnjo skrbi za obdelovano površino.

4.10. Statistika zveznih spremenljivk

Zvezne spremenljivke so bile analizirane tudi s Studentovim t testom za normalno porazdelitev. Kadar je standardni odklon neznan in ga je treba oceniti iz obstoječih podatkov, je enačba za izračun t pri stopnjah prostosti $n-1$ (Davis, 1986; Snedecor & Cochran, 1994):

$$t_{n-1} = \frac{(\bar{X}_{OZADJE} - \bar{X}_{PLAZ})}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, \quad \text{Enačba 4.1}$$

kjer je $\bar{X}_{OZADJE}$ povprečna vrednost spremenljivke na celotnem območju, $\bar{X}_{PLAZ}$ povprečna vrednost spremenljivke na plazu, s predstavlja standardni odklon in n število opazovanj. Povprečna vrednost in standardni odklon se izračunata oz. ocenita z enačbama:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{in} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad \text{Enačba 4.2}$$

Preglednica 4.54 prikazuje podatke o lastnostih porazdelitev uporabljenih zveznih spremenljivk v primeru vseh plazov. Spremenljivke so predstavljene s poenostavljenimi imeni, zato je razlaga okrajšav pred prikazom rezultatov neobhodna:

“Naklon”	– naklon pobočja na lokaciji v stopinjah.
“N. m. višina”	– absolutna nadmorska višina lokacije v metrih.
“Ukrivljenost”	– ukrivljenost pobočja na lokaciji. Spremenljivka je brez enot.
“Usmerjenost”	– usmerjenost (azimut) pobočja v stopinjah.
“Odd_gmeja_ln”	– oddaljenost lokacije od najbližje geološke meje (log. vrednost).
“Odd_struktur_ln”	– oddaljenost lokacije od najbližjega strukturnega elementa (log. vrednost).
“Odd_vode_ln”	– oddaljenost lokacije od najbližjega površinskega vodnega toka (log. vrednost).

Preglednica 4.54 – Rezultati testiranja lokacij vseh plazov s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,3324$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,647339$, $\alpha=0,95$; $df=613$).

Spremenljivka	$\bar{X}_{PLAZ}$	s	n	$\bar{X}_{OZADJE}$	t_{613}
Naklon (°)	20,0940	7,225785	614	17,334	–9,46476
N. m. višina (m)	627,0879	176,74304	614	676,77	6,965325
Usmerjenost (°)	174,8496	93,209598	614	172,33	–0,66983
Ukrivljenost	–0,4050	1,0431207	614	0,000042	9,620492
Odd_gmeja_ln	4,9877	1,406434	614	5,50293	9,077529
Odd_struktur_ln	5,48702	1,28812	614	5,566442	1,527729
Odd_vode_ln	4,621361	1,15508	614	5,318308	14,95104

Kritična vrednost t pri ravni zaupanja 95 % je za dane stopnje prostosti (613) $t_{krit}=1,647339$, pri ravni zaupanja 99 % pa je $t_{krit}=2,3324$. Iz preglednice je razvidno, da so pri stopnji zaupanja $\alpha=0,99$ povprečne vrednosti vseh spremenljivk, razen spremenljivk “Odd_struktur_ln” in “Usmerjenost”, značilno različne od povprečnih vrednosti ozadja. Povprečne vrednosti spremenljivke “Odd_struktur_ln” so značilno različne že pri nekoliko nižji stopnji zaupanja $\alpha=0,936$, povprečne vrednosti spremenljivke “Usmerjenost” pa so značilno različne šele pri stopnji zaupanja $\alpha=0,7541$. S precejšnjo gotovostjo je torej možno trditi, da uporabljene spremenljivke, razen pravkar omenjenih spremenljivk (“Usmerjenost” in “Odd_struktur_ln”), značilno vplivajo na prostorsko pojavljanje plazov.

S Studentovim t testom je bila testirana tudi normalnost porazdelitev posameznih tipov plazov. V spodnji preglednici (Preglednica 4.55) so prikazani podatki o lastnostih porazdelitev uporabljenih zveznih spremenljivk v primeru fosilnih plazov. Kritična vrednost t pri ravni zaupanja 95 % je za dane stopnje prostosti (67) $t_{krit}=1,667916$, pri ravni zaupanja 99 % pa $t_{krit}=2,332436$.

Preglednica 4.55 – Rezultati testiranj lokacij fosilnih plazov s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,332436$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,667916$, $\alpha=0,95$; $df = 67$).

Spremenljivka	$\bar{X}_{PLAZ}$	s	n	$\bar{X}_{OZADJE}$	t_{67}
Naklon (°)	18,4301	5,618289	68	17,334	-1,6088
N. m. višina (m)	550,16	156,2840	68	676,77	6,6804
Usmerjenost (°)	164,33	79,81675	68	172,33	-0,8263
Ukrivljenost	-0,3200	0,810675	68	0,000042	3,2555
Odd_gmeja_ln	4,8615	1,4255	68	5,502932	3,7103
Odd_struktur_ln	5,6625	1,3774	68	5,566442	-0,5748
Odd_vode_ln	4,7999	0,8324	68	5,318308	5,1363

Za spremenljivke “N. m. višina”, “Ukrivljenost”, “Odd_gmeja_ln” in “Odd_vode_ln” je možno z 99 % stopnjo zaupanja trditi, da značilno vplivajo na pojav fosilnih plazov. Spremenljivka “Naklon” značilno vpliva na pojav plazov pri verjetnosti 94,4 %, spremenljivka “Usmerjenost” pa šele pri 79,4 %. Ob enaki trditvi je največje tveganje pri spremenljivki “Odd_struktur_ln”, saj je tu zanesljivost trditve le 71,6 %.

V naslednji preglednici (Preglednica 4.56) so prikazani podatki o lastnostih porazdelitev uporabljenih zveznih spremenljivk v primeru plazov, ki se gibljejo s prekinitvami. Kritična vrednost t pri ravni zaupanja 95 % je za dane stopnje prostosti (412) $t_{krit}=1,648560$, pri ravni zaupanja 99 % pa $t_{krit}=2,335433$.

Preglednica 4.56 – Rezultati testiranj lokacij plazov, ki se gibljejo s prekinitvami s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,335433$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,648560$, $\alpha=0,95$; $df = 412$).

Spremenljivka	$\bar{X}_{PLAZ}$	s	n	$\bar{X}_{OZADJE}$	t_{412}
Naklon (°)	20,0500	7,043207	413	17,334	-7,83667
N. m. višina (m)	653,0218	173,0727	413	676,77	2,78854
Usmerjenost (°)	174,4697	92,56019	413	172,33	-0,46979
Ukrivljenost	-0,3921	1,057808	413	0,000042	7,53294
Odd_gmeja_ln	5,0474	1,4131	413	5,502932	6,5518
Odd_struktur_ln	5,5159	1,2249	413	5,566442	0,8385
Odd_vode_ln	4,6732	1,1873	413	5,318308	11,0416

Spremenljivke “Naklon”, “N. m. višina”, “Ukrivljenost”, “Odd_gmeja_ln” in “Odd_vode_ln” z 99 % zanesljivostjo značilno vplivajo na pojave plazov, ki se gibljejo s prekinitvami. S samo 79,8 % zanesljivostjo je možno isto trditi za spremenljivko “Odd_struktur_ln”, za “Usmerjenost” pa z 68 % zanesljivostjo. Po rezultatih Studentovega testa strukturni elementi in usmerjenost pobočij ne vplivajo značilno na plazove tipa 2. Preglednica 4.57 prikazuje podatke o lastnostih porazdelitev uporabljenih

zveznih spremenljivk v primeru počasnih plazenj. Kritična vrednost t pri ravni zaupanja 95 % je za dane stopnje prostosti (56) $t_{krit}=1,672522$, pri ravni zaupanja 99 % pa $t_{krit}=2,394801$.

Preglednica 4.57 – Rezultati testiranja lokacij počasnih plazenj s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,394801$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,672522$, $\alpha=0,95$; $df = 56$).

Spremenljivka	$\bar{X}_{PLAZ}$	s	n	$\bar{X}_{OZADJE}$	t_{56}
Naklon (°)	22,0166	8,4159	57	17,334	-4,2007
N. m. višina (m)	584,2456	161,6138	57	676,77	4,3223
Usmerjenost (°)	176,0328	94,9394	57	172,33	-0,2945
Ukrivljenost	-0,4098	1,0780	57	0,000042	2,8705
Odd_gmeja_ln	5,0352	1,3528	57	5,502932	2,6102
Odd_struktur_ln	5,3307	1,2893	57	5,566442	1,3803
Odd_vode_ln	4,7212	0,9909	57	5,318308	4,5493

Tako kot v primeru plazenj, ki se gibljejo s prekinitvami, so tudi za pojavljanje počasnih plazenj pomembne spremenljivke “Naklon”, “N. m. višina”, “Ukrivljenost”, “Odd_gmeja_ln” in “Odd_vode_ln” z 99 % zanesljivostjo. “Odd_struktur_ln” je značilna z 91,3 % zanesljivostjo, “Usmerjenost” pa le z 61,5 %. Slednji dve spremenljivki sodeč po rezultatih Studentovega testa nista statistično značilni za pojavljanje počasnih plazenj.

Preglednica 4.58 prikazuje podatke o lastnostih porazdelitev uporabljenih zveznih spremenljivk v primeru trenutnih zdrsov. Kritična vrednost t pri ravni zaupanja 95 % je za dane stopnje prostosti (56) $t_{krit}=1,671093$, pri ravni zaupanja 99 % pa $t_{krit}=2,391229$.

Preglednica 4.58 – Rezultati testiranja lokacij trenutnih zdrsov s Studentovim t testom ($t_{krit}=2,391229$, $\alpha=0,99$; $t_{krit}=1,671093$, $\alpha=0,95$; $df = 59$).

Spremenljivka	$\bar{X}_{PLAZ}$	s	n	$\bar{X}_{OZADJE}$	t_{59}
Naklon (°)	19,8422	8,2609	60	17,334	-2,3518
N. m. višina (m)	623,3443	197,7274	60	676,77	2,0930
Usmerjenost (°)	186,8245	115,5038	60	172,33	-0,9720
Ukrivljenost	-0,5823	1,2178	60	0,000042	3,7039
Odd_gmeja_ln	4,9008	1,4146	60	5,502932	3,2970
Odd_struktur_ln	5,1803	1,5857	60	5,566442	1,8864
Odd_vode_ln	4,0047	1,2926	60	5,318308	7,8721

Porazdelitev trenutnih zdrsov je pri zanesljivosti 99 % značilno različna le od porazdelitev spremenljivk “Ukrivljenost”, “Odd_gmeja_ln” in “Odd_vode_ln”, pri zanesljivosti 95 % pa od spremenljivk “Naklon”, “N. m. višina” in “Odd_struktur_ln”. Pri spremenljivki “Usmerjenost” je od populacije značilno različna porazdelitev vzorca trenutnih zdrsov šele pri 83,3 % zanesljivosti.

Tako kot pri predstavitvi rezultatov analiz s testom χ^2 in Kolmogorov-Smirnov testom je tudi pri rezultatih analiz s Studentovim t testom upravičeno dvomiti v odvisnost

pojavljanja plazov od nadmorske višine. Rezultati Studentovega t testa se ponekod močno razlikujejo od rezultatov testov neparametrične statistike (χ^2 in Kolmogorov-Smirnov test), kar je posledica porazdelitve populacije, ki ni vedno idealno normalna. Vsled temu je uporaba rezultatov testov neparametrične statistike pri izbiri podatkov za nadaljnjo obdelavo najbolj logična med vsemi, saj se najbolj prilagaja porazdelitvi populacije za posamezne spremenljivke, ki predstavljajo vrednosti ozadja.

4.11. Zaključki

Plazovi se za razliko od drugih naravnih pojavov, npr. poplav ali potresov, na isti lokaciji pojavljajo redko oz. v nepravilnih časovnih intervalih. Zaradi tega je ugotavljanje verjetnosti in lokacije njihovega pojavljanja s standardnimi statističnimi metodami vprašljivo, pri določanju vplivnih dejavnikov pa se pojavljajo močno subjektivne ocene. Rezultati tako ne morejo biti testirani, temveč so lahko le kritično ocenjeni (Resources Inventory Committee, 1997). Kljub vsemu je treba podatke ovrednotiti, za kar so bili uporabljeni testi neparametrične statistike (χ^2 in Kolmogorov-Smirnov test) in testi klasične statistike zveznih spremenljivk (Studentov t test). Rezultati se nekoliko razlikujejo glede na teste, predvsem v primerih, ko so testirane vrednosti blizu kritičnih. Kot že omenjeno, je za testiranje različnosti porazdelitve vzorca od porazdelitve populacije najprimernejši Kolmogorov-Smirnov test, saj je neodvisen od razdelitve podatkov v razrede, kot je to treba pri testu χ^2 . Modeli napovedovanja plazovitih območij so predstavljeni v šestem poglavju.

V četrtem poglavju so bili predstavljeni prostorski podatki – dejavniki, za katere literatura trdi, da dolgoročno vplivajo na pojavljanje plazovitih območij. Te ocene temeljijo na meritvah in dolgoletnih izkušnjah. Cilj tega poglavja je bil pokazati pomembnost prostorskih dejavnikov (podatkovnih slojev) pri pojavljanju plazovitih območij.

Z univariatno statistiko je bila analizirana in ocenjena pomembnost predstavljenih prostorskih podatkov, digitalnega modela višin in njegovih izpeljank (naklonov, ukrivljenosti in usmerjenosti pobočij), litologije, oddaljenosti od strukturnih elementov, geoloških mej in od površinskih vod ter pomembnost površinskih tipov. Rezultati so pokazali, da so za pojavljanje plazov značilno pomembni prostorski podatki o naklonu in ukrivljenosti pobočij, oddaljenost od geoloških mej in oddaljenost od površinskih tokov. Spremenljivka litologija prav tako vpliva na pojavljanje plazov, saj litološke enote s svojimi lastnostmi vplivajo na stabilnost terena in pogojujejo njegovo oblikovanje od samega začetka izoblikovanja površja. Površinski tipi, ki so posledica izkoriščanja krajine, pogojujejo pojavljanje plazov in so od vseh spremenljivk najbolj povezani s človeškim dejavnikom. Lastnost, povezana s površinskimi tipi, ki najbolj vpliva na pojavljanje plazov, je tip vegetacije. Značilni vpliv spremenljivke oddaljenost od strukturnih elementov je vprašljiv, vpliv usmerjenosti pobočij pa je zanemarljiv oz. neznačilen. Dejavnik nadmorska višina lokacij kaže na navidezno odvisnost, zaradi načina kartiranja plazov. Preglednica 4.59 podaja stopnje tveganja privzetja statistično značilnega vpliva spremenljivke na pojavljanje plazov. Interval zaupanja je $\alpha = 95 \%$ ($p_{kritična} = 0,05$).

Preglednica 4.59 – Stopnje tveganja (p) ob upoštevanju vpliva posameznih spremenljivk na pojavljanje vseh plazov in tipov plazov. Interval zaupanja je $\alpha = 95\%$ ($p_{kritična} = 0,05$).

Spremenljivka	Vsi plazovi		Tip plaz 1		Tip plaz 2		Tip plaz 3		Tip plaz 5	
	χ^2	K-S	χ^2	K-S	χ^2	K-S	χ^2	K-S	χ^2	K-S
Naklon	0,0	0,01	0,0003	0,01	0,0	0,01	0,039	0,01	0,28	0,01
N. m. višina	0,0	0,01	0,107	0,01	0,0	0,01	0,124	0,01	0,2515	0,05
Usmerjenost	0,001	0,2	0,088	n.s.	0,008	n.s.	0,886	n.s.	0,008	0,01
Ukrivljenost	0,0	0,01	0,18	0,01	0,0	0,01	0,38	0,05	0,011	0,01
LITO	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,01	0,002	0,01	0,005	0,01
Odd_gmeja_ln	0,0	0,01	0,0164	0,01	0,0	0,01	0,002	0,05	0,327	0,05
Odd_struktur_ln	0,01	0,01	0,282	0,05	0,2569	0,05	0,869	n.s.	0,067	n.s.
Odd_vode_ln	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,01	0,001	0,01	0,0	0,01
CORINE	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,01	0,01	0,01
n		614		68		413		57		60

Preglednica 4.60 podaja povzetek analiz tega poglavja in prikazuje pomembnost posameznih spremenljivk pri pojavljanju plazovitih območij. V levem stolpcu znotraj vsakega razdelka tabele, ki se tiče posameznega tipa plaz, so prikazane vrednosti testa χ^2 , v desnem pa vrednosti Kolmogorov-Smirnovskega testa. Rezultati se lahko na poenostavljen način tolmačijo po sledeči metodi: višji rezultat testa pomeni večji vpliv spremenljivke na pojavljanje plazovitih območij. Z odebeljenim tiskom so prikazane signifikativne vrednosti in predstavljajo statistično značilni vpliv spremenljivke.

Preglednica 4.60 – Povzetek rezultatov testov vpliva posamezne spremenljivke na pojavljanje plazovitih območij – za vse plazove in za posamezne tipe plazov. Interval zaupanja je $\alpha = 95\%$ ($p_{kritična} = 0,05$).

Spremenljivka	Vsi plazovi		Tip plaz 1		Tip plaz 2		Tip plaz 3		Tip plaz 5	
	χ^2	K-S	χ^2	K-S	χ^2	K-S	χ^2	K-S	χ^2	K-S
Naklon	170,1	0,186	45,9	0,228	128,9	0,194	24,5	0,24	16,6	0,167
N. m. višina	84,2	0,136	20,8	0,268	87,9	0,118	20,2	0,275	17,1	0,208
Usmerjenost	24,3	0,046	12,4	0,087	19,0	0,045	2,9	0,062	18,9	0,234
Ukrivljenost	88,7	0,225	13,8	0,235	60,1	0,222	10,6	0,197	22,9	0,25
LITO	419,9	0,521	71,5	0,472	344,4	0,557	37,8	0,492	35,3	0,458
Odd_gmeja_ln	73,8	0,118	18,7	0,228	44,2	0,11	24,2	0,18	9,2	0,196
Odd_struktur_ln	19,8	0,068	9,7	0,169	10,1	0,071	3,9	0,095	14,6	0,109
Odd_vode_ln	245,1	0,222	36,9	0,253	137,6	0,207	24,5	0,235	116,9	0,484
CORINE	1419,7	0,431	119,7	0,353	1354	0,515	306,4	0,367	27,7	0,365
n		614		68		413		57		60

V poglavju so bili predstavljeni tudi podatke o padavinah, ki so služili za razdelitev obstoječih podatkov o plazovih na učni in kontrolni niz. Niza bosta uporabljena pri ugotavljanju natančnosti klasifikacije satelitskih podatkov v naslednjem poglavju. Podatki o padavinah so premalo natančni, da bi jih bilo smiselno uporabiti pri napovedi pojavov.

Pri dobrih osemdesetih odstotkih popisanih plazov je bil zabeležen tudi podatek o prisotnosti vlage v tleh. Čeprav je lahko pri popisu vlage na območju plaz vpliv dejavnika subjektivne ocene precejšen, so rezultati pokazali povezanost pojavljanja plazov in prisotnosti vlage v tleh. Zaradi svoje prostorske omejenosti ti podatki niso uporabni pri napovedi plazenj, a so bili vseeno predstavljeni zaradi zanimivih rezultatov.

Univariatne statistične analize, opravljene v tem poglavju, so pokazale varovalno oz. spodbujevalno vlogo posameznih dejavnikov pri pojavljanju plazov. Dejstvo, da nekateri dejavniki delujejo varovalno, pa ne pomeni, da na območju njihovega pojavljanja plazovi niso možni. Pojavljanje plazov je tam le omejeno, ne pa tudi izključeno.

V tem poglavju so bili iz analiz dostopnih prostorskih podatkov izvzeti satelitski podatki. Številne raziskave o njihovi uporabnosti pri napovedovanju plazov (Gupta (1991), McKean et al. (1991), Carlson & Taylor (1995), Skidmore et al. (1997), Martínez-Alegría et al. (1998), Lillesand & Kiefer (1999), Barredo et al. (2000), Chung & Shaw (2000), Ricchetti (2000)) so botrovale uporabi satelitskih podob v teh raziskavah. Zaradi svoje kompleksnosti so posebej predstavljene v naslednjem poglavju.

5. Satelitske podobe (posnetki)

5.1. Uvod

Kot je bilo omenjeno že v prejšnjih poglavjih, je pridobivanje podatkov z daljinskimi metodami v zadnjih nekaj letih glede ločljivosti in obsega spektralnega zaznavanja močno napredovalo. Zaradi vedno bolj podrobnih podatkov in rasti njihovega obsega se je v zadnjih letih močno razvila veja obdelave podatkov daljinskega zaznavanja. Metode se nenehno izpopolnjujejo, obenem pa se rojevajo tudi nove. Lahko bi jih razdelili na dve skupini, na prvo, ki uporablja statistične osnove, in drugo, ki uporablja metode strojnega učenja za obdelovanje podatkov. Vsak pristop ima svoje prednosti. Medtem ko slednji pristop ni odvisen od normalne porazdelitve podatkov, je prvi bolj transparenten in zaradi tega bolj razumljiv.

V tem poglavju bodo najprej predstavljene metode priprave satelitskih podob Landsat-5 TM in Resurs-F2 MK-4. Sledil bo opis analiz podob oz. posnetkov, na koncu pa bodo predstavljeni rezultati analiz. Podatke s satelita Landsat-5 TM so bili uporabljeni, ker vsebujejo informacije o zemeljski površini in so služili kot spektralni del satelitskih podatkov, podobe s satelita Resurs-F2 pa so bili uporabljeni za izboljšanje ločljivosti Landsatovih podatkov, ali drugače, služile so kot resolucijski del satelitskih podatkov. Namen tega poglavja je ugotoviti uporabnost združenih podatkov Landsat-5 TM in Resurs-F2 KM-4 pri napovedovanju plazov. Analize poskušajo pokazati prednost in uporabnost predanalitične pretvorbe vrednosti celic z metodo CIE $L^*a^*b^*$.

Omeniti velja, da se poleg podatkov daljinskega zaznavanja, pridobljenih v vidnem delu EM spektra, uporabljajo za prostorske analize tudi podatki pridobljeni v infrardečem in mikrovalovnem delu spektra. Metode so podrobneje opisali Gupta (1991) ter Lillesand & Kiefer (1999).

5.2. Prednosti in omejitve daljinskega zaznavanja

Uporabnost satelitskih podatkov pri napovedi plazov je bila opisana že v poglavju 2.5.3., kjer so bile predstavljene le dosedanje raziskave uporabnosti podatkov Landsat-5 TM. Eden od ciljev te raziskave je tudi ugotovitev uporabnosti podatkov s satelita Resurs-F2 KM-4.

Teoretične osnove daljinskega zaznavanja, katerega del so tudi satelitske podobe oz. posnetki, so izven okvira te publikacije in so podrobneje opisane v Sabins (1986), Gupta (1991) in Lillesand & Kiefer (1999). Kljub temu je primerno, da so zaradi razumevanja uporabe satelitskih podatkov na kratko povzete glavne prednosti in pomanjkljivosti oz. omejitve daljinskega zaznavanja, ki so:

- splošen pregled nad območjem interesa – daljinsko zaznavanje omogoča študijo različnih prostorskih oblik in njihovih odnosov,
- možnost opazovanja težko dostopnih/nedostopnih območij,
- prihranek časa – hitrejša pridobitev informacij o večjih ozemljih in s tem
- zmanjšanje stroškov,
- multidisciplinarne aplikacije – podatki se lahko uporabljajo na različnih področjih ter
- stalen razvoj tehnologije, ki omogoča vedno večjo natančnost dobljenih podatkov.

Poleg prednosti se pri daljinskem zaznavanju pojavljajo tudi omejitve, ki so predvsem tehnične narave, saj so zahteve uporabnikov podatkov vedno korak pred zmogljivostjo senzorjev. Smernice razvoja težijo k vedno bolj natančnim in obširnim podatkom.

5.3. Priprava podatkov daljinskega zaznavanja

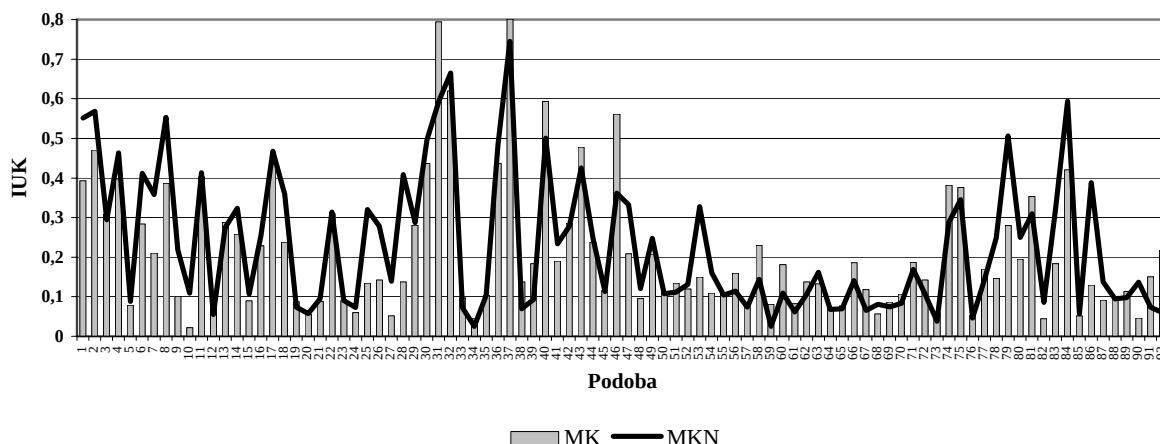
Priprava podatkov je vedno pogojena z obliko “surovih” podatkov, ki jih uporabnik dobi od prodajalca. Podatki so lahko povsem neobdelani, kar pomeni, da jih je treba vpeti v prostor in izločiti vplive raznih atmosferskih pojavov. Spet drugi podatki so lahko že povsem pripravljeni za analize. Za primer obravnavanega območja je bilo treba podatke s satelita Resurs-F2 še pripraviti, podatki s satelita Landsat pa so bili že pripravljeni. Iz nadaljnje obdelave je bil izločen Landsatov termalni IR kanal (TM5 – 6. kanal) zaradi njegove slabe ločljivosti (120 metrov). Vpenjanju podob v prostor je sledilo združevanje visokoločljivih z večspektralnimi podobami.

5.3.1. Vpenjanje podatkov v prostor in predanalitična poprava podob

Podatki s satelita Landsat so bili ob nakupu že vpeti v prostor – geolocirani. Vpenjanje so opravili na Statističnem uradu RS na podlagi 418 oslonilnih točk. Povprečna napaka na celotni karti je bila manjša od 30 metrov. Resursovi podatki ob nakupu niso bili geolocirani, obenem pa so bili posneti v smeri leta satelita (azimut 9°), zato sem jih moral pred uporabo vpeti. Postopek vpenjanja je bil opravljen na osnovi 66-ih oslonilnih točk, za osnovo pa je služila topografska karta Slovenije v merilu 1 : 50.000 – TK50 (Geodetska uprava RS, 1994). Po vpenjanju je znašala povprečna napaka na celotni karti v smeri koordinate Y (S-J) manj kot 3,5 metra za vse tri kanale. V smeri koordinate X (V-Z) je napaka za vse tri kanale znašala okoli 20 metrov. Večja napaka v smeri koordinate X je pričakovana, saj se obravnavano območje nahaja prav na robu precej večje originalne podobe, kjer je razdalja od goriščnice najdaljša. Natančnejši podatki so navedeni v tretjem poglavju (Preglednica 3.6).

Podobe MK-4 so bile zaradi prisotnosti šuma v podatkih obdelane z metodo odstranjevanja šumov na podobah. Ta metoda deluje po načelu premikanja spremenljivega digitalnega cedila (okna) preko podobe. Vrednost digitalnega cedila je odvisna od lokalnih lastnosti podobe (ERDAS, 1999). Odstranitev šuma bistveno ne izboljša kakovosti klasifikacije, saj so dale podobe, popravljene z metodo odstranitve

šuma, pri klasifikaciji boljše rezultate le v 51,1 % (Slika 5.1). Dobljeni rezultati so najverjetneje posledica majhne stopnje šuma na izvirnih posnetkih.



Slika 5.1 – Primerjava rezultatov analiz podob s šumom (MK) in brez njega (MKN). Le v 51,1 % primerov so dale slednje podobe boljše rezultate pri klasifikaciji. Rezultati so prikazani za 92 podob, ki so bile analizirane pred in po uporabi filtra za odstranjevanje šuma. Vrednosti IUK²³ so izračunane po metodi, predstavljeni v poglavju 5.5.2.

Literatura (ERDAS, 1999) priporoča statistično obdelavo surovih podatkov pred vpenjanjem v prostor, kar pa v danem primeru ni bilo mogoče, saj so bile podobe s satelita Landsat-5 TM že vpete v prostor, podobe MK-4 pa niso bile geolocirane in obenem tudi različnih dimenzij. Cilj analiz je bil ugotoviti tudi uporabnost združenih podatkov TM5 in MK-4, kar je razlog več, da analiza ni bila možna pred vpenjanjem v prostor.

5.3.2. Združevanje visokoločljivih in večspektralnih podob

Številne raziskave (Schowengert, 1980; Welch & Ehlers, 1987; Chavez, 1991; Lillesand & Kiefer, 1999) združevanja visokoločljivih in večspektralnih podob so se osredotočile na uporabo pankromatskih podob SPOT zaradi dostopnosti in kvalitete teh podatkov. Metoda združevanja je tem uspešnejša in natančnejša, čim bolj se prekrivata spektralna razpona obeh uporabljenih podob (ERDAS, 1999). Zaradi tega je uporaba podob MK-4 bolj smiselna od uporabe podob SPOT, še boljša pa bi bila uporaba visokoločljivih podob, ki bi pokrivalo celotni vidni del barvnega spektra. Metod združevanja podob različnih ločljivosti je veliko, vsaka pa ima svoje prednosti in slabosti. Poleg klasičnih metod, kot so metoda glavnih komponent (PCA), Broveyeva transformacija, IHS (*ang. Intensity, Hue, Saturation*) metoda in enostavna metoda množenja (ERDAS, 1999; Sanjeevi et al., 2001), se vse bolj uveljavljajo metode, ki temeljijo na združevanju signalov enakih valovnih dolžin (*ang. wavelet*). Metoda glavnih komponent (PCA) se je izkazala kot najboljša metoda združevanja podob daljinskega zaznavanja med klasičnimi metodami (Sanjeevi et al., 2001; Vani et al., 2001). Njene prednosti in slabosti so opisali tudi Cliché et al. (1985) in Chavez et

²³ IUK – indeks uspešnosti klasifikacije. Metoda je predstavljena v poglavju 5.5.2.

al. (1991). Omenjene metode združevanja visokoločljivih in multispektralnih podob, razen metode signalov enakih valovnih dolžin, omogoča tudi programski paket ERDAS IMAGINE[®]. Na podlagi priporočil (ERDAS, 1999; Sanjeevi et al., 2001) je bila za metodo združevanja izbrana metoda glavnih komponent (PCA), saj se je ta pri danih podatkih zdela najprimernejša. Za izračunavanje izhodnih vrednosti celic po postopku združevanja je bila izbrana metoda kubične konvolucije. Metoda je natančneje opisana v Lillesand & Kiefer (1999). Osnovni vodili obdelave podob z metodo glavnih komponent sta postavki, da prva glavna komponenta vsebuje le informacije o albedu oz. osvetljenosti obravnavanega območja in, da je osvetljenost v kratkovalovnem IR spektru enaka tisti iz vidnega spektra (Welch & Ehlers, 1987). Na podlagi teh dveh trditev je bila prva glavna komponenta (PCA1-MK-4) podob MK-4, ki predstavlja osvetljenost območja na visokoločljivih podobah, zamenjana s prvo glavno komponento (PCA1-TM5) podob Landsat-5 TM. Rezultat je bil niz novih visokoločljivih multispektralnih podob obravnavanega območja.

Dejstvo, da so bile podobe Landsat-5 TM pridobljene poleti leta 1993, podobe MK-4 pa zgodaj jeseni leta 1991, ne moti, saj so bile podobe s stališča letnih časov pridobljene v kratkem časovnem razmiku. Napaka, ki je nastala med posnetkoma, je bila zanemarljiva in privzeto je bilo, da je prišlo v dvoletnem obdobju le do manjših sprememb tipov površja. Združevanje različnih časovnih podob z različno ločljivostjo so uspešno uporabili tudi Hongzhou & Yongjun (2001) ter Qin et al. (2001).

5.4. Problem barvnega prostora in njegova uporaba pri klasifikaciji podob daljinskega zaznavanja

Osnovnim pripravam podatkov za nadaljnje obdelave je sledila pretvorba dela podatkov v obliko, primernejšo za klasifikacijo v gruče (*ang. cluster*). To je bilo izvedeno z barvnim modelom CIE $L^*a^*b^*$, ki je opisan v tem podpoglavju. Podobe, obdelane z modelom, opisanim v poglavju 5.4.1., so bile primerjane z neobdelanimi ekvivalenti. Rezultati so predstavljeni v poglavjih 5.5.1 in 5.5.4.

5.4.1. Barvni model CIE $L^*a^*b^*$

Barvni model RGB, ki ga sestavljajo tri osnovne barve, rdeča, zelena in modra, je klasični model barvnega prostora, ki zaseda prvo mesto med načini obdelav podob. V uporabi je tudi barvni model IHS (tudi HSI, HSL ipd.). Ta se od prvega razlikuje po načinu merjenja barv, ki je bolj podoben človeškemu zaznavanju in deluje na osnovi čistosti in osvetljenosti, medtem ko prvi model deluje na osnovi seštevanja osnovnih treh barv. Problem opisanih dveh modelov je neenakomernost barvnega prostora, kar pomeni, da prehod med dvema barvama ne poteka linearno po premici Evklidske razdalje in opazna barvna razlika ni enaka za vse tri komponente prostora, ki ga sestavljajo (CIE, 1986; Guo et al., 2000). V nadaljevanju opisan model CIE $L^*a^*b^*$ ima lastnosti enakomernega barvnega prostora in se v grobem izogne omenjenim neenakostim barvnih razlik drugih dveh barvnih modelov (Guo et al., 2001). Model

barvnega prostora lahko prevedemo na skupine oz. gruče barv, kar lahko s pridom uporabimo pri klasifikaciji satelitskih podob. Cilj določitve novega barvnega prostora je torej ta, da bi pridobili lastnost enakomernosti prostora, kjer bo enaka razdalja vzdolž katere koli od treh osi predstavljala enako opazno barvno spremembo vzdolž iste osi.

Guo et al. (2001) so dokazali, da je model CIE $L^*a^*b^*$ uporaben pri klasifikaciji satelitskih podob, pridobljenih na večjem merilu. Pri problemu klasifikacije satelitskih podob z namenom določitve plazovitih območij je bil narejen korak dlje. Privzeto je bilo, da so vse barvne zloženke, predstavljene z RGB modelom, projekcija kanalov tvornikov v kartezijskem RGB barvnem prostoru. Ob tem pogoju je možna obravnava katere koli trojice podob kot pravih RGB komponent v $L^*a^*b^*$ barvnem modelu in končno njihovo združevanje v gruče v novem barvnem prostoru.

Kljub izboljševanju modelov pa nobena od opisanih metod še ne predstavlja popolne vizualne ocene povprečnih barvnih razlik.

5.4.2. Model barvnega prostora CIE $L^*a^*b^*$

Tristimulus vrednosti²⁴ X , Y in Z so navidezne osnovne enote, s katerimi je možno določiti barvno informacijo ali barvni dražljaj²⁵, ki ga sprejme človeško oko. Vrednosti X , Y in Z oz. barvne vrednosti znane barve osvetljenega predmeta je mogoče določiti po enačbah (po Colourware (2001), CIE (1986) in Sluban (1993)):

$$\left. \begin{aligned} X &= \int_{380}^{780} \bar{x}(\lambda) \times E(\lambda) \times R(\lambda) \times d\lambda, \\ Y &= \int_{380}^{780} \bar{y}(\lambda) \times E(\lambda) \times R(\lambda) \times d\lambda \text{ in} \\ Z &= \int_{380}^{780} \bar{z}(\lambda) \times E(\lambda) \times R(\lambda) \times d\lambda, \end{aligned} \right\} \text{Enačbe 5.1}$$

kjer je λ valovna dolžina (interval vidnega in bližnjega IR spektra je 380–780 nm). Spremenljivke $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ predstavljajo vrednosti transformantov $\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$ spektralnih občutljivosti $\bar{r}$, $\bar{g}$, $\bar{b}$ povprečnega človeškega očesa na barvne dražljaje treh primarnih barv, $E(\lambda)$ predstavlja vrednosti spektralne porazdelitve energije danega svetlobnega vira pri λ in $R(\lambda)$ predstavlja odbojno vrednost.

Sluban (1993) trdi, da je za praktično rabo zadostna diskretna obravnava v 16 točkah (pri 16 različnih valovnih dolžinah) v območju barvnega spektra med 400 in 700 nm v razmaku po 20 nm. Tako lahko enačbe 5.1 nadomesti enačba:

²⁴ ang. tristimulus values.

²⁵ ang. colour stimulus.

$$(X, Y, Z) = \sum_{j=1}^n (\bar{x}_j, \bar{y}_j, \bar{z}_j) \times E_j \times R(\lambda_j). \quad \text{Enačba 5.2}$$

Vrednosti spremenljivk $\bar{x} = \bar{x}_j$, $\bar{y} = \bar{y}_j$, $\bar{z} = \bar{z}_j$ so podane v preglednicah CIE (1986), rezultati enačbe 5.2 pa podajajo razmerja med tristimulus vrednostmi. Na osnovi teh razmerij, ki jih podajajo v številnih publikacijah (CIE (1986), Kuehni (1997), McDonald (1997), splet), je z enostavno obtežitvijo RGB vrednosti mogoče izračunati nove vrednosti podob v obliki tristimulus vrednosti. S pretvorbo osnovnih RGB vrednosti podob v nove X' , Y' in Z' vrednosti lahko posredno prve pretvorimo v vrednosti $L^*a^*b^*$ modela. Pri izračunu vrednosti X' , Y' in Z' se uporabljajo zgoraj omenjena razmerja oz. obtežitve med tristimulus vrednostmi opazovanega svetlobnega objekta in tristimulus vrednostmi standardnega svetlobnega objekta D_{65} . Za primer svetlobnega telesa D_{65} se uporabljajo naslednje enačbe:

$$\begin{aligned} X' &= 0,431 \times R + 0,342 \times G + 0,178 \times B, \\ Y' &= 0,222 \times R + 0,707 \times G + 0,071 \times B, \\ Z' &= 0,020 \times R + 0,130 \times G + 0,939 \times B, \end{aligned} \quad \text{Enačbe 5.3}$$

kjer R , G in B vrednosti pomenijo vhodne vrednosti primarnih podob, skalarne vrednosti pa predstavljajo obtežitve za pretvorbo v tristimulus vrednosti.

Poročilo CIE (1986) priporoča uporabo svetlobnega vira D_{65} kot standardnega zaradi njegovih lastnosti odsevnosti. Njegova porazdelitev svetlobne energije je skoraj identična porazdelitvi sevanja energije črnega telesa s povprečno temperaturo 6504K (Fortner & Meyer, 1997), podobna pa je tudi dnevni svetlobi severne poloble in se uporablja kot osnova za barvno določanje v severni Evropi (Fortner & Meyer, 1997; Colourware, 2001).

5.4.3. Pretvorba RGB vrednosti v CIE $L^*a^*b^*$ vrednosti

Pretvorba X' , Y' in Z' v L^* , a^* , b^* vrednosti je relativno enostavna in je prikazana z enačbami 5.4 do 5.7 (po Colourware (2001), CIE (1986) in Sluban (1993)). Tridimenzionalen, približno enoten, barvni prostor tvorijo med seboj pravokotne vrednosti L^* , a^* in b^* , ki jih določajo naslednje enačbe:

$$\left. \begin{aligned} L^* &= 116 \times \left(\frac{Y'}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} - 16, & \text{ob pogoju} & \quad \frac{Y'}{Y_n} > 0,008856 \\ L^* &= 903,3 \times \left(\frac{Y'}{Y_n} \right), & \text{ob pogoju} & \quad \frac{Y'}{Y_n} \leq 0,008856 \end{aligned} \right\} \quad \text{Enačbi 5.4}$$

$$\left. \begin{aligned} a^* &= 500 \times \left[f\left(\frac{X'}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y'}{Y_n}\right) \right], \\ b^* &= 200 \times \left[f\left(\frac{Y'}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z'}{Z_n}\right) \right], \end{aligned} \right\} \text{Enačbi 5.5}$$

kjer velja ob pogoju $\frac{Y'}{Y_n} \vee \frac{X'}{X_n} \vee \frac{Z'}{Z_n} > 0,008856$ naslednje:

$$\left. \begin{aligned} f\left(\frac{X'}{X_n}\right) &= \left(\frac{X'}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}}, \\ f\left(\frac{Y'}{Y_n}\right) &= \left(\frac{Y'}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} \text{ in} \\ f\left(\frac{Z'}{Z_n}\right) &= \left(\frac{Z'}{Z_n}\right)^{\frac{1}{3}}. \end{aligned} \right\} \text{Enačbe 5.6}$$

V primeru, da so vrednosti $\frac{Y'}{Y_n} \wedge \frac{X'}{X_n} \wedge \frac{Z'}{Z_n} \leq 0,008856$, veljajo enačbe:

$$\left. \begin{aligned} f\left(\frac{X'}{X_n}\right) &= 7,787 \times \left(\frac{X'}{X_n}\right) + \frac{16}{116}, \\ f\left(\frac{Y'}{Y_n}\right) &= 7,787 \times \left(\frac{Y'}{Y_n}\right) + \frac{16}{116} \text{ in} \\ f\left(\frac{Z'}{Z_n}\right) &= 7,787 \times \left(\frac{Z'}{Z_n}\right) + \frac{16}{116}. \end{aligned} \right\} \text{Enačbe 5.7}$$

Evklidska razdalja (Enačba 5.8) v barvnem prostoru $L^*a^*b^*$ je v precejšnjem sorazmerju z zaznavno barvno razliko med dvema točkama istega prostora oz. med dvema barvama (Sluban, 1993; Colourware, 2001), kar je v veliko pomoč pri prostorskem združevanju ali klasificiranju barv in posredno površinskih tipov v gruče. Shema starega (RGB) in novega ($L^*a^*b^*$) barvnega prostora je prikazana na spodnji sliki (Slika 5.2).

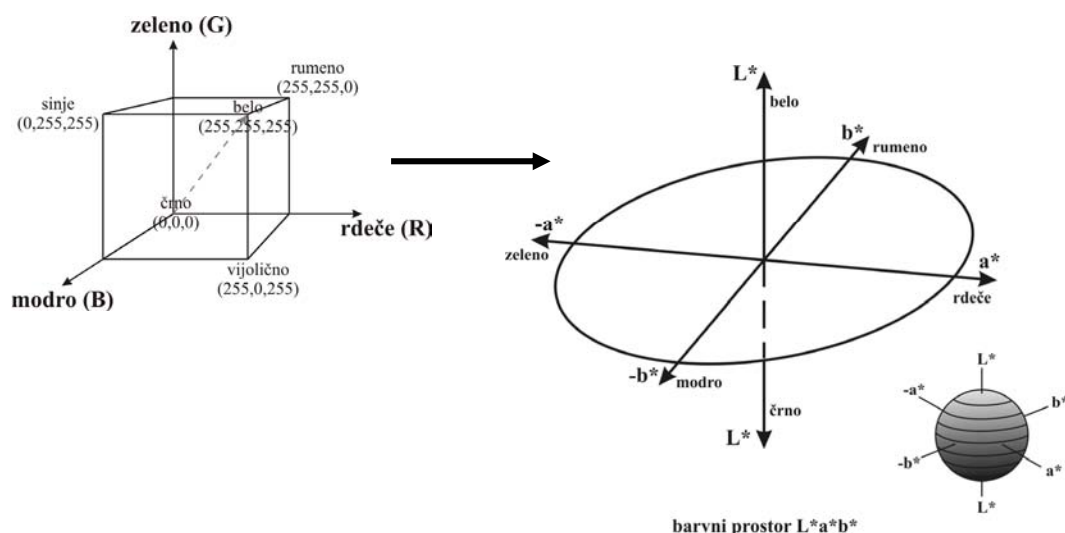
$$\Delta E = \Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}. \quad \text{Enačba 5.8}$$

S pretvorbo tristimulus vrednosti v vrednosti $L^*a^*b^*$ so bile te nato z metodo RGB gruč (*ang. RGB clustering*) klasificirane v skupine na osnovi razdalj med vrednostmi celic v barvnem prostoru. Skupine imajo enake ali zelo podobne barvne lastnosti, ki na podobah predstavljajo določene površinske tipe. Metoda RGB gruč (glej poglavje

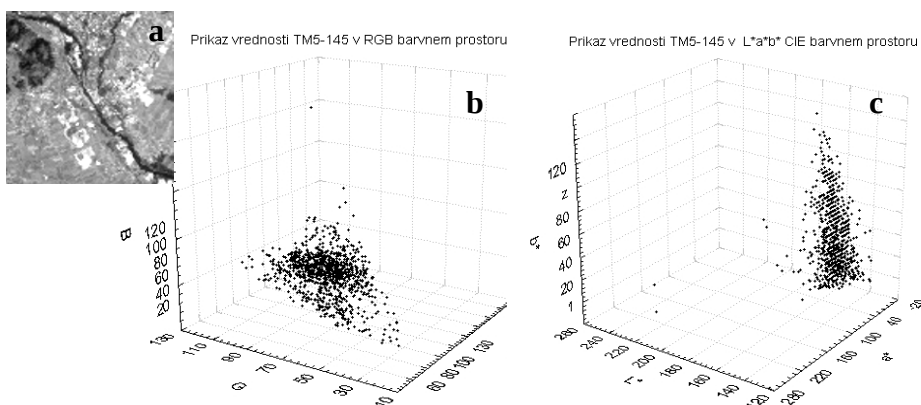
5.5.4.) je idealna metoda združevanja podatkov, umeščenih v CIE $L^*a^*b^*$ barvni prostor, in sicer zaradi njenega upoštevanja sferičnega vplivnega polja pri klasifikaciji barvnih vrednosti. Evklidska razdalja, ki določa najkrajšo razdaljo med središčema dveh razredov oz. gruč v barvnem prostoru, predstavlja premico postopnega prehoda med idealnima vrednostima teh dveh razredov.

Slika 5.3 podaja prostorski prikaz vrednosti dela podobe TM5 (kanali 1, 4 in 5 – a) v barvnem prostoru RGB (b) in v CIE $L^*a^*b^*$ (c). Iz diagramov je razvidna bolj koncentrirana porazdelitev vrednosti celic podobe na sliki 5.3–a v CIE $L^*a^*b^*$ prostoru kot v prostoru RGB.

Shema modela pretvorbe vrednosti RGB barvnega prostora v vrednosti CIE $L^*a^*b^*$ barvnega prostora je podana v prilogi – Priloga II – CIELAB.

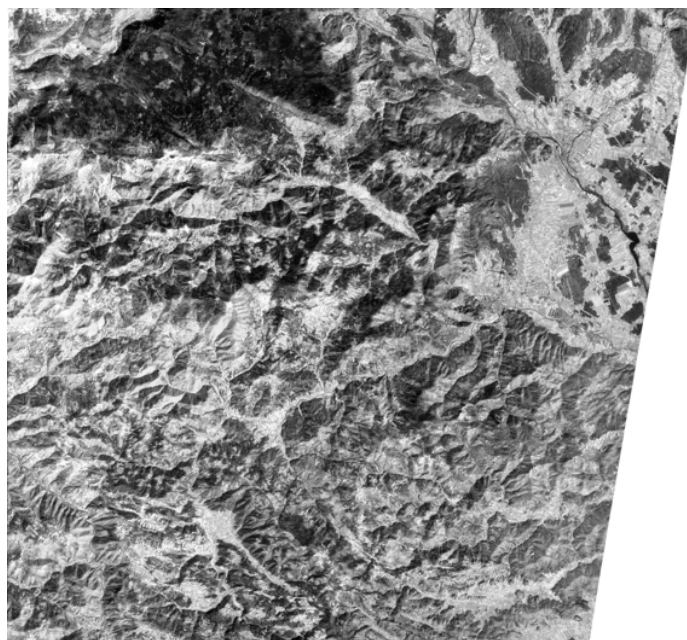


Slika 5.2 – Barvni prostor $L^*a^*b^*$. Vrednost L^* predstavlja osvetljenost, vrednost a^* prehod med zeleno in rdečo barvo in b^* prehod med modro in rumeno barvo. Na manjši sliki je prikazan barvni prostor RGB.

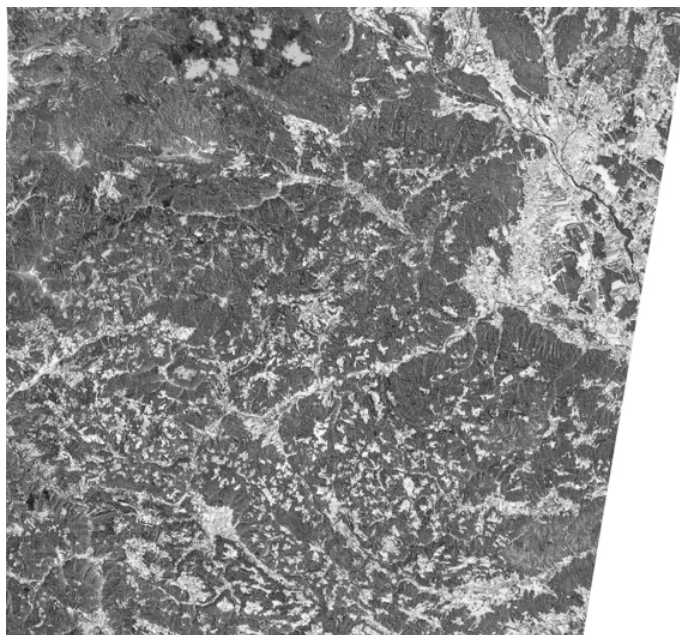


Slika 5.3 – Satelitska podoba Kranja in okolice (TM5, kanali – 1, 4 in 5) (a), prikaz vrednosti celic podobe v RGB barvnem prostoru (b) in v CIE $L^*a^*b^*$ barvnem prostoru.

Razliko po transformaciji zloženke, sestavljene iz 4., 3. in 2. kanala podobe obravnavanega območja, iz RGB barvnega prostora v CIE $L^*a^*b^*$ barvni prostor prikazujeta spodnji sliki (Slika 5.4 in Slika 5.5). Prva prikazuje zloženko v prostoru RGB in druga njen ekvivalent v prostoru $L^*a^*b^*$. Na slednji je opazna večja diferenciacija znotraj temnejših območij ter med gozdnatimi in ostalimi območji.



Slika 5.4 – Zloženka iz 4., 3. in 2. kanala satelitske podobe *tm5_res_merge* v RGB barvnem prostoru, prikazana s sivimi odtenki.



Slika 5.5 – Zloženka iz 4., 3. in 2. kanala satelitske podobe *tm5_res_merge* v CIE $L^*a^*b^*$ barvnem prostoru, prikazana s sivimi odtenki.

5.5. Analiza in klasificiranje satelitskih podob (posnetkov)

Pripravi podatkov satelitskih posnetkov sledi njihova obdelava z analitičnimi metodami in pridobivanje koristnih informacij za nadaljnje modeliranje. V tem podpoglavju so predstavljene uveljavljene metode osnovnega statističnega opisa podob (OIF) in metode klasifikacije (ISODATA, metoda RGB gruč) ter rezultati analiz z omenjenimi metodami.

5.5.1. Faktor največjega vpliva (OIF)

Metoda OIF – faktor (dejavnik) največjega vpliva (*ang. optimum index factor*) sodi med enostavnejše metode statističnega opisa podob ali zloženek in temelji na enostavni predpostavki, da so za optimalni prikaz lastnosti obravnavanega območja najboljše kombinacije spektralnih kanalov s čim večjim količnikom vsote spektralnih odklonov (δ_i) in vsote absolutnih vrednosti korelacijskih koeficientov (r_i). Opisan postopek so uspešno uporabili Chavez et al. (1982), Grunicke (1990), Bischoff & Prinz (1994) in Prinz (1996), zato je bil uporabljen kot osnova za razporeditev pomembnosti barvnih zloženek različnih podob. Enačba, ki določa faktor največjega vpliva, je zapisana kot:

$$OIF = \frac{\sum \delta_i}{\sum |r_i|}, \quad \text{Enačba 5.9}$$

kjer i predstavlja število nizov vhodnih podatkov oz. podob.

Po enačbi 5.9 so bili izračunani faktorji posameznih kombinacij spektralnih kanalov za različne podobe. Njihove najvišje vrednosti so prikazane v naslednji preglednici (Preglednica 5.1), kjer stolpec “C” pomeni kombinacijo treh od n -možnih kanalov podobe. Tretji stolpec “ $\Sigma\delta_i$ ” podaja vrednosti vsote spektralnih odklonov, četrti, “ $\Sigma|r_i|$ ”, vsote absolutnih vrednosti korelacijskih koeficientov in zadnji vrednosti OIF, razvrščene po velikosti, od največje do najmanjše. Vrednosti vseh OIF so podane za orientacijo v prilogi – Priloga III – OIF. Z metodo OIF uporabnik zmanjša število kanalov na najbolj uporabne, kar omogoča prihranek spominskega prostora in hitrejše analize.

V alinejah so predstavljene oznake podob, katerih opisi se pojavljajo v spodnji preglednici (Preglednica 5.1):

- *TM5-1:7* predstavlja lastnosti vseh sedmih spektralnih kanalov podobe Landsat-5 TM,
- *TM5_MK158* predstavlja rezultat z metodo glavnih komponent (PCA) združenih podob Landsat-5 TM (spektralni kanali 1-5 in 7) in MK-158,
- *TM5_MK159* predstavlja rezultat z isto metodo združenih podob Landsat-5 TM (spektralni kanali 1-5 in 7) in MK-159,
- *TM5_MK160* predstavlja rezultat s PCA združenih podob Landsat-5 TM (spektralni kanali 1-5 in 7) in MK-160,

- *TM5_MK160_pca* predstavlja z metodo glavnih komponent (PCA) na 6 komponent analizirano podobo TM5_MK160 (MK-4 160 je med posameznimi podobami MK-4 dala najboljše rezultate),
- *TM5_mk_pca1* predstavlja rezultat, z metodo glavnih komponent, združenih podob Landsat-5 TM in prve glavne komponente vseh treh spektralnih kanalov MK-4 (PCA1-MK-4),
- *TM5_mk_noise_pca1* predstavlja enako podobo kot je prejšnja, le da je bil pred analizo iz podobe MK-4 izločen signal šuma (*ang. noise*),
- *TM5_mk_pca1_tassel* in *TM5_mk_noise_pca1_tassel*, predstavljata podobi TM5_mk_pca1_tassel in TM5_mk_noise_pca1, obdelani z metodo Tassel Cap²⁶, ki je primerna za vegetacijske študije. Metoda omogoča z rotacijo originalnih vrednosti v prostoru boljše ločevanje vegetacije od tal. podrobneje je opisana v Richards (1996), ERDAS (1999) in Mather (1999).

Preglednica 5.1 – Največje vrednosti OIF za posamezne podobe.

Podoba	C	$\Sigma\delta_i$	$\Sigma r_i $	OIF
TM5-1:7	134	35,44	0,42	84,25
TM5-1:7	147	38,05	0,57	67,33
TM5-1:7	124	33,35	0,50	67,28
TM5-1:7	145	50,41	0,78	65,00
TM5-1:7	135	40,99	0,82	49,75
TM5_MK158	145	93,21	2,60	35,80
TM5_MK158	345	84,51	2,60	32,55
TM5_MK158	456	88,31	2,72	32,42
TM5_MK158	245	82,47	2,64	31,19
TM5_MK158	156	79,91	2,76	28,90
TM5_MK159	145	97,63	2,52	38,79
TM5_MK159	456	104,10	2,79	37,28
TM5_MK159	345	96,16	2,64	36,48
TM5_MK159	245	93,05	2,66	35,01
TM5_MK159	156	84,14	2,69	31,28
TM5_MK160	145	62,69	1,94	32,28
TM5_MK160	345	61,09	2,13	28,70
TM5_MK160	245	58,55	2,16	27,13
TM5_MK160	456	65,66	2,43	27,06
TM5_MK160	146	45,74	1,91	23,92
TM5_MK160_pca	124	55,64	0,00010	569886,38
TM5_MK160_pca	146	43,26	0,00012	350833,99
TM5_MK160_pca	134	50,83	0,00016	316503,18
TM5_MK160_pca	126	53,90	0,00019	278704,69
TM5_MK160_pca	145	44,01	0,00025	173894,28
TM5_mk_pca1	145	78,02	2,25	34,60
TM5_mk_pca1	345	76,58	2,42	31,69
TM5_mk_pca1	456	82,73	2,65	31,25
TM5_mk_pca1	245	73,80	2,44	30,18

²⁶ Tassel Cap metoda je metoda linearne pretvorbe originalnih podatkov za lažje opazovanje vegetacije (Crist et al., 1986; Crist & Kauth, 1986). Novi parametri predstavljajo (1) osvetljenost (*ang. brightness*), ki je povezana z variacijami glede na tip tal, (2) zelenost (*ang. greenness*), ki je povezana z variacijami zelenega rastlinstva, (3) vlago (*ang. wetness*), ki je povezana z variacijami vlage v tleh in rastlinstvu, (4) meglice (*ang. haze*), zadnja dva parametra, (5) in (6), pa predstavljata nedoločene lastnosti površja. Podrobneje je metoda opisana v Richards (1993), ERDAS (1999), Mather (1999) in Lillesand & Kiefer (1999).

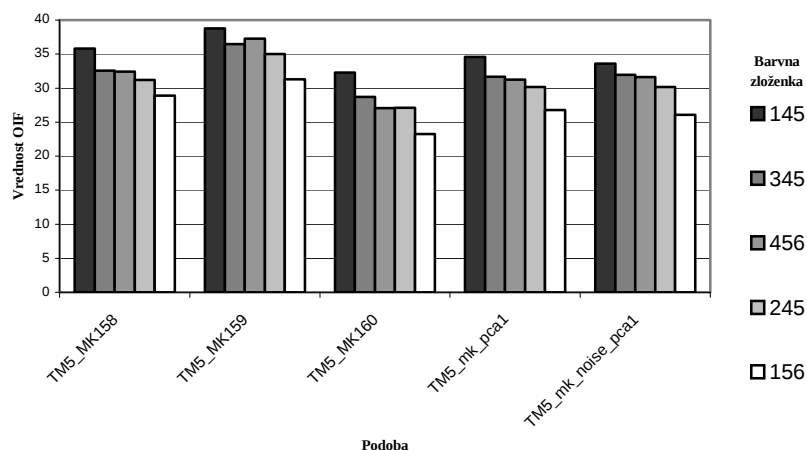
Podoba	C	$\Sigma\delta_i$	$\Sigma r_i $	OIF
TM5_mk_pca1	156	68,45	2,55	26,80
TM5_mk_noise_pca1	145	86,43	2,57	33,61
TM5_mk_noise_pca1	345	80,14	2,51	31,96
TM5_mk_noise_pca1	456	84,42	2,67	31,64
TM5_mk_noise_pca1	245	78,26	2,59	30,17
TM5_mk_noise_pca1	156	71,65	2,75	26,05
TM5_mk_pca1_tassel	256	18,29	0,25	72,81
TM5_mk_pca1_tassel	235	35,68	0,50	71,76
TM5_mk_pca1_tassel	125	60,12	0,87	69,05
TM5_mk_pca1_tassel	156	46,47	0,83	55,76
TM5_mk_pca1_tassel	135	63,87	1,15	55,30
TM5_mk_noise_pca1_tassel	235	32,26	0,44	73,77
TM5_mk_noise_pca1_tassel	256	18,68	0,25	73,33
TM5_mk_noise_pca1_tassel	125	64,83	0,95	68,55
TM5_mk_noise_pca1_tassel	135	64,45	1,11	58,04
TM5_mk_noise_pca1_tassel	156	50,87	0,92	55,25

Pri podobah TM5-1:7, TM5_MK160_pca, TM5_mk_pca1_tassel in TM5_mk_noise_pca1_tassel so bile originalne vrednosti namenoma spremenjene oz. rotirane v barvnem prostoru, zaradi česar se rezultati močno razlikujejo od drugih podob, ki so prikazane na spodnji sliki (Slika 5.6). Pri slednjih podobah se pojavlja trend enakih barvnih zloženek, med katerimi ima največjo vrednost OIF barvna zloženka kanalov 1, 4 in 5. Med največjimi petimi vrednostmi OIF se zaporedje delno spreminja, kombinacije barvnih zloženek pa ostajajo iste. Med najbolj uporabnimi spektralnimi kanali sta se pokazala peti, ki se pojavlja v vseh petih kombinacijah in četrti, ki se pojavlja v prvih štirih kombinacijah. Oba sta uporabna za določanje vlage v tleh in rastlinah, četrti pa služi tudi za ločevanje tipov vegetacije (Lillesand & Kiefer, 1999). Carlson & Taylor (1995) sta prikazala njuno uporabnost in uporabnost tretjega kanala pri ugotavljanju plazovitih območij na primeru območja južnega Ekvadorja. Woldai (1995) in Martínez-Alegria et al. (1998) so določili za geološke raziskave najbolj uporabno barvno zloženko, ki jo sestavljajo kanali 5, 4 in 1 iz Landsat-5 TM.

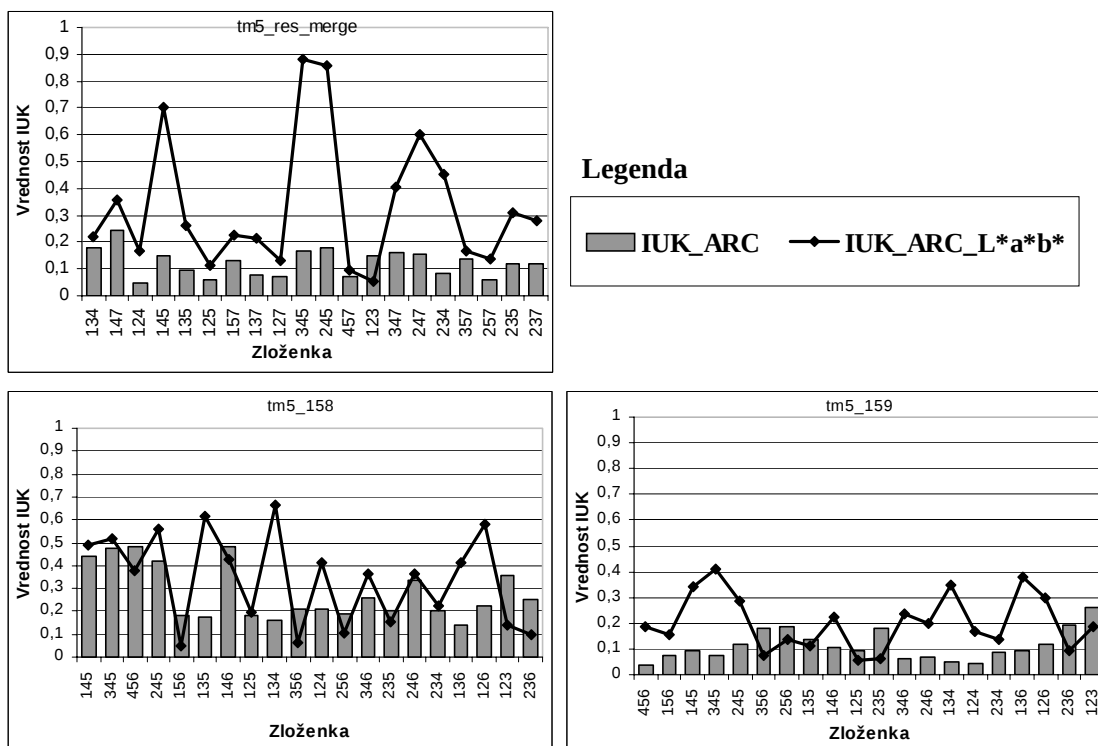
Slika 5.6 prikazuje vrednosti OIF za podobe, pri katerih se pri vrhu pojavljajo enake barvne zloženke. Prav pri vseh podobah ima barvna zloženka kanalov 1, 4 in 5 največjo vrednost.

Vrednosti OIF prikazujejo splošno vsebnost podatkov po posameznih spektralnih ali analitičnih kanalih posameznih podob, ne podajajo pa vsebinskih lastnosti kanalov. Prikazana razdelitev kombinacij pomaga pri izbiri najprimernejših zloženek kanalov za nadaljnje analize, ni pa ta kazalec nujno najboljši in popolnoma zanesljiv (Lillesand & Kiefer, 1999). To se je pokazalo tudi pri klasifikaciji zloženek z namenom določitve območij s plazovi. Zloženke z najvišjimi vrednostmi OIF niso bile nujno najprimernejše za lociranje plazovitih območij (Slika 5.7). Tu so predstavljene vrednosti OIF za prej predstavljene podobe (Preglednica 5.1), razen za podobe *tm5_res_merge*. Za te podobe vrednosti OIF ni možno izračunati zaradi narave njihove obdelave (pred združevanjem z visokoločljivimi podobami so bile grupirane v skupine po tri). Odstopanja vrednosti OIF od rezultatov IUK (glej naslednje podpoglavje) so

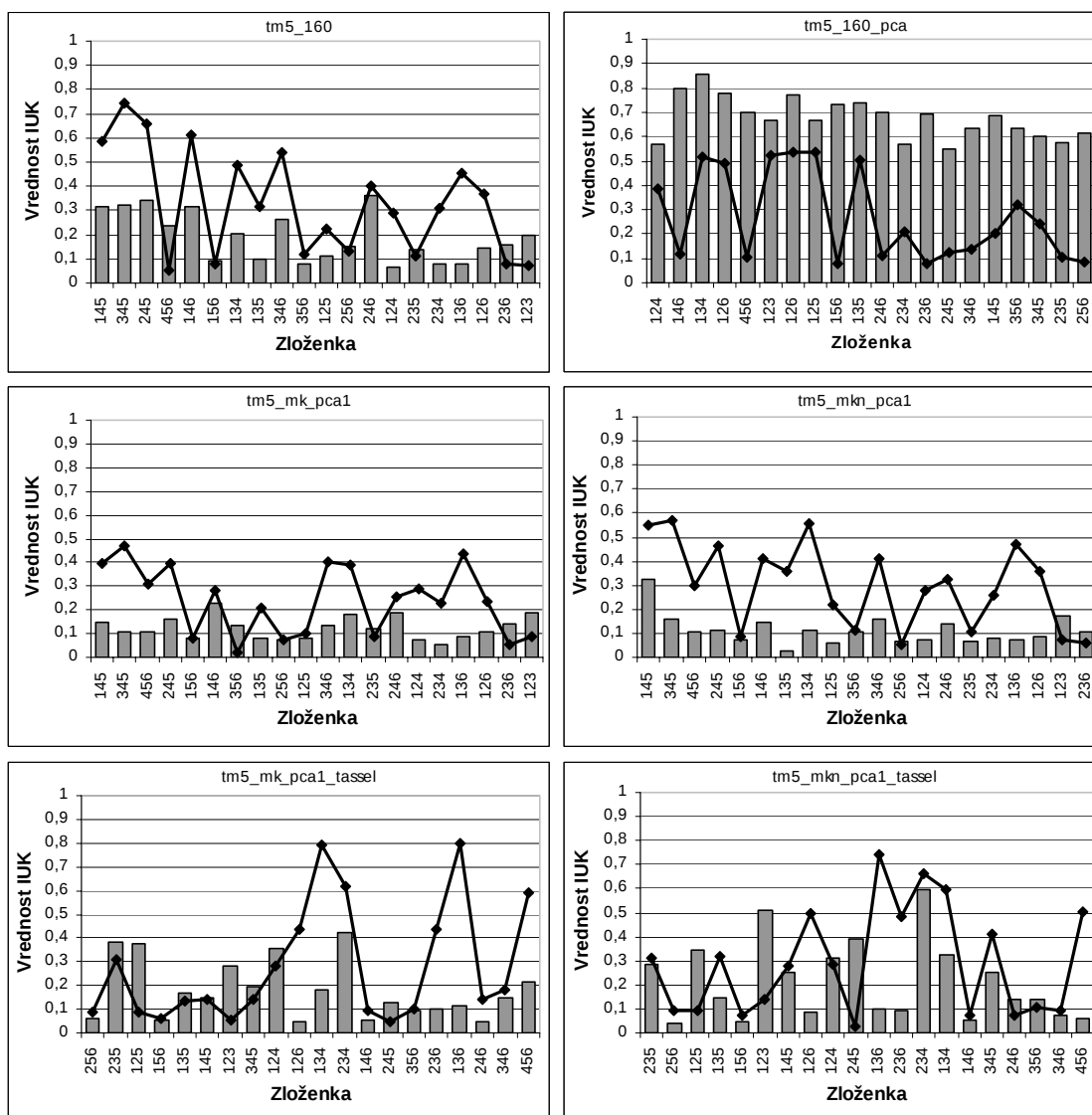
najverjetneje posledica binarne razdelitve tipov površja na take s plazovi in take, kjer plazov ni, najverjetneje pa so odstopanja posledica neuporabnosti metode OIF za določanje tako specifičnih lokacij, kot so območja plazov. Podrobnejše lastnosti površinskih tipov so bile pri klasifikaciji namenoma zanemarjene. Ponujajo pa priložnost za nadaljnje podrobnejše raziskave uporabljenih podob pri določanju tipov površja.



Slika 5.6 – Vrednosti OIF za podobe, pri katerih se pri vrhu pojavljajo enake barvne zloženke.



Slika 5.7 – Vrednosti indeksa uspešnosti klasifikacije (IUK) za 20 zloženk 9-ih osnovnih podob, razvrščenih od največjega OIF na levi do najmanjšega OIF na desni. Slike prikazujejo nepovezanost med vrednostmi OIF posameznih kombinacij kanalov (prikazani na abscisni osi) z uspešnostjo klasifikacije plazovitih območij. Indeks uspešnosti klasifikacije je izračunan po enačbi 5.11.



Slika 5.5 – Nadaljevanje.

Iz zgornje slike je razvidno, da rezultati klasifikacije podob za ugotavljanje plazovitih območij kažejo na uporabnost drugih kanalov podob, kot to nakazujejo vrednosti OIF. Vrednosti OIF tako ne podajajo najprimernejših barvnih zloženk za želeno klasifikacijo.

5.5.2. Rezultati klasifikacije barvnih zloženk satelitskih podob

Določitev kakovosti rezultatov klasifikacije satelitskih podob je del postopka obdelave podatkov, ki je nehoti njegov najpomembnejši člen. Od pravilnosti in objektivnosti analize klasifikacije ter interpretacije rezultatov so odvisni nadaljnji postopki ali ponovitev procesa ali njegovo nadaljevanje na naslednji stopnji obdelave podatkov. Za določitev kakovosti klasifikacije se pogosto (Richards, 1993; Lilesand & Kiefer, 1998; Mather, 1999; Gorsevski et al., 2000; Melgani et al., 2000) uporablja matrika napak.

Zaradi narave binarne klasifikacije (plaz/neplaz) je bila poleg matrike napak upoštevana tudi površina razredov (oz. gruč) s plazovi²⁸.

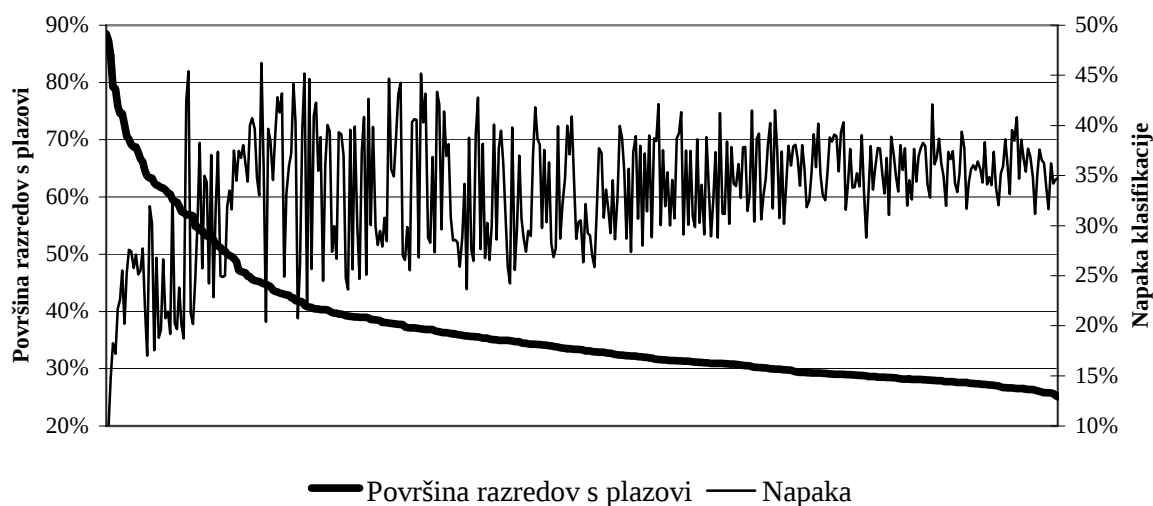
Najboljši kazalci reprezentativnosti vzorca in uspešnosti klasifikacije so delež pravilno klasificiranih plazov, izražen z enačbo 5.10, delež relativne površine razredov s plazovi (A_{r_plaz}), delež površine razredov α in β napake (A_{r_napaka}) in koeficient korelacije med razredi z učnim in razredi s kontrolnim nizom plazov (Enačba 5.11).

$$k_{prav} = \frac{n_p - (\alpha n_p + \beta n_p)}{n_p}, \quad \text{Enačba 5.10}$$

kjer k_{prav} predstavlja količnik pravilno klasificiranih plazov, n_p število vseh plazov pri klasifikaciji, αn_p število plazov pri napaki α ²⁷, βn_p pa število plazov pri napaki β ²⁷. Indeks uspešnosti klasifikacije (IUK) je izražen z enačbo:

$$IUK = \frac{k_{prav}}{A_{r_plaz} + A_{r_napaka}} \times r_{xy}, \quad \text{Enačba 5.11}$$

kjer je k_{prav} količnik pravilno klasificiranih plazov, izračunan po enačbi 5.10. A_{r_plaz} predstavlja odstotek površine obravnavanega območja, ki jo zasedajo razredi s plazovi, A_{r_napaka} predstavlja odstotek površine obravnavanega območja, ki jo zasedajo razredi α in β napake, in r_{xy} predstavlja koeficient korelacije med razredi z učnim in razredi s kontrolnim nizom plazov. Osnovno vodilo enačbe 5.11 temelji na načelu večje vrednosti IUK pri večji uspešnosti klasifikacije. Večji vrednosti količnika pravilno klasificiranih plazov in korelacijskega koeficienta pomenita boljši rezultat klasifikacije, ki pa je lahko lažno velik, če je nenormalno velika tudi površina razredov s plazovi.



Slika 5.8 – Razmerje med površino, ki jo zasedajo razredi (oz. gruče) s plazovi, in napako klasifikacije. Podatki zajemajo rezultate za 418 različnih podob.

²⁷ Napaka α predstavlja stopnjo tveganja pojavljanja območij s plazovi, ki so klasificirana kot območja brez pojavov plazov, napaka β pa predstavlja stopnjo tveganja pojavljanja območij brez plazov, ki so klasificirana kot območja s pojavi plazov. Prevedeno v škodo, predstavljata obe napaki nepotrebne stroške, prva sanacije nastale škode, druga pa preventivnih ukrepov na nepotrebnih lokacijah. Razlog za vključitev območij α in β v oceno uspešnosti klasifikacije je bila izbira varnejše ocene napovedi plazovitih območij.

Zaradi relativno visoke negativne korelacije ($r = -0,549$) med površino, ki jo zasedajo razredi s plazovi, in napako klasifikacije ($1 - k_{prav}$), je smiselno, da se ob upoštevanju omenjenega korelacijskega koeficienta ter površine razredov napak α in β poišče najboljše razmerje med njima, ki zadostuje zgornjima dvema pogojema²⁸, (1) visoki reprezentativnosti učnih celic in (2) še smiselni površini razredov s plazovi. Slika 5.8 prikazuje razmerje med površino, ki jo zasedajo razredi s plazovi, in napako klasifikacije, ki je enaka vsoti αn_p in βn_p . Opazen je trend zmanjševanja površine razredov, ki vsebujejo plazove, ob istočasnem naraščanju napake klasifikacije. Naloga analitika je, da določi najboljše razmerje med prikazanima vrednostima.

Z metodo RGB gruč je bilo analiziranih 180 različnih kombinacij podob, obdelanih z modelom CIE L*a*b*, enako število jih je bilo analiziranih brez obdelave z modelom CIE L*a*b*, 58 pa jih je bilo analiziranih s klasičnimi metodami nenadzirane klasifikacije. Skupaj je bilo tako analiziranih 418 podob. Rezultati so prikazani v poglavju 5.6 in v prilogi Priloga V – IUK.

5.5.3. Nenadzirana klasifikacija

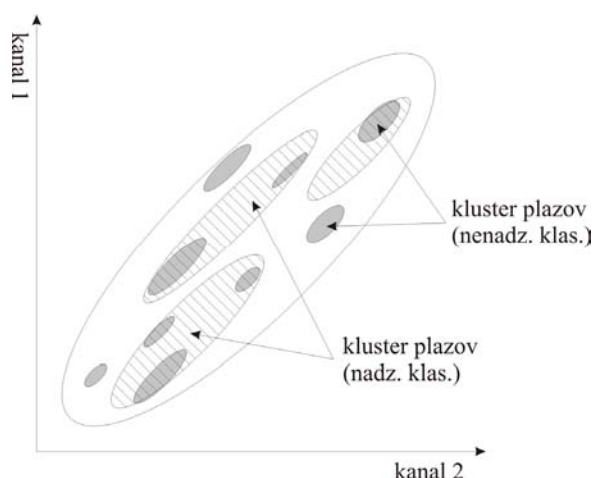
Metoda združevanja gruč pri nenadzirani klasifikaciji²⁹, imenovana tudi ISODATA, sodi med najbolj uporabljane metode pridobivanja podatkov iz podob, ki jih dobimo z daljinskim zaznavanjem (Jensen, 1996). Algoritem temelji na večkratni zaporedni klasifikaciji (ponovitvi) s sprotim izračunavanjem središč gruč in klasificiranjem točk v barvnem prostoru v najbližji kluster oz. gručo. Začetna središča gruč so v barvni prostor postavljena naključno in se z vsako ponovitvijo premaknejo v prostoru in reorganizirajo, dokler ne dosežejo optimalne lege oz. dokler ni doseženo želeno število ponovitev (ERDAS, 1999). S to metodo je možno ugotoviti manjše naravne spektralne skupine (gruče), ki niso tako očitne in izstopajoče (Wharton & Turner, 1981; Campbell, 1987; Lillesand & Kiefer, 1999). Metode nenadzorovane klasifikacije in združevanja v gruče so podrobneje opisane v Richards (1993), ERDAS (1999) in Lillesand & Kiefer (1999). Tako Richards (1993) kot tudi ERDAS (1999) navajajo, da začetna naključna postavitev središč gruč v barvnem prostoru ob zadostnem številu ponovitev ne vpliva na natančnost klasifikacije. Pomanjkljivost metode je njeno trajanje, ki narašča s številom kanalov in številom gruč.

Metoda nenadzirane klasifikacije pri klasifikaciji plazov je po menju avtorja učinkovitejša in uporabnejša od metode nadzirane klasifikacije, saj so učne celice pri slednji podvržene subjektivni oceni, ki nehoti omejuje število razredov, katerim

²⁸ V idealnem primeru bi bila reprezentativnost učnih celic 100 %, površina razredov pa velika kot površina vseh plazov na območju. Lastnosti razredov so le posredno povezane s pojavljanjem plazov, zato 100 % reprezentativnost za plazovita območja ni možna. Bolj ko razredi s plazovi predstavljajo določen površinski tip, ki je povezan s pojavljanjem plazov, večja je reprezentativnost učnih celic. Z ohlapnejšimi pogoji reprezentativnosti (Slika 5.9) učnih celic se površina razredov s plazovi povečuje, obenem pa se zmanjšuje uporabnost podatkovnega sloja pri napovedi območij, kjer je tveganje pojavljanja plazov večje. V najslabšem primeru bi površina razredov s plazovi obsegala celotno območje, s tem pa bi bil ta podatkovni sloj neuporaben.

²⁹ Nenadzirana klasifikacija (ISODATA – *ang. Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*) je ponavljajoča se metoda razvrščanja podatkov v klustre oz. gruče na podlagi njihovih spektralnih razlik (ERDAS, 1999).

pripadajo plazovi. Obenem generalizira razred plazov, ki je zelo splošen pojem in je na podobah sestavljen iz večjega števila podrazredov oz. gruč. Prva metoda je zato primernejša pri določanju neznanih razredov tipov površja³⁰, na katerih se pojavljajo plazovi. Nenadzirana klasifikacija samodejno optimalno izloči (omeji) gruče oz. razrede s pripadajočimi plazovi, medtem ko lahko nadzirana klasifikacija pomotoma zajame tudi območja med gručami plazov (Slika 5.9). Glavni pogoj pri nenadzirani klasifikaciji je zagotovitev zadostnega števila razredov, na katere so razdeljeni podatki. Večje število razredov sicer razdrobi rezultate, a tako se izognemo neželeni vključitvi območij med gručami plazov. Čeprav se je treba zavedati razdrobitve glavnih razredov (tipov površja) na relativno veliko število “podrazredov”, je bila vseeno izbran ta tip klasificiranja. Za metodo nenadzirane klasifikacije, tako kot za metodo RGB gruč, je bilo izbrano relativno veliko število razredov. Na osnovi števila plazov v učnem nizu, ki je bilo 293, je bilo izbrano število 1023 gruč (1024 razredov vključno z razredom izven območja), kar je 3,5-krat večja vrednost, obenem pa je to število gruč 4-krat večje od števila odtenkov v 8-bitni barvni lestvici. Tako visoko število razredov bi morale zadostovati razdelitvi plazov v razrede, ki predstavljajo barvne lastnosti celic s plazovi, izbrano pa je bilo zaradi čim boljše izključitve območij med gručami. Končno število razredov je seveda majhno, saj je rezultat klasifikacije nekajstopenjska razdelitev, ki predstavlja območja z možnim pojavljanjem plazov pri različnih verjetnostih in območja, kjer to ni možno. Število 1024 gruč je najverjetneje absurdno, a v izogib omenjenim vplivom, ostaja avtor pri izbranem. Ta razdelitev zaradi svoje binarne lastnosti (plaz/neplaz) nima vpliva na rezultate klasifikacije.



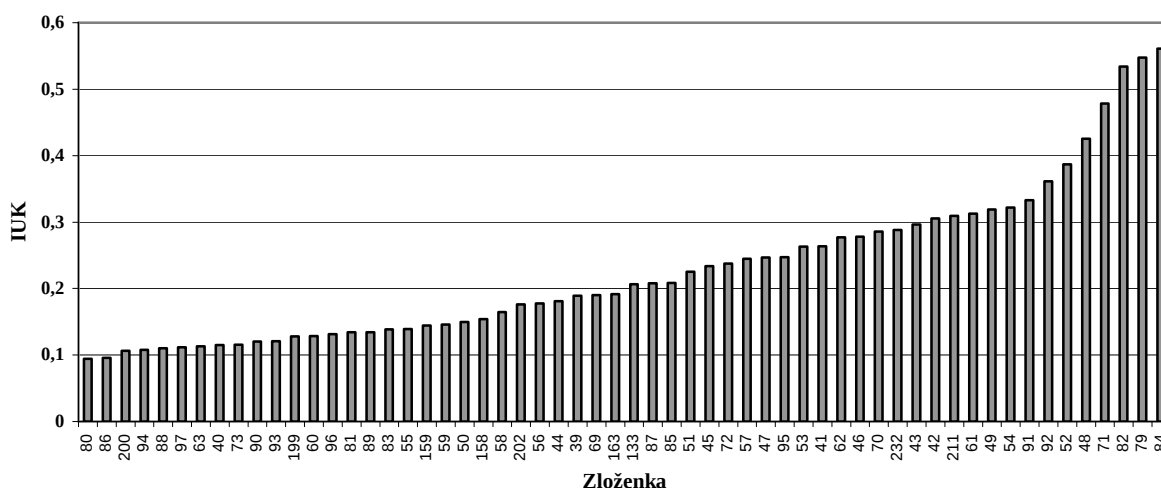
Slika 5.9 – Razlika med nenadzirano in nadzirano klasifikacijo pri določanju gruč s plazovi.

Ocena, da vsi plazovi pripadajo omejenemu številu razredov, ki je precej manjše od števila plazov, drži v teoriji, v realnosti pa le do neke mere. Plazovita območja so za razliko od značilnih površinskih tipov lahko precej heterogena. Pojavi plazov so povezani z različnimi dejavniki in podatki daljinskega zaznavanja upoštevajo tudi nekatere od motečih ali manj pomembnih dejavnikov, glavni vir podatkov podob pa so

³⁰ Površinski tip je umetni pojem, ki ga je ustvaril analitik. Naj bo še tako homogen, vseh dejavnikov vpliva in njegovih vsebnostnih lastnosti analitik ne more zajeti. Tako površinski tip vedno vsebuje subjektivno noto, ki prispeva k napaki klasifikacije. Razred, dobljen z metodo nenadzorovane klasifikacije, je klasificiran (razdeljen) na podlagi svojih barvnih lastnosti, te pa so funkcija več naravnih dejavnikov (stabilna komponenta, variabilna komponenta in šum) in na tej stopnji obdelave podatkov niso odvisne od vpliva analitika.

tip površja, raba tal oz. vegetacijski pokrov. Plazovita območja je zato s satelitskimi podobami smotrno določiti z metodo nenadzirane klasifikacije, ki združuje tipe površja na podlagi znanih in neznanih lastnosti. Tako se izognemo subjektivnemu vplivu na razdelitev. Razredov ne določajo več učne celice s plazovi, temveč plazovi (učne celice) pripadajo razredu površinskega tipa, na območju katerega se pojavljajo. Cilj klasifikacije je, da razredi, katerim pripadajo učna območja, pokrivajo čim manjše površine s čim večjim številom učnih območji³¹ in, da testna območja pripadajo istim razredom oz. kar največjemu številu razredov s plazovi. Pri slednjem je treba upoštevati možnost nereprezentativnosti, ali drugače, nekatera testna območja lahko pripadajo razredom pokrovnih tipov, na območju katerih učna območja niso bila zajeta.

Na spodnji sliki (Slika 5.10) so prikazani rezultati metode nenadzirane klasifikacije za 58 kombinacij barvnih zloženek. V nenadzirano klasifikacijo je bilo zaradi dolgotrajnosti postopka zajetih le 58 kombinacij. V 81 % primerov so bili rezultati klasifikacije z metodo nenadzirane klasifikacije slabši od metode RGB gruč.



Slika 5.10 – Rezultati nenadzirane klasifikacije za 58 kombinacij barvnih zloženek. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zloženek, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženke.

Vrednosti IUK, ki so prikazane na y (ordinatni) osi, so izračunane po metodi, predstavljeni v poglavju 5.5.2. Najuporabnejša podoba pri napovedovanju plazov, klasificirana z metodo nenadzirane klasifikacije, je *tm5_mk_pca1_tassel_84_un*. Podoba je rezultat združitve zloženke 2., 5. in 6. kanala posnetka Landsat5 TM s prvo glavno komponento visokoločljive podobe MK (*mkn_pca1*) in je nato pred klasifikacijo obdelana z metodo Tassel Cap. Kljub dejstvu, da je omenjena podoba najuporabnejša med podobami, klasificiranimi z nenadzirano klasifikacijo, pa je vrednost IUK nizka, le 0,561.

³¹ da so čim bolj reprezentativna.

5.5.4. Metoda RGB gruč

Drugi pristop, ki je bil uporabljen za klasificiranje barvnih zložen, se imenuje metoda RGB gruč³² (*ang. RGB clustering*) in temelji na postavitvi podatkov v tridimenzionalni barvni prostor in njihovem združevanju glede na vrednosti. Uporabnik sam določi število gruč, med katere se med postopkom razdelijo podatki v barvnem prostoru, in minimalni prag velikosti posamezne gruče. Celice, ki med združevanjem niso vključene v nobeno od gruč, so ob koncu postopka pripisane gruči, kateri središču so najbližje (ERDAS, 1999). Ta korak ni najprimernejši, saj ne upošteva variance podatkov posamezne gruče, vendar pa je možno njegovo pomanjkljivost do neke mere zmanjšati s povečanjem števila gruč. Število razredov je bila tudi pri tej metodi določena na 1024.

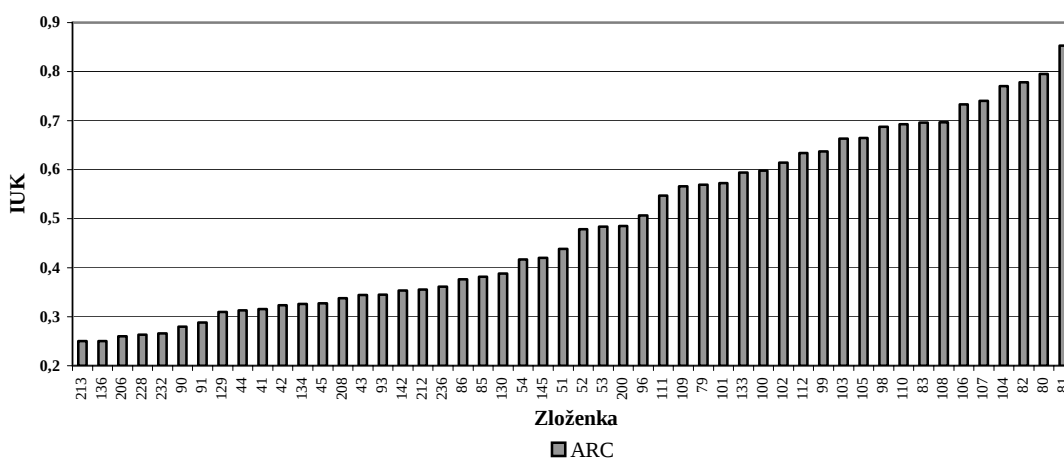
Prednost te metode je, da poteka le v enem ciklu, za razliko od ISODATA metode, opisane v prejšnjem poglavju, in je zaradi tega neprimerno hitrejša. Z zmanjšanjem obdelovalnega časa se zmanjšajo tudi stroški postopka obdelave podatkov.

Rezultati podob, obdelanih po metodi "ARC", kažejo (Slika 5.11), da dosegajo najboljše rezultate podobe *tm5b_160_pca*, po obdelavi z metodo "ARC_LAB" pa se iste podobe ne uvrščajo visoko po uspešnosti klasifikacije. Iz rezultatov je možno sklepati, da obdelava podob z metodo glavnih komponent negativno vpliva na uspešnost klasifikacije z metodo CIE L*a*b*. Najvišjo vrednost IUK (0,8531) je dosegla zloženka, sestavljena iz 1. (91,61 %), 3. (2,61 %) in 4. (1 %) glavne komponente. Vrednosti v oklepajih prikazujejo delež skupne variance, ki ga prispeva posamezna komponenta. Prvo komponento tvorijo predvsem podatki visokoločljive podobe MK-4 160. Vizualno prikazuje osenčenost in poraščenost površja, analiza korelacije z drugimi prostorskimi podatki pa pokaže relativno visoko korelacijo prve komponente ($r = 0,333$) s podatki o naklonu pobočij. Na tretji komponenti izstopajo območja brez ali z nizko vegetacijo (travniki) in na četrti komponenti območja z močno izraženo odsevnostjo (albedom), npr. urbana območja in oblaki, opazen pa je tudi šum v obliki črt, pravokotnih na smer leta satelita. Ti dve komponenti najverjetneje črpata podatke iz IR dela spektra (Slika 5.12), četrto komponento pa zaznamuje tudi šum.

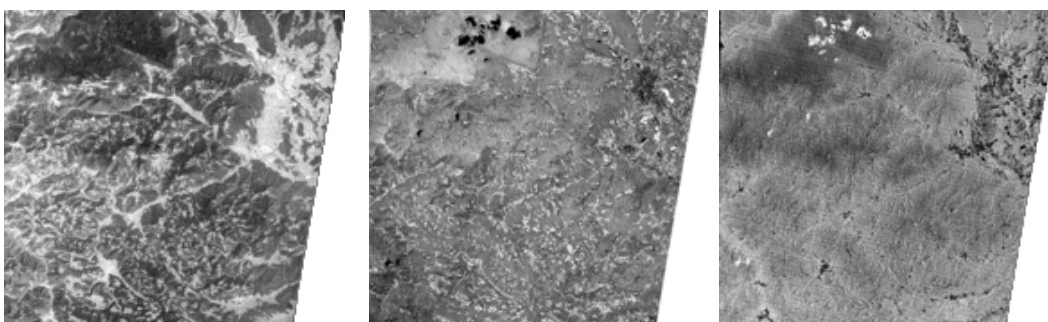
Slika 5.14 prikazuje rezultate uspešnosti klasifikacije podob, klasificiranih po metodi "LAB_ARC". Najvišji dve mesti zasedata zloženki, dobljeni iz podobe *tm5_res_merge*, kjer so bile združene z modelom CIE L*a*b* obdelane podobe Landsat-5 TM z od šuma očiščeno prvo glavno komponento visokoločljive podobe MK-4. Najboljše rezultate med vsemi analiziranimi zloženkami je pokazala zloženka kanalov 3, 4 in 5 (Slika 5.13), ki jo natančneje opisujem v nadaljevanju. Sledi ji podobna zloženka, ki jo sestavljajo kanali 2, 4 in 5, tej pa tri zloženke, dobljene iz podob *tm5_mk_pca1* in *tm5_mkn_pca1*, ki sta bili obdelani z metodo Tassel cap²⁶.

³² Metoda RGB gruč (*ang. RGB clusternig*) temelji na združevanju celic v skupine glede na njihovo lego v barvnem prostoru. Oznaka "ARC" v besedilu pomeni metodo RGB gruč, pri kateri so bile obdelane podobe, ki niso bile pretvorjene v CIE L*a*b* barvni model, "ARC_LAB" pa predstavlja oznako za metodo RGB gruč pri kateri so bile obdelane podobe, pretvorjene v CIE L*a*b* barvni model.

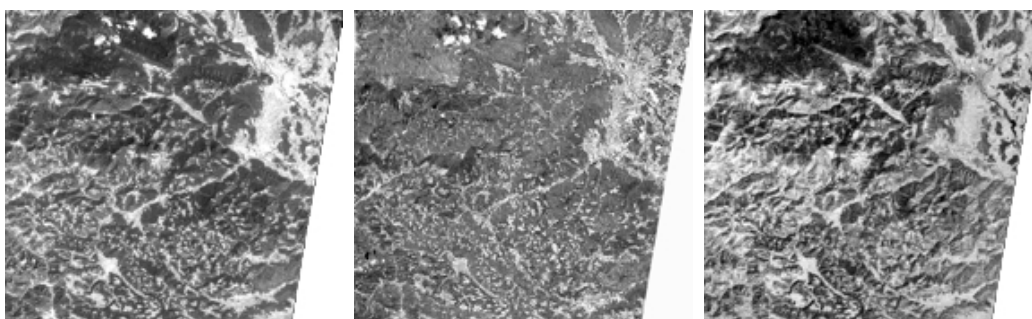
Zloženske sestavljajo v dveh primerih komponente 1, 3 in 6, enkrat pa komponente 1, 3 in 4. Prva Tassel cap komponenta predstavlja osvetljenost podobe, tretja prisotnost vlage, četrta meglice, zadnja, šesta pa neznane vplive. Slika 5.15 prikazuje štiri omenjene kanale.



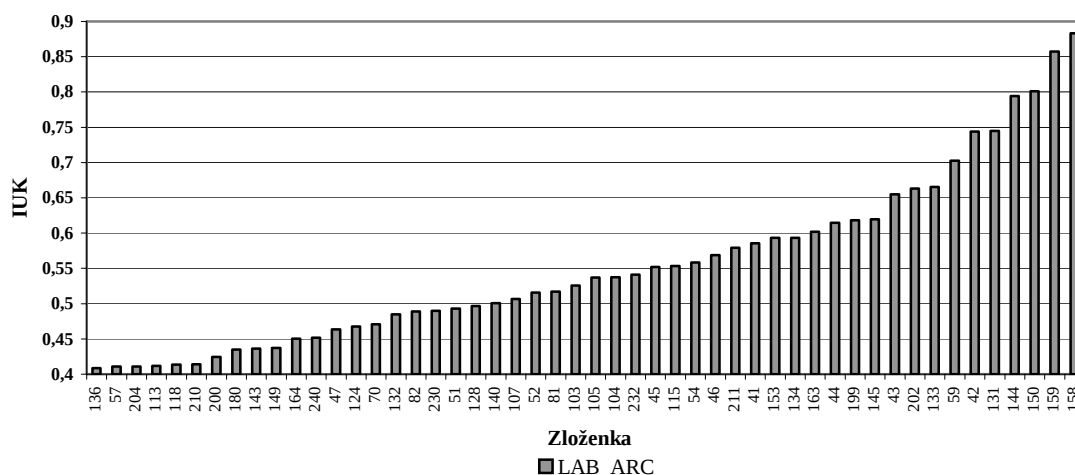
Slika 5.11 – Rezultati za 50 najbolj uvrščenih kombinacij barvnih zloženk, klasificiranih z metodo “ARC”. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zloženk, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženske.



Slika 5.12 – Osnovni kanali zloženske, sestavljene iz prve (91,61 %), tretje (2,61 %) in četrte (1 %) glavne komponente podobe *tm5b_160_pca*. Vrednosti v oklepajih podajajo deleže komponent v skupni varianci. Podobe so orientirane proti severu, dolžina spodnje stranice pa znaša 32 kilometrov.

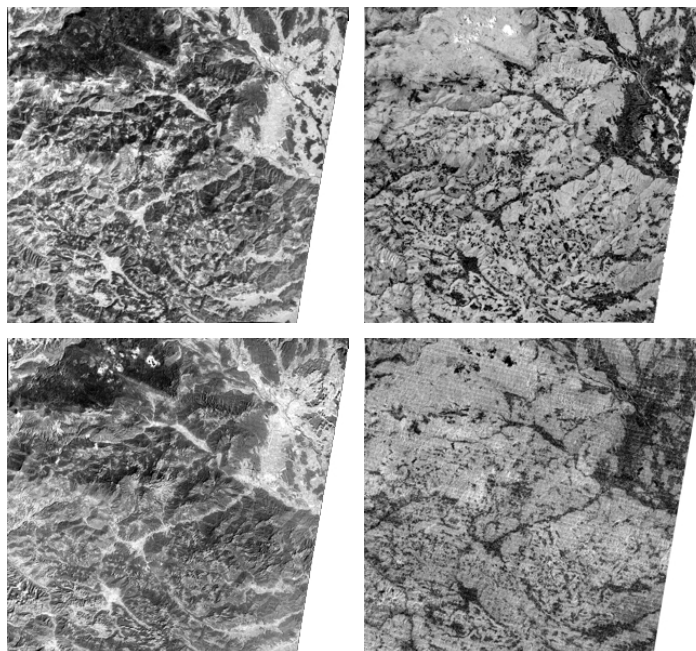


Slika 5.13 – Tretji, četrti in peti kanal osnovne podobe *tm5_res_merge*, ki sestavljajo najuspešnejšo zloženko *lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024*. Podobe so orientirane proti severu, dolžina spodnje stranice pa znaša 32 kilometrov.



Slika 5.14 – Rezultati za 50 najboljše uvrščenih kombinacij barvnih zložen, klasificiranih z metodo “LAB_ARC”. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zložen, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženke.

Na zgornji sliki (Slika 5.13) je na prvi podobi, ki predstavlja tretji kanal podobe *tm5_res_merge*, izražena odsevnost površinskih tipov, na drugi, ki predstavlja četrti kanal iste podobe, sta izraženi vegetacija in vlaga, ter na tretji, ki prikazuje peti kanal, sta opazni morfologija območja in poraščenost. Histogrami so podani v prilogi Priloga V – IUK.



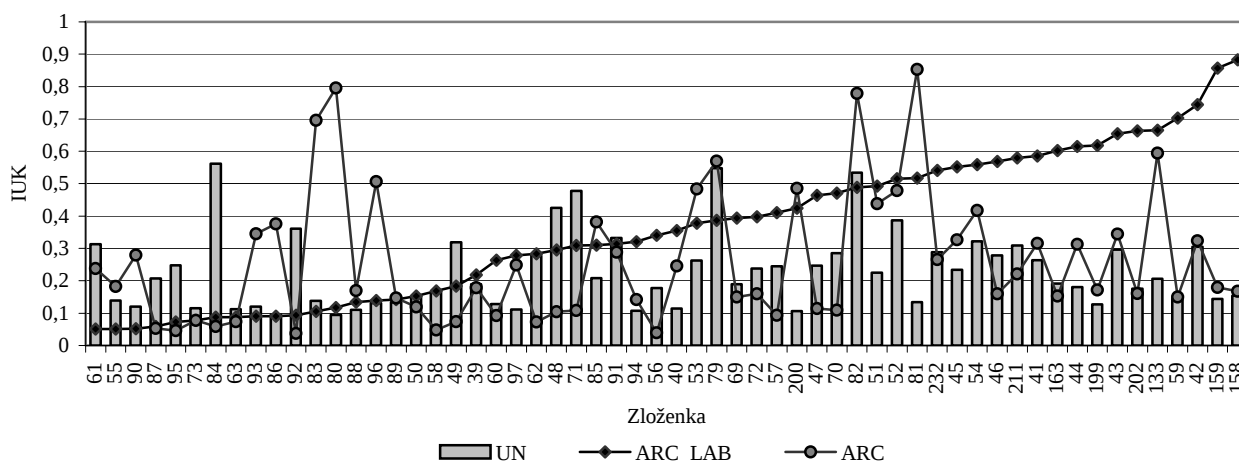
Slika 5.15 – Prvi, tretji, četrti in šesti kanal osnovne podobe in *tm5_mkn_pca*, obdelane z metodo Tassel cap²⁶. Podobe so orientirane proti severu, dolžina spodnje stranice pa znaša 32 kilometrov.

Prva podoba (Slika 5.15) prikazuje odsevnost površja (*ang. brightness*). Temnejša območja predstavljajo območja gostejše vegetacije. Druga podoba prikazuje stopnjo

prisotnosti vlage v vegetaciji na površini tal (*ang. wetness*), kjer svetlejša območja predstavljajo območja z več vlage. Tretja podoba prikazuje meglice (*ang. haze*) in geomorfološke lastnosti terena. Četrta podoba predstavlja “sestavljanke” šumov in podatkov o vegetaciji.

Slika 5.16 prikazuje rezultate metode RGB gruč 58-ih kombinacij, ki so bile obdelane tudi z metodo nenadzirane klasifikacije. Na sliki so predstavljene vrednosti IUK obdelav podob pred in po pretvorbi v CIE L*a*b* barvni model. Prve so prikazane kot “ARC”, druge pa kot “ARC_LAB”. Za primerjavo so na sliki podane tudi vrednosti IUK za nenadzorovano klasifikacijo (“UN”). Vrednosti IUK za podobe, spremenjene z CIE L*a*b* modelom, so prikazane po velikosti, od najnižje do najvišje. V 81 % primerov so bili rezultati klasifikacije z metodo RGB gruč boljši od rezultatov metode nenadzirane klasifikacije.

Za 9 osnovnih podob in njihovih 20 kombinacij, skupaj 180 zloženek, so bili primerjani rezultati indeksa učinkovitosti klasifikacije (IUK), dobljeni neposredno z metodo RGB gruč in po obdelavi z CIE L*a*b* modelom. Slika 5.17 prikazuje rezultate, razvrščene po velikosti IUK za model CIE L*a*b*, za iste zloženke pa so prikazane tudi vrednosti IUK, dobljene pred obdelavo z modelom CIE L*a*b*.

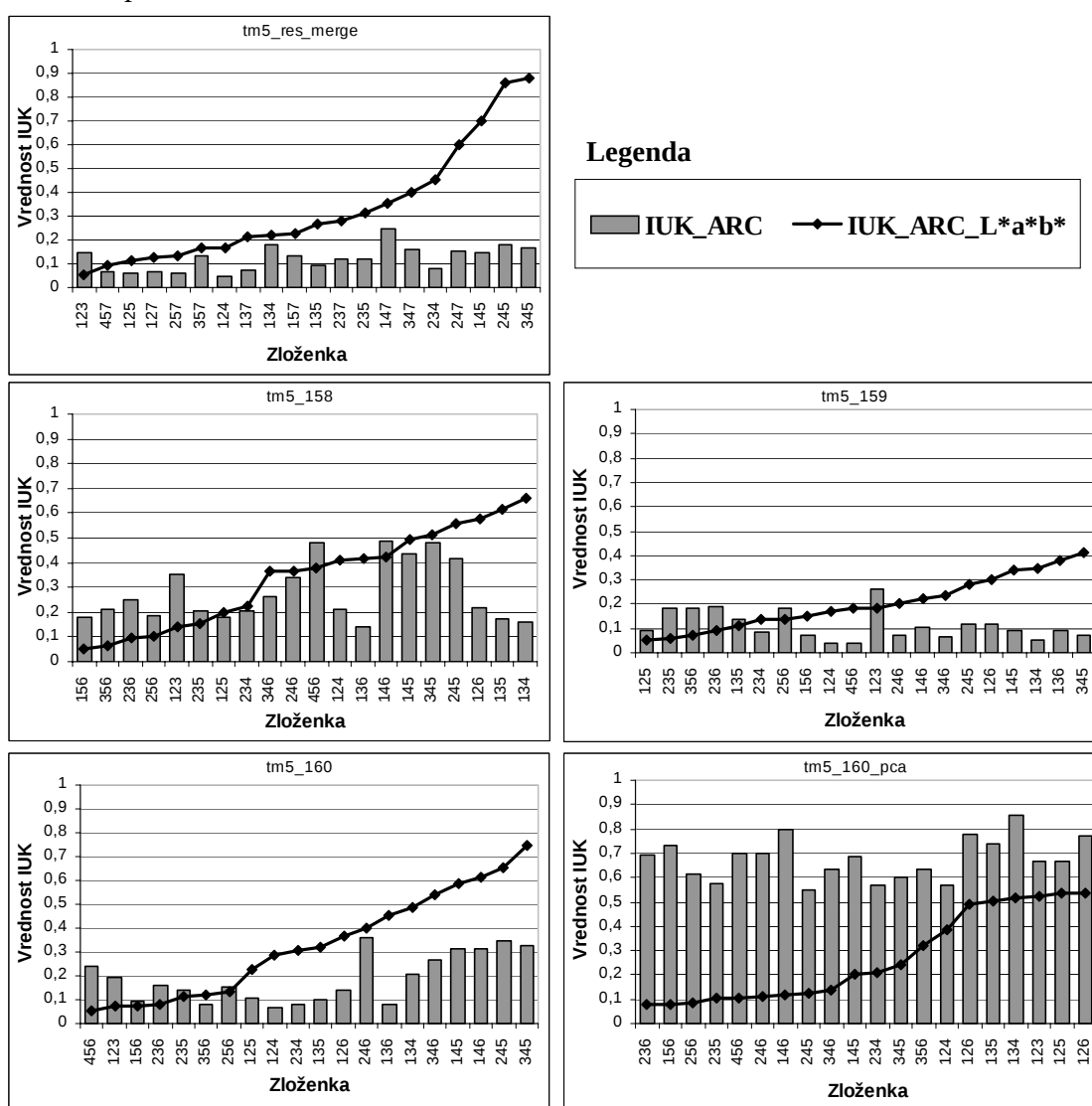


Slika 5.16 – Rezultati metode RGB gruč za osnovnih 58-ih zloženek. Abscisa prikazuje zaporedne številke različnih barvnih zloženek, katerih lastnosti so podane v prilogi – Priloga IV – Zloženke.

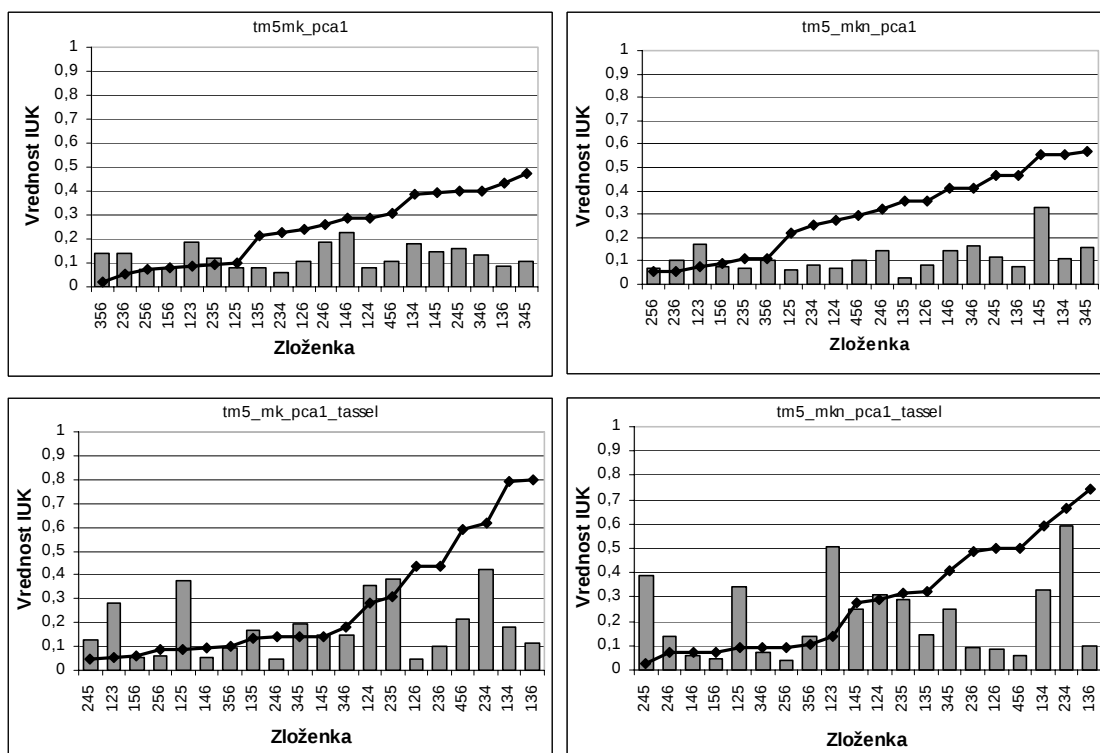
Pri vseh, razen pri podobi *tm5_160_pca*, dosegajo IUK zloženek podob, obdelanih z modelom CIE L*a*b*, večje vrednosti od IUK zloženek podob, ki so bile dobljene neposredno z metodo RGB gruč. Kot najuporabnejša se je izkazala kombinacija 3., 4. in 5. kanala podobe *tm5_res_merge* (IUK = 0,883). Med zloženkami podob, združenimi s prvotnimi podobami MK-4, dajejo najboljše rezultate zloženke podobe *tm5_160*, dobljene z združitvijo podob Landsat-5 TM in podobo zelenega dela spektra (MK-160). Zloženke podob, dobljenih z metodo Tassel Cap, so nekoliko manj uspešne od *tm5_res_merge*, presenetljivo nizke vrednosti IUK pa so dosegle zloženke podob *tm5_mk_pca1* in *tm5_mkn_pca1*. To nakazuje na večjo uporabnost metode CIE L*a*b* na primarnih podatkih oz. podobah, pred pretvorbo vrednosti celic z drugimi

modeli in metodami. Podobe oz. njihove zloženke, dobljene z združevanjem podob Landsat-5 TM z osnovnimi visokoločljivimi podobami MK-4 (158, 159 in 160), dajo slabše rezultate uspešnosti klasifikacije, a boljše kot zloženke podob *tm5_mk_pca1* in *tm5_mkn_pca1*. To dejstvo si je možno razložiti z že omenjenim negativnim vplivom združevanja glavnih komponent podob na kasnejše modeliranje z CIE $L^*a^*b^*$ modelom.

Iz navedenega je možno sklepati, da metoda združevanja podob glavnih komponent negativno vpliva na nadaljnje modeliranje z CIE $L^*a^*b^*$ modelom. Najboljše rezultate tako dajo visokospektralne podobe, katerih vrednosti so bile z modelom CIE $L^*a^*b^*$ obdelane, preden so bile združene z visokoločljivimi podobami. Najboljše rezultate so dale zloženke osnovnih podob *tm5_res_merge*, *tm5_mk_pca1_tassel* in *tm5_mkn_pca1_tassel*.



Slika 5.17 – Vrednosti indeksa uspešnosti klasifikacije (IUK) za 20 zloženek 9-ih osnovnih podob, dobljenih neposredno z metodo RGB gruč (IUK_ARC) in po obdelavi z CIE $L^*a^*b^*$ modelom (IUK_ARC_L*a*b*). Vrednosti na sliki so razvrščene od najmanjšega IUK_ARC_L*a*b* na levi, do največjega na desni. Slike kažejo, da dajo zloženke, obdelane z drugo metodo, boljše rezultate. Trditev ne drži le v primeru osnovne podobe *tm5_160_pca*. Indeks uspešnosti klasifikacije je bil izračunan po enačbi 5.11.



Slika 5.10 – Nadaljevanje.

5.6. Rezultati analiz satelitskih podob

Satelitske podobe bo bile analizirane (klasificirane) z dvema metodama, ki sta opisani v prejšnjih podpoglavjih. Tu so podani rezultati najuporabnejših podob, kombinacij oz. barvnih zloženek pri napovedi plazovitih območij.

Preglednica 5.2 prikazuje prve tri vrednosti indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK). V prvem stolpcu "Osnovna podoba" je podana podoba, iz katere je bila narejena zloženka, predstavljena v drugem stolpcu. Tretji stolpec predstavlja vrednosti IUK za zloženke, obdelane z CIE $L^*a^*b^*$ modelom in nato klasificirane z metodo RGB gruč, četrti stolpec predstavlja vrednosti IUK za zloženke, klasificirane z metodo RGB gruč, zadnji stolpec pa predstavlja vrednosti IUK za iste zloženke, klasificirane z nenadzirano klasifikacijo. Odebeljeno so označene največje vrednosti IUK za posamezno podobo – zloženko, ki so razvrščene po velikosti, začevši z največjo. Vse vrednosti IUK so podane v prilogi – Priloga V – IUK.

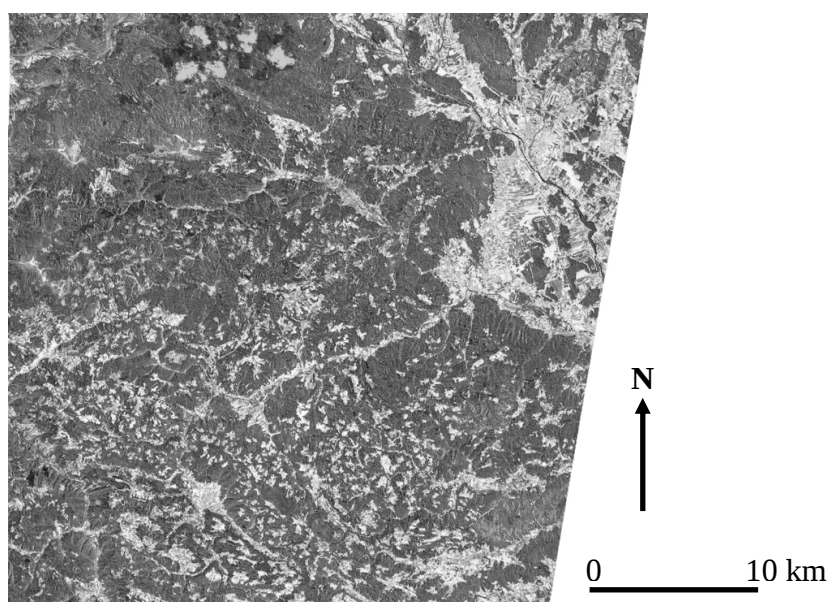
Preglednica 5.2 – Podobe s tremi največjimi vrednostmi indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK).

Osnovna podoba	Podoba – zloženka	IUK_ARC_LAB	IUK_ARC	IUK_UN	Model
tm5_res_merge	lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024	0,882989965	0,1680641	0,15403722	Arc_Lab
tm5_res_merge	lab_245_mkn_pca1_arc_159_1024	0,857231499	0,17974474	0,14416232	Arc_Lab

Osnovna podoba	Podoba – zloženska	IUK_ARC_LAB	IUK_ARC	IUK_UN	Model
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_134_arc_81_1024	0,517095848	0,85310183	0,13423624	Lab

Največjo uspešnost napovedovanja plazov je dala podoba – zloženska iz kanalov 3, 4 in 5, obdelana z CIE $L^*a^*b^*$ modelom, združena s prvo glavno komponento visokoločljive podobe MK-4 (*mkn_pca1*) in nato klasificirana z metodo RGB gruč (*lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024*; Slika 5.18). Osnovna podoba predstavlja združeno satelitsko podobo Landsat-5 TM s prvo glavno komponento (PCA1) podobe s satelita Resurs-F2. Za najprimernejše so se izkazali kanali 3, 4 in 5, vendar pa vrednosti celic v teh kanalih niso več originalne, saj so bile pretvorjene pri obdelavi z modelom CIE $L^*a^*b^*$ in pri združevanju. Kljub temu vsebuje podoba informacijo o površinskih tipih oziroma o dejavniku, ki vpliva na pojavljanje plazov. V nadaljnjem besedilu bo izraz “podoba 345” uporabljen izključno za pravkar opisano satelitsko podobo.

Po uspešnosti napovedi sledi podoba, dobljena po enakem postopku kot prva, sestavljajo jo le drugi kanali – 2, 3 in 4, tretja pa je rezultat združitve podob Landsat – 5 TM s podobami Resursovega kanala 160 (zeleni del spektra).



Slika 5.18 – Podoba *lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024* je dala najboljše rezultate pri napovedi plazov. Sestavljajo jo kanali 3, 4 in 5, satelitske podobe Landsat-5 TM, združene s prvo glavno komponento (PCA1) podobe s satelita Resurs-F2. Obdelana je bila z CIE $L^*a^*b^*$ modelom in nato klasificirana z metodo RGB gruč.

Preglednica 5.3 prikazuje lastnosti podobe 345. Prvi stolpec (“n”) podaja število razredov po prisotnosti plazov, drugi podaja iste vrednosti v odstotkih. Stolpec “Plazovi (%)” podaja deleže plazov glede na lastnosti razredov, stolpec “Površina (%)” podaja deleže površin, ki jih pokrivajo razredi z ali brez plazov, zadnja dva stolpca pa podajata največja števila plazov v enem razredu, prvič le za primer učnega niza plazov in drugič za vse plazove skupaj. Podobo 345 sestavlja 1024 razredov, od

katerih jih 780 ne vsebuje plazov, 103 razredi, ki vsebujejo plazove, so klasificirani kot območja brez plazov (napaka α), in 77 razredov, na območju katerih se plazovi ne pojavljajo, so razvrščeni med plazovita območja (napaka β). Razredov, kjer se pojavljajo plazovi in ki so klasificirani kot plazovita območja, je 64. Območja, kjer so možni pojavi plazenj, pokrivajo 54,43 % površine obravnavanega območja. Razred z največ, 59 plazovi, pokriva 5,4 % površine ozemlja. Razredi z napako α pokrivajo 12,6 %, razredi z napako β 8,1 %, območja, kjer ni zabeleženih plazov, pokrivajo 45,6 %, in območja, za katera lahko trdim, da so plazov zabeleženi tako v učnem kot tudi v kontrolnem nizu, pokrivajo 33,7 % površja. Uspešnost klasifikacije je bila 79,2 %.

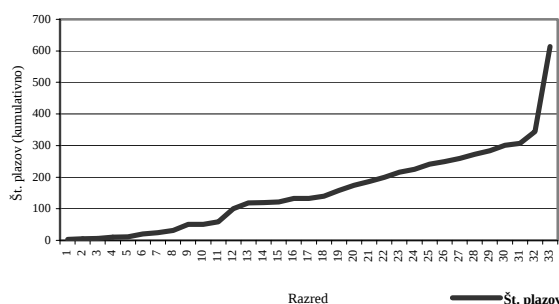
Preglednica 5.4 prikazuje podatke o grupiranju plazov po razredih. V prvem stolpcu so podane vse vrednosti števila plazov, ki se pojavljajo v posameznih razredih, v drugem številu razredov s številom plazov v prvem stolpcu in tretji stolpec podaja kumulativne vrednosti števila plazov.

Preglednica 5.3 – Lastnosti podobe 345.

	n	n (%)	Plazovi (%)	Površina (%)	Plaz_uč _{max}	Plaz_sk _{max}
Vsi razredi	1024	100 %	100 %	100 %	-	-
Razredi brez plazov	780	76,17 %	0,00 %	45,57 %	0	0
Razredi s plazovi	64	6,25 %	65,31 %	33,69 %	34	59
Razredi (napaka α)	103	10,06 %	19,38 %	12,59 %	3	3
Razredi (napaka β)	77	7,52 %	15,31 %	8,14 %	3	3

Preglednica 5.4 – Razporejenost plazov po razredih in kumulativna krivulja števila plazov po razredih.

Št. plazov	Št. razredov	Št. plazov (kumulativno)
0	780	0
1	152	152
2	44	240
3	19	297
4	7	325
5	3	340
6	5	370
7	5	405
8	1	413
9	2	431
11	1	442
26	1	468
27	1	495
28	1	523
32	1	555
59	1	614

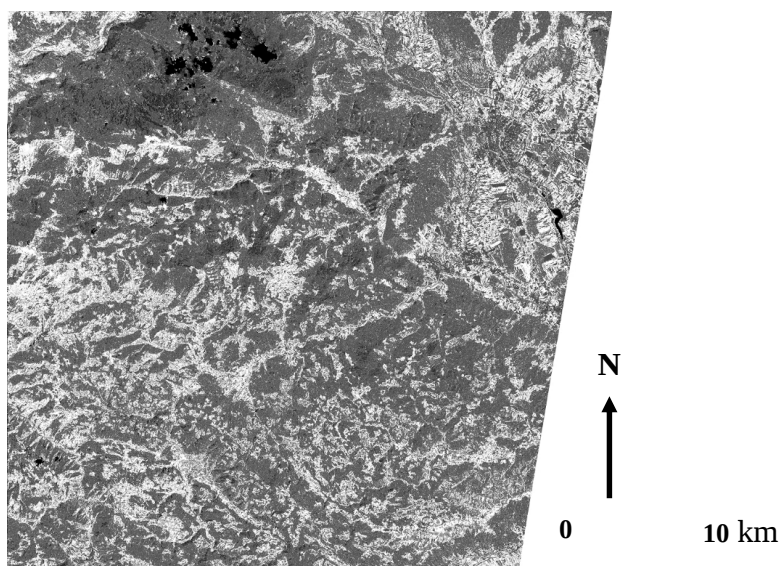


Ocena tveganja pojavljanja plazenj v posameznem razredu je bila določena na osnovi vrednosti testa χ^2 , s katerimi so bili razdeljeni razreda na osnovi njihovega vpliva na opazovan pojav, a le ordinalno, ne pa tudi intervalno ali racionalno. Enako načelo je bilo uporabljeno že pri razvrščanju litoloških členov in površinskih tipov. Večja vrednost $(D-P)^2/P$ za dani razred pomeni večji vpliv spremenljivke znotraj razreda na

opazovani pojav, razlika med dejansko in predvideno frekvenco pojava pa podaja pozitivno ($D-P > 0$) oz. negativno relacijo ($D-P < 0$). Zaradi narave izračuna χ^2 porazdelitve imajo vrednosti $(D-P)^2/P$, kjer je opazna negativna relacija z razredom spremenljivke, enak predznak kot vrednosti, kjer je opazna pozitivna relacija, čeprav kažejo na ravno nasprotni odnos spremenljivke do pojava. Vrednosti $(D-P)^2/P$ okoli 0 predstavljajo zanemarljiv vpliv spremenljivke znotraj razreda na opazovani pojav. Razredi so bili na podlagi vrednosti $(D-P)^2/P$ razdeljeni v 33 razredov, ki si sledijo po verjetnosti pojavljanja plazenj. Razredom z največjimi vrednostmi $(D-P)^2/P$ (nad kritično vrednostjo $\chi^2 = 3,841459$ za $df = 1$ in za $p < 0,05$) je bila pripisana verjetnost 31, najmanjšim vrednostim pa 1. Pri razdelitvi so bile uporabljene kritične vrednosti porazdelitve χ^2 za stopnje prostosti $df = 1$, združene v razrede z razponom 0,2. Razdelitev na 33 razredov je podana v spodnji preglednici (Preglednica 5.5), natančnejša razdelitev vseh 1024-ih razredov pa je podana v prilogi – Priloga VI – Natančnejši opis razredov klasificirane satelitske podobe 345.

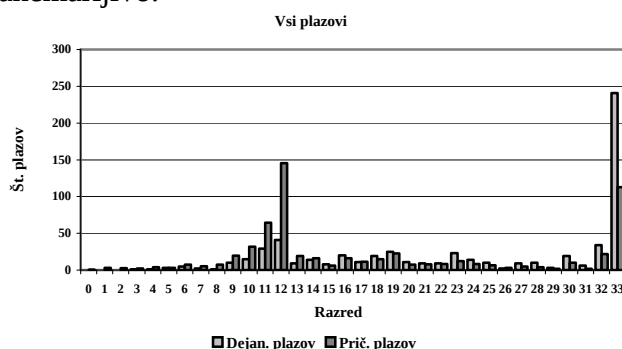
Preglednica 5.5 – Razdelitev vrednosti na $(D-P)^2/P$ razrede.

$(D-P)^2/P$	Razred	$(D-P)^2/P$	Razred	$(D-P)^2/P$	Razred
>3,841	33	0,8–1	21	–1 – –0,8	9
3–3,841	32	0,6–0,8	20	–1,2 – –1	8
2,8–3	31	0,4–0,6	19	–1,4 – –1,2	7
2,6–2,8	30	0,2–0,4	18	–1,6 – –1,4	6
2,4–2,6	29	0,1–0,2	17	–1,8 – –1,6	5
2,2–2,4	28	0–0,1	16	–2 – –1,8	-
2–2,2	27	=0	15	–2,2 – –2	4
1,8–2	26	–0,1–0	14	–2,4 – –2,2	3
1,6–1,8	25	–0,2 – –0,1	13	–2,6 – –2,4	2
1,4–1,6	24	–0,4 – –0,2	12	–2,8 – –2,6	-
1,2–1,4	23	–0,6 – –0,4	11	–3 – –2,8	-
1–1,2	22	–0,8 – –0,6	10	–3,2 – –3	1

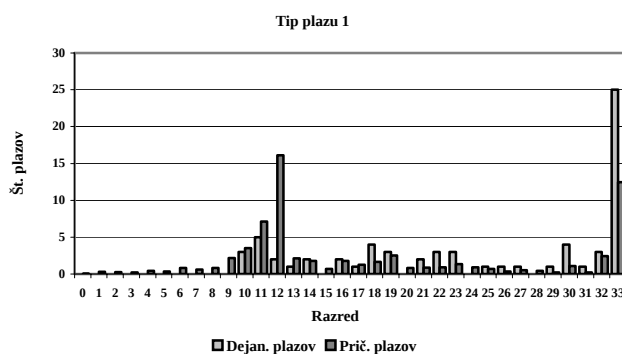


Slika 5.19 – Satelitska podoba 345 (Slika 5.18), razdeljena na 33 razredov glede na možnost pojavljanja plazov.

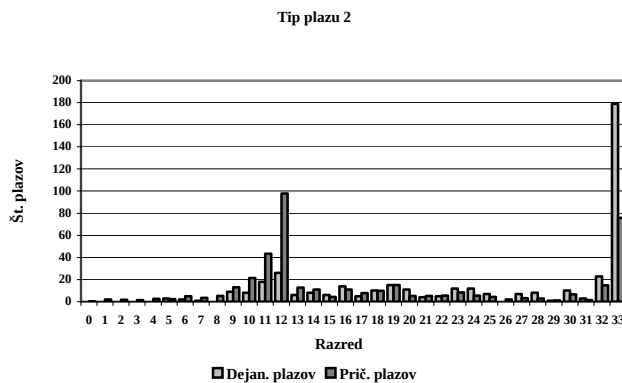
Slika 5.19 prikazuje na 33 razredov razdeljeno podobo 345. Menim, da podoba v večji meri predstavlja tipe vegetacijskega pokrova. Svetlejša območja predstavljajo večjo možnost plazenj in najverjetneje površje, poraščeno z vegetacijo s plitvim koreninskim sistemom, temnejša manjšo možnost plazenj in najverjetneje površje, poraščeno z gozdom. Podoba bo v naslednjem poglavju uporabljena pri nadaljnji izdelavi napovedi pojavljanja plazov. Analiza s testoma χ^2 in Kolmogorov-Smirnov bi bila nesmiselna, saj je bila za razvrstitev v razrede uporabljena prav prva metoda določanja pomembnosti. Omeniti velja, da so pri vseh tipih plazov porazdelitve pojavljanj plazenj značilno različne od pričakovanih (Slika 5.20 – Slika 5.24), tako pri χ^2 kot tudi pri Kolmogorov-Smirnovem testu. Ločevanje med posameznimi tipi plazov je s pomočjo satelitskih podatkov skoraj nemogoče oz. zelo težavno. Od skupne porazdelitve delno odstopata porazdelitvi počasnih plazenj in trenutnih zdrsov, a to odstopanje je zanemarljivo.



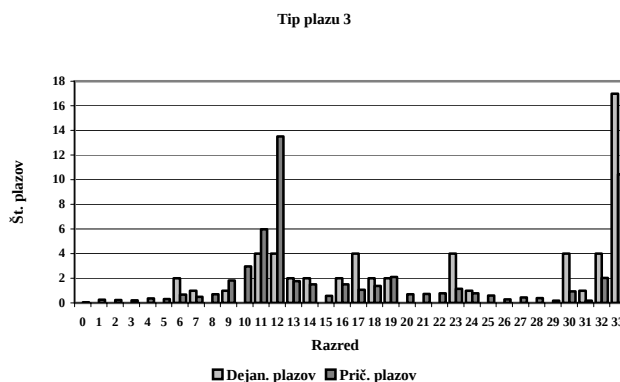
Slika 5.20 – Korelacija vseh plazov glede na razrede satelitskega posnetka 345.



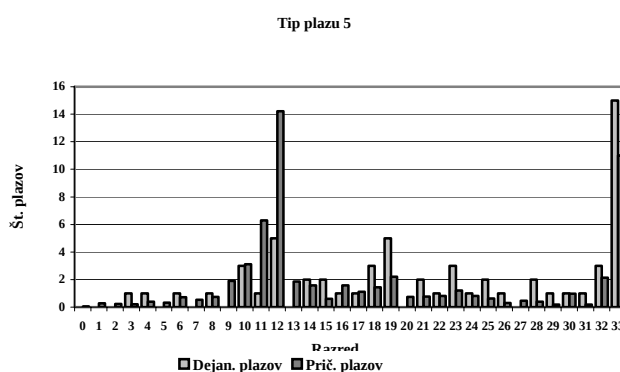
Slika 5.21 – Korelacija pojavov fosilnih plazov glede na razrede satelitskega posnetka 345.



Slika 5.22 – Korelacija pojavov plazov, ki se gibljejo s prekinitvami glede na razrede satelitskega posnetka 345.



Slika 5.23 – Korelacija pojavov počasnih plazenj glede na razrede satelitskega posnetka 345.



Slika 5.24 – Korelacija pojavov trenutnih zdrsov glede na razrede satelitskega posnetka 345.

5.7. Zaključki

Uporabnost satelitskih podob za neposredno ali posredno napoved plazovitih območij so dokazali številni raziskovalci (Richards, 1982; Gupta, 1991; McKean et al., 1991; Organization of American States, OAS, 1991; Carlson & Taylor, 1995; Woldai, 1995; Skidmore et al., 1997; Martínez-Alegría et al., 1998; Lillesand & Kiefer, 1999; Barredo et al. 2000; Chung & Shaw, 2000; Ricchetti, 2000). Pri omenjenih raziskavah so uporabljali nivoju tehnologije primerne podatke. Z razvojem ti podatki postajajo podrobnejši in obsežnejši, bolj in bolj zmogljiva računalniška strojna oprema pa omogoča analiziranje vedno večjega števila podatkov.

V tem poglavju smo poskušali ugotoviti uporabnost iz dveh virov združenih satelitskih podatkov, podob TM s satelita Landsat5 in podob KM-4 s satelita Resurs-F2. Pri ugotavljanju uporabnosti izbranih podatkov je bila pred analitično obdelavo podob z modelom CIE $L^*a^*b^*$ pretvorjena vrednost celic teh podob. Metoda pretvorbe ustreza načelom uporabljene analitične metode združevanja celic v razrede (skupine ali gruče) na osnovi položaja v barvnem prostoru. Analiza satelitskih podob z metodo OIF se je

pokazala za neuporabno pri napovedovanju plazovitih območij. Pokazano je bilo, da je na obravnavanem ozemlju za napoved plazovitih območij z izbranimi satelitskimi podobami najustrežnejši postopek, pri katerem so podobe TM pretvorjene z modelom CIE $L^*a^*b^*$ in nato po metodi glavnih komponent združene s prvo glavno komponento visokoločljivih podob KM-4. Uspešnost klasifikacije plazovitih in neplazovitih območij je bila 79,2 %. Razredi so bili združeni in ordinalno razvrščeni na osnovi verjetnosti pojavljanja plazov, ki je bila za vsak razred določena s χ^2 testom. Ločevanje med posameznimi tipi plazov je s pomočjo satelitskih podatkov skoraj nemogoče oz. zelo težavno.

Analize prostorskih podatkov, opravljene v predhodnih dveh poglavjih, so se nanašale na ugotavljanje posamičnega vpliva spremenljivk na pojavljanje plazov (metode univariatne statistike) in pri tem niso upoštevale medsebojnih odnosov med spremenljivkami. Pokazano je bilo, da na pojavljanje plazov vplivajo številni dejavniki, geološka zgradba in geomorfološke lastnosti terena, površinski tokovi ter raba tal oz. vegetacijski pokrov. V nadaljevanju bodo na osnovi rezultatov analiz izdelani modeli napovedi plazovitih območij, ki bodo upoštevali tudi soodvisnost upoštevanih spremenljivk. Problema se bomo lotili z multivariatno statistiko.

6. Model napovedi plazovitih območij

6.1. Uvod

V predhodnih poglavjih so bile podane analize lastnosti uporabljenih prostorskih podatkov, ki so upoštevale le posamični, univariatni vpliv dejavnikov na pojavljanje plazov. Pojave v naravi le redko povzročajo individualni dejavniki in tudi na pojave plazov vplivajo številni, med seboj odvisni ali neodvisni vplivi. V tem poglavju bodo predstavljeni medsebojni vplivi med dejavniki, njihov skupni vpliv na opazovane pojave plazenj in njihovo pomembnost pri napovedovanju teh pojavov.

Najprej bo podan kratek opis dosedanjih raziskav in uporabe različnih modelov za napovedovanje območij, kjer se lahko pojavijo plazovi. Sledila bo analiza soodvisnosti spremenljivk, na osnovi katere bodo nato upoštevane ali izločene posamezne spremenljivke iz nadaljnje izgradnje modela napovedi. Za potrebe multivariatne analize bo obravnavano območje razdeljeno na glavne pobočne enote (Carrara, 1983) in na podlagi verjetnosti pojavljanja plazov po posameznih enotah z različnimi metodami multivariatne statistike določeni relativni prispevki posameznih neodvisnih spremenljivk. Te bodo v napovedovalnem modelu služile kot uteži za posamezne dejavnike, izražene v obliki neodvisnih spremenljivk. V zaključku poglavja bo najustreznejši model izbran za napoved plazenj na obravnavanem območju, izdelana bo karta nevarnosti zaradi plazenj ter ocenjena potencialna škoda, ki bi lahko nastala na infrastrukturi (cestiščih) zaradi pojavljanja plazov. Ocenjena bo tudi stopnja ogroženosti prebivalstva oz. nepremičnin na interesnem območju.

6.2. Dosedanje raziskave na področju napovedovanja plazov in uporaba matematičnih modelov

Model je uporabljeno nadomestilo, ki ga sestavljata opisna in grafična predstavitev izbora ali dela stvarnosti in ki podaja poenostavljeno preslikavo fizičnega okolja v smiselni in interpretirani model (Kvamme et al., 1997). Vsak model je torej aproksimacija realnosti in je pogojen z avtorjevim razumevanjem sveta, ki ga obdaja ali ki ga avtor obravnava. Za boljši model je potrebno več kvalitetnejših podatkov in natančnejša proučitev njihove soodvisnosti. Obširnejše in boljše ko je avtorjevo poznavanje danega problema in kvalitetnejši kot so podatki, boljši je približek modela stvarnim razmeram v naravi. Za izdelavo modela napovedi tveganj pred plazovi na obravnavanem območju so bili uporabljeni prostorski podatki, opisani v predhodnih poglavjih. Zavedati se je potrebno dejstva, da uporabljeni podatki še zdaleč niso vsi, ki vplivajo na pojavljanje plazov, sodijo pa med pomembnejše ali, kot trdi Carrara (1983), vsak prostorsko pogojen pojav je rezultat soodvisnih dejavnikov, med katerimi so tudi taki, ki so neznani ali jih ni mogoče meriti. Kvaliteta podatkov, uporabljenih pri izdelavi modela napovedi plazovitih območij, bi bila lahko na višjem nivoju, a je kljub temu zadovoljiva.

Pionirski pristopi napovedovanja plazovitih območij so temeljili na enostavnih modelih prekrivanja le nekaj slojev prostorskih podatkov (Blanc & Cleveland, 1968; Nielsen et al., 1979), ki so večinoma upoštevali le litološke lastnosti in naklon terena. V metode napovedi so sčasoma vključili tudi dejavnik gostote plazov na enoto površine (Brabb et al., 1972; O'Loughlin, 1972; Weiczorek, 1984; Howes, 1987; Halunová, 1999; Komac, 2002a; Komac, 2002b), ki je splošni pokazatelj odvisnosti pojavov plazov in obravnavanega prostorskega dejavnika. Z vključitvijo več vplivnih dejavnikov so se s projektom ZERMOS³³ dlje časa ukvarjali francoski strokovnjaki (Meneroud & Calvino, 1976; Humbert, 1977, Antoine, 1977; Landry, 1979; Champetier de Ribes, 1987). Naslednji korak pri napovedovanju plazovitih območij je bila uporaba izkustvenih numeričnih vrednotenj več dejavnikov in njihova povezava v napovedovalni model preko enostavne linearne enačbe (Stevenson, 1977; Meneroud, 1978; Vecchia, 1978; Gee, 1992). Barredo et al. (2000) so uporabili postopek analitične hierarhije (*ang. analytical hierarchy process - AHP*), ki temelji na metodah utežene linearne vsote in strokovne ocene analitika. V Sloveniji so enostavnejše metode za napovedovanje plazovitih območij uporabili Petkovšek et al. (1993). Pristopa z metodami univariatne statistike so se prvi lotili Brabb et al. (1972). Nekateri avtorji so kmalu začeli upoštevati tudi verjetnost svojih napovedi (Klugman & Chung, 1976; Yong et al., 1977; Tobutt & Richards, 1979), s čimer so rezultate ovrednotili in ocenili njihovo verodostojnost.

Z razvojem računalniške tehnologije, predvsem GIS orodij, je bil omogočen kompleksnejši pristop k problematiki modeliranja območij, ki jih ogrožajo plazovi. Začetki na tem področju so seveda primerni zmogljivosti računalnikov (Lessing et al., 1976; Carrara et al., 1977a, 1977b in 1978; Neuland, 1976; Reger, 1979), a teža teh raziskav ni nič manjša. Metode multivariatnih statističnih analiz, kot so multipla regresija, diskriminantna analiza in logistična regresija, so raziskovalci uporabili na lokacijskih (točkovnih) (Pack, 1985; Corominas, 1992; Othman et al., 1992) in površinskih primerih (Carrara, 1983; Carrara et al., 1978 in 1991; DeGraff & Romesburg, 1984; Bernkopf, 1988; Van Westen, 1993; Atkinson & Massari, 1996; Chung & Fabbri, 1999; Gorsevski et al., 2000a in 2000b; Vestal, 2002).

Trend raziskav napovedi plazovitih območij se giblje k uporabi metod multivariatne statistike s sočasno uporabo natančnejših podatkov. Zaradi pravkar omenjenih razlogov in ker na območju Slovenije do sedaj še niso opravljali raziskav s področja napovedovalnega modeliranja plazovitih terenov s pomočjo multivariatne statistike, je bila izbran ta pristop napovedovanja plazovitih območij. Rezultati metod multivariatne statistike bodo služili kot vhodni podatki pri izdelavi linearnih matematičnih napovedovalnih modelov in kot osnova za določitev uteži posameznih spremenljivk pri postopku analitične hierarhije (*AHP*).

³³ **ZERMOS** – Zones Exposées a des Risques liés aux **MO**uvements du Sol et du sous-sol – Območja, izpostavljena tveganjem, ki so povezana s površinskimi in podpovršinskimi premiki.

6.3. Analiza soodvisnosti upoštevanih neodvisnih spremenljivk pri izdelavi modela

V predhodnih dveh poglavjih so bili podani rezultati statističnih analiz posamičnih spremenljivk. Vse spremenljivke, razen opazovanega pojava – plazov, sodijo v primeru izdelave modela napovedi plazovitih območij v skupino neodvisnih spremenljivk. Pojavljanje plazov je izraženo z odvisno spremenljivko, saj ga proučujem kot posledico medsebojnih vplivov neodvisnih spremenljivk. Za izdelavo modela napovedi plazovitih območij je treba “vpletene” dejavnike (predstavljene v obliki spremenljivk) upoštevati kot celoto. Na tem mestu se pojavi problem prekrivanja spremenljivk, saj bi bil v primeru upoštevanja dveh značilno soodvisnih spremenljivk njun vpliv umetno poudarjen na račun drugih, obenem pa je treba upoštevati tudi neizbežnost prekrivanja med posameznimi dejavniki, še posebno med nominalnimi. V spodnjih preglednicah so podani korelacijski koeficienti med posameznimi upoštevanimi dejavniki. Preglednica 6.1 prikazuje vrednosti Pearsonovega korelacijskega koeficienta “r” za celotno obravnavano območje. Z odebeljenim tiskom so označene očitnejše soodvisnosti med upoštevanimi dejavniki. Opazna je močnejša korelacija med nekaterimi spremenljivkami. Še posebej izstopa spremenljivka “N. m. višina”, korelacije med spremenljivkami “Odd_skruktur_ln” in “Naklon”, “Odd_vode_ln” in “Gmeja” ter “Litologija” in “Vode” pa so očitno povezane z aluvialnimi nanosi in rečnim omrežjem, saj so vse soodvisnosti posredno povezane s tema dvema dejavnikoma. Tudi korelacija med spremenljivkama “CORINE” in “Satelit. podoba” je močnejše izražena, iz česar je možno sklepati, da je prva le posplošen prikaz druge spremenljivke. Osnovne statistične lastnosti posameznih neodvisnih spremenljivk na lokacijah plazov so prikazane v prilogi – Priloga I – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na neodvisne. Prikazane so vrednosti mediane, prvega in tretjega kvartila ter razpon pojavljanja plazov.

Preglednica 6.1 – Rezultati korelacije spremenljivk na celotnem obravnavanem ozemlju (metoda Pearsonovega korelacijskega koeficienta r).

Spremenljivka	Naklon	N. m. v.	Usmerj	Ukrivlj	Gmeja	Strukt	Vode	Lito	CORINE	Satelit
Naklon	1									
N. m. višina	0,2732	1								
Usmerjenost	0,0285	0,0112	1							
Ukrivljenost	0,0427	0,1032	0,0051	1						
Odd_gmeja_ln	-0,0471	0,2512	0,0370	0,0332	1					
Odd_struktur_ln	-0,2091	-0,0320	-0,0012	0,0316	0,1719	1				
Odd_vode_ln	-0,1351	0,3609	-0,0098	0,1425	0,2553	0,1472	1			
Litologija	0,0746	-0,0809	0,0115	-0,0109	0,0724	0,0115	-0,2402	1		
CORINE	-0,2697	-0,0698	0,0265	-0,0310	-0,0571	-0,0059	-0,0355	0,0669	1	
Satelit. podoba	-0,1126	-0,1612	-0,0373	-0,0455	-0,0922	-0,0236	-0,0737	0,0212	0,2487	1

Preglednica 6.2 prikazuje vrednosti Spearmanovega korelacijskega koeficienta “R” za vse lokacije plazov na obravnavanem območju. Tudi tu izstopa spremenljivka “N. m. višina”, spremenljivka “CORINE” kaže na povezanost določenih tipov rabe tal z nakloni terena, kar je bilo pokazano že v poglavju 4.9. Soodvisnost oddaljenosti lokacije od površinskih vod in ukrivljenosti terena je povsem pričakovana, korelacija med oddaljenostjo lokacije od najbližje geološke meje in geološke enote pa je posledica ozkega raztezanja nekaterih

enot. V nadaljevanju (Preglednica 6.3 – Preglednica 6.6) so predstavljene tudi vrednosti Spearmanovega korelacijskega koeficienta “R” za posamezne tipe plazov.

Preglednica 6.2 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah vseh plazov (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).

Spremenljivka	Naklon	N. m. v.	Usmerj	Ukrivlj	Gmeja	Strukt	Vode	Lito	CORINE	Satelit
Naklon	1									
N. m. višina	0,1934	1								
Usmerjenost	0,0504	-0,0878	1							
Ukrivljenost	0,1015	0,1253	0,076	1						
Odd_gmeja_ln	-0,0382	0,2664	0,0073	0,0565	1					
Odd_struktur_ln	-0,0007	0,0655	-0,0229	0,0493	0,0895	1				
Odd_vode_ln	0,1153	0,2535	-0,0493	0,3274	0,0935	-0,0103	1			
Litologija	-0,1452	0,2498	0,0102	-0,0479	0,3673	0,1571	-0,0132	1		
CORINE	-0,2168	0,1696	0,0641	0,0298	0,092	0,0341	0,0699	0,1205	1	
Satelit. podoba	-0,093	-0,0265	0,0011	0,0589	-0,0218	0,0127	0,0567	0,0205	0,136	1

Preglednica 6.3 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah fosilnih plazov (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).

Spremenljivka	Naklon	N. m. v.	Usmerj	Ukrivlj	Gmeja	Strukt	Vode	Lito	CORINE	Satelit
Naklon	1									
N. m. višina	0,00608	1								
Usmerjenost	0,08715	-0,0538	1							
Ukrivljenost	0,16177	0,27357	-0,063	1						
Odd_gmeja_ln	-0,0031	0,5692	0,0262	0,09553	1					
Odd_struktur_ln	-0,2336	-0,1251	-0,1929	-0,0666	0,03435	1				
Odd_vode_ln	-0,1189	0,38726	-0,1127	0,37107	0,28377	-0,0292	1			
Litologija	0,02567	0,43625	-0,1121	-0,0731	0,59867	0,08358	0,22419	1		
CORINE	-0,0085	0,32564	0,0742	-0,0479	0,24036	0,00461	0,09828	0,19791	1	
Satelit. podoba	0,12527	-0,223	0,326	0,00984	-0,021	0,0454	-0,1393	-0,1518	-0,0027	1

Preglednica 6.4 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).

Spremenljivka	Naklon	N. m. v.	Usmerj	Ukrivlj	Gmeja	Strukt	Vode	Lito	CORINE	Satelit
Naklon	1									
N. m. višina	0,1316	1								
Usmerjenost	0,0855	-0,1137	1							
Ukrivljenost	0,0621	0,1022	0,1151	1						
Odd_gmeja_ln	-0,0818	0,1824	0,0231	0,0467	1					
Odd_struktur_ln	0,0292	0,0794	-0,0017	0,0431	0,0615	1				
Odd_vode_ln	0,0972	0,2861	-0,0034	0,2945	0,0757	0,0018	1			
Litologija	-0,2180	0,2362	-0,0275	-0,0469	0,3148	0,1057	-0,0162	1		
CORINE	-0,2448	0,1307	0,0318	-0,0190	0,0610	0,0362	0,0475	0,0879	1	
Satelit. podoba	-0,1349	-0,0148	-0,0134	0,0744	-0,0295	0,0224	0,0441	0,0810	0,1374	1

Preglednica 6.5 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah počasnih plazenj (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).

Spremenljivka	Naklon	N. m. v.	Usmerj	Ukrivlj	Gmeja	Strukt	Vode	Lito	CORINE	Satelit
Naklon	1									
N. m. višina	0,3887	1								
Usmerjenost	0,1278	-0,0552	1							
Ukrivljenost	0,1776	0,2876	-0,0338	1						
Odd_gmeja_ln	-0,0948	0,3563	-0,1460	0,1362	1					
Odd_struktur_ln	0,2203	0,4980	0,1002	0,3413	0,3424	1				
Odd_vode_ln	0,0535	0,0337	0,0794	0,4420	-0,0425	-0,0108	1			
Litologija	-0,0779	0,2916	0,0935	0,0968	0,2983	0,4763	-0,1696	1		
CORINE	-0,3679	-0,0359	0,1846	0,2214	0,0599	0,0422	0,1394	0,2259	1	
Satelit. podoba	0,0105	-0,0615	-0,0950	-0,0654	-0,0512	-0,1816	-0,0171	-0,1316	-0,0168	1

Preglednica 6.6 – Rezultati neparametrične korelacije vrednosti spremenljivk na lokacijah trenutnih zdrsov (metoda Spearmanovega korelacijskega koeficienta R).

Spremenljivka	Naklon	N. m. v.	Usmerj	Ukrivlj	Gmeja	Strukt	Vode	Lito	CORINE	Satelit
Naklon	1									
N. m. višina	0,6337	1								
Usmerjenost	-0,1315	-0,0765	1							
Ukrivljenost	0,2445	0,0700	0,0515	1						
Odd_gmeja_ln	0,1811	0,1140	0,0299	0,0188	1					
Odd_struktur_ln	-0,0794	-0,0977	-0,0614	-0,0770	0,1046	1				
Odd_vode_ln	0,4164	0,1391	-0,2780	0,3621	0,1513	-0,0300	1			
Litologija	-0,0619	-0,0435	0,2287	-0,1036	0,3707	0,1653	-0,2205	1		
CORINE	-0,0887	-0,1355	0,2554	0,2594	-0,1784	0,0390	-0,1576	-0,0718	1	
Satelit. podoba	-0,1636	-0,0540	-0,0448	0,1724	0,0398	0,0674	0,2001	-0,1300	0,1393	1

V zgornjih preglednicah lahko opazimo korelacijo med nekaterimi spremenljivkami. Prav pri vseh tipih plazov in skupaj obravnavanih plazovih izstopa spremenljivka “Nadmorska višina”. Ta verjetno kaže na navidezni vpliv na pojavljanje plazov, zaradi načina zajema (kartiranja) podatkov na terenu (glej poglavje 4.4.2). Zato je bila izločena iz nadaljnjih analiz. Zaradi soodvisnosti spremenljivk “Satelit. podoba” in “CORINE”, visokih korelacijskih koeficientov slednje ter zaradi enakih osnovnih podatkov, dobljenih s podobami Landsat-5 TM, opisanih v 5. poglavju, je bila iz nadaljnjih analiz izločena tudi spremenljivka “CORINE”. Ta je najverjetneje le posplošen prikaz spremenljivke “Satelit. podoba”.

6.4. Glavne pobočne enote

Za pomoč pri multivariatnih statističnih analizah prostorskega pojavljanja plazov so nekateri avtorji (Carrara, 1983; Carrara et al., 1990, 1991; Van Westen, 1993a; Ardizzone et al., 2002; Millard, 2002) uporabili metodo glavnih pobočnih enot (*ang. slope-unit*). Glavne pobočne enote delijo obravnavano ozemlje na območja, omejena z razvodnicami. Razdelitev delovnega območja na glavne pobočne enote je bila izvedena po avtomatičnem

postopku tako, da je bilo območje najprej razdeljeno na povodja najmanjšega možnega reda in te nadalje na pobočja z enako usmerjenostjo glede na osem smeri neba (glej poglavje 4.4.2). Tako je bilo celotno območje razdeljeno na 78365 glavnih pobočnih enot, površine od 0,000025 do 2,5 km². Pomanjkljivost te metode je v zmanjšanju prostorske natančnosti podatkov, saj metoda upošteva lastnosti enot in ne lastnosti posameznih celic. Z razmeroma visokim številom glavnih pobočnih enot (78365) je bila omiljena premočna generalizacija opazovanega terena. Enak pristop zagovarja tudi Van Westen (1993a). Med metodami multivariatne statistike, ki se jih lahko uporabi za izdelavo modela napovedi plazovitih območij, sta bili zaradi načina terenskega zajema podatkov o plazovih izbrani metodi faktorske analize in večkratne regresijske analize.

V predhodnih poglavjih so bile predstavljene neodvisne spremenljivke, vezane na lokacijo plazu, za potrebe multivariatne analize pa so bile uvedene spremenljivke, ki predstavljajo površinske lastnosti glavnih pobočnih enot in so derivati osnovnih neodvisnih spremenljivk. Njihov opis je podan v spodnji preglednici (Preglednica 6.7). Prvih devet spremenljivk se nanaša na lokacije plazov, druge pa na glavne pobočne enote.

Preglednica 6.7 – Opis neodvisnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah.

Oznaka	Opis spremenljivke
NAKLON	Kot naklona pobočja na lokaciji plazu.
NMV	Nadmorska višina lokacije plazu.
UKRIVLJ	Ukrivljenost pobočja na lokaciji plazu.
USMERJ	Usmerjenost pobočja na lokaciji plazu.
USM_COS	Cosinus usmerjenosti pobočja na lokaciji plazu.
ODD_GMEJ_LN	Oddaljenost lokacije plazu od najbližje geološke meje (logaritmirana vrednost).
ODD_STRUK_LN	Oddaljenost lokacije plazu od najbližjega strukturnega elementa (logaritmirana vrednost).
ODD_VOD_LN	Oddaljenost lokacije plazu od najbližjega površinskega vodnega toka (logaritmirana vrednost).
SATEL	Površinski tip na lokaciji plazu, pridobljen iz podatkov daljinskega zaznavanja (iz podobe 345).
LITO	Litološka enota na lokaciji plazu (združeni litostratigrafski členi osnovne geološke karte na osnovi njihovih litoloških lastnosti).
NAKL_MAX	Največji naklon pobočja znotraj glavne pobočne enote.
NAKL_MEAN	Srednja vrednost naklonov vseh celic znotraj glavne pobočne enote. Podaja povprečni naklon pobočne enote.
NAKL_STD	Standardni odklon vseh naklonov znotraj glavne pobočne enote. Spremenljivka opisuje valovitost oz. razgibanost terena.
NMV_MEAN	Srednja vrednost nadmorskih višin celic glavne pobočne enote. Podaja povprečno nadmorsko višino pobočne enote.
UKRIV_MAX_ABS	Največja ukrivljenost pobočja znotraj glavne pobočne enote. Vrednosti so podane v absolutni obliki zaradi različnih predznakov konveksnih in konkavnih pobočij. Spremenljivka podaja

Oznaka	Opis spremenljivke
	največjo ukrivljenost pobočja, neglede na tip ukrivljenosti.
KONV_KONK	Spremenljivka podaja podatek o tipu ukrivljenosti pobočja, kjer so konveksna pobočja označena z 1 in konkavna z -1. Spremenljivka je opisana z binarnimi vrednostmi.
UKRIV_MEAN	Srednja vrednost ukrivljenosti vseh celic znotraj glavne pobočne enote. Predstavlja splošno ukrivljenost pobočne enote.
UKRIV_STD	Standardni odklon vseh vrednosti ukrivljenosti znotraj glavne pobočne enote. Predstavlja mero za razgibanost terena. Spremenljivka opisuje valovitost oz. razgibanost terena in večje vrednosti predstavljajo bolj valovit in razgiban teren.
USM_MEAN_COS	Srednja vrednost cosinusa usmerjenosti glavne pobočne enote ³⁴ .
GM_MIN	Najmanjša vrednost oddaljenosti glavne pobočne enote od najbližje geološke meje (logaritmirana vrednost).
GM_MAX	Največja vrednost oddaljenosti glavne pobočne enote od najbližje geološke meje (logaritmirana vrednost).
GM_MEAN	Povprečna oddaljenost glavne pobočne enote od najbližje geološke meje (logaritmirana vrednost).
STR_MIN	Najmanjša vrednost oddaljenosti glavne pobočne enote od najbližje strukture (logaritmirana vrednost).
STR_MAX	Največja vrednost oddaljenosti glavne pobočne enote od najbližje strukture (logaritmirana vrednost).
STR_MEAN	Povprečna oddaljenost glavne pobočne enote od najbližje strukture (logaritmirana vrednost).
VOD_MIN	Najmanjša vrednost oddaljenosti glavne pobočne enote od najbližjega površinskega vodnega toka (logaritmirana vrednost).
VOD_MAX	Največja vrednost oddaljenosti glavne pobočne enote od najbližjega površinskega vodnega toka (logaritmirana vrednost).
VOD_MEAN	Povprečna oddaljenost glavne pobočne enote od najbližjega površinskega vodnega toka (logaritmirana vrednost).
LITO_VAR	Raznovrstnost litoloških členov, ki se pojavljajo v glavni pobočni enoti.
LITO_MAJ	Modus litoloških enot, ki se pojavljajo v glavni pobočni enoti.
LITO_MED	Mediana litoloških enot, ki se pojavljajo v glavni pobočni enoti.
SAT_VAR	Raznovrstnost površinskih tipov, ki se pojavljajo v glavni pobočni enoti. Vrednosti so pridobljene iz podatkov daljinskega zaznavanja (iz podobe 345).
SAT_MAJ	Modus površinskih tipov, ki se pojavljajo v glavni pobočni enoti. Vrednosti so pridobljene iz podatkov daljinskega zaznavanja (iz podobe 345).
SAT_MED	Mediana površinskih tipov, ki se pojavljajo v glavni pobočni enoti. Vrednosti so pridobljene iz podatkov daljinskega zaznavanja (iz podobe 345).

³⁴ Vrednosti usmerjenosti je bila pretvorljena s funkcijo cosinus zaradi njihovih nerealnih vrednosti; npr. glede na kot 0° se vrednosti kotov usmerjenosti nad 180° povečujejo (do 360°), dejansko pa se kot v primerjavi s kotom 0° manjša. Rezultati po pretvorbi s trigonometrično funkcijo cosinus niso več podvrženi nerealni oceni.

Statistični derivati (statistične izpeljanke³⁵) spremenljivk oddaljenosti od linijskih elementov, t.j. od geoloških mej, struktur in od površinskih vod, pri glavnih pobočnih enotah nimajo večjega pomena. Minimalne vrednosti so namreč skoraj vedno blizu 0 oziroma so močno negativne v primeru logaritmiranih podatkov (elementi potekajo preko ali po robu enote), tako najmanjše kot tudi največje vrednosti pa so značilno odvisne od velikosti enote (stolpec "A"). Zaradi razdelitve terena po razvodnicah so tudi srednje vrednosti oddaljenosti od vod korelirane s površino glavnih pobočnih enot, srednje vrednosti drugih dveh spremenljivk pa z njo niso povezane (Preglednica 6.8). Spremenljivke, ki predstavljajo najmanjše in največje vrednosti, so bile izločene iz nadaljnjih analiz.

Preglednica 6.8 - Rezultati korelacije statističnih derivatov spremenljivk oddaljenosti za glavne pobočne enote s plazovi (metoda Pearsonovega korelacijskega koeficienta r). Signifikativne vrednosti so predstavljene z odebeljenimi vrednostmi.

	A	GM_MIN	GM_MAX	GM_MEAN	STR_MIN	STR_MAX	STR_MEAN	VOD_MIN	VOD_MAX	VOD_MEAN
A	1									
GM_MIN	-0,226	1								
GM_MAX	0,265	0,627	1							
GM_MEAN	-0,011	0,845	0,899	1						
STR_MIN	-0,305	0,126	-0,077	0,037	1					
STR_MAX	0,216	-0,003	0,193	0,101	0,680	1				
STR_MEAN	-0,036	0,050	0,061	0,069	0,873	0,922	1			
VOD_MIN	-0,136	0,119	-0,037	0,047	0,071	-0,103	-0,019	1		
VOD_MAX	0,549	-0,170	0,346	0,065	-0,201	0,235	0,023	0,213	1	
VOD_MEAN	0,345	-0,050	0,275	0,111	-0,098	0,149	0,028	0,527	0,862	1

Pred začetkom analize je bilo znotraj posameznega tipu plazov naključno izbranih $\frac{2}{3}$ vzorca. Podatki so služili kot osnova za izdelavo matematičnega modela, ki je bil kasneje testiran za kakovost napovedi plazovitih območij. Pri fosilnih plazovih (tip plazov 1) je bilo izmed 68-ih primerkov naključno izbran niz 46-ih učnih primerkov. Od 413 vzorcev plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, jih je bilo v učni niz po načelu naključnosti uvrščeno 268. Počasna plazenja sestavlja vzorec 57-ih zapisov, od katerih jih je bilo v učni niz vključeno 34, in od 60-ih trenutnih zdrsov jih je bilo v učni niz vključeno 37. Skupaj je tako učni niz sestavljalo 394 primerkov oz. 64,2 % vseh plazov.

6.5. Faktorska analiza

Najprimernejši način določitve skupin spremenljivk, ki vplivajo na odvisno spremenljivko – pojavljanje plazov, je analiza z metodo faktorske analize. Ta temelji na predpostavki, da na kovarianco opazovanih podatkov vpliva število latentnih dejavnikov – faktorjev, katerih število je manjše od števila opazovanih spremenljivk (Košmelj, 1983). Prvi faktor

³⁵ Statistične izpeljanke so na novo pridobljene spremenljivke, ki podajajo s statističnimi izračuni določene vrednosti osnovnih spremenljivk.

pojasni kar se da velik del celotne variance, t.j. skupne variance vseh opazovanih spremenljivk. Drugi faktor je določen tako, da je neodvisen od prvega in pojasni čim večji del preostale, nepojasnjene variance. Vsak nadaljnji faktor je neodvisen od prejšnjih in pojasni čim večji delež nepojasnjene variance. Za analizo neodvisnih spremenljivk je bila uporabljena metoda glavnih komponent (*ang. principal components*), pri kateri so novi, med seboj ortogonalni faktorji določeni z linearno transformacijo opazovanih spremenljivk, kjer ni upoštevana nobena predpostavka o strukturi spremenljivk. Za metodo rotacije s katero se dobljene faktorje poenostavi, obenem pa z vsebinskega vidika poišče sprejemljivejšo rešitev, je bila uporabljenal metoda warimax. Ta sodi med metode ortogonalne rotacije, ki ohranijo neodvisnost faktorjev in temeljijo na maksimiziranju varianc kvadratov normaliziranih faktorskih uteži znotraj posameznega faktorja.

Preglednica 6.9 prikazuje rezultate faktorske analize za podatke **vseh plazov** za 17 neodvisnih spremenljivk, ki vplivajo na pojavljanje plazov. Iz analize so bile izločene spremenljivke, ki so vezane na lokacijo posameznega plazov, saj bodo pri izdelavi modela uporabljeni le statistični derivati prvotnih podatkov. Pet glavnih komponent ima lastne vrednosti večje od vrednosti 1, kar je splošno veljaven Kaiserjev kriterij o uporabnosti faktorjev (Kim & Mueller, 1987; StatSoft, Inc., 1995). V primeru večjega števila opazovanih enot se lahko to pravilo nekoliko zrahlja, tako da sta bili upoštevani še dve komponenti, katerih lastni vrednosti sta tik pod 1. Enak pristop je bil uporabljen še pri drugem in tretjem tipu plazov. Prvo glavno komponento (F1) predstavljajo lastnosti, povezane z naklonom in ukrivljenostjo oz. razgibanostjo pobočja. Faktorska utež ene spremenljivke se zelo približa signifikativni vrednosti 0,7 in je podana s poševnim tiskom, predstavlja pa lastnosti naklonov pobočij. Delež skupne variance, ki jo pojasni prva komponenta je 22 %. Velik vpliv derivatov naklona in razgibanosti pobočja na pojavljanje plazov je ugotovil že Carrara (1983). Drugo glavno komponento (F2) opredeljujejo litološke lastnosti pobočja, ki pojasnijo 15,1 % skupne variance. Tretjo glavno komponento (F3) zaznamujeta povprečna ukrivljenost pobočja in njegova povprečna oddaljenost od površinskih vod. Delež skupne variance, ki jo pojasni tretja komponenta, je 12,1 %. Četrto komponento (F4) zaznamujejo površinski tipi (podatki s satelitskih podob) in nekoliko slabše izražena spremenljivka usmerjenosti pobočja, ki pa ima drugačen predznak kot površinski tipi. Najverjetneje je razlika posledica osenčenosti satelitske podobe. Komponenta pojasni 10,3 % delež skupne variance. Peto glavno komponento (F5) opredeljujeta litološka in površinska raznolikost pobočja. Delež skupne variance, ki jo pojasni komponenta, znaša 7,4 %. Predzadnja komponenta (F6) je v precejšnji meri predstavljena s povprečno oddaljenostjo od strukturnih elementov in pojasni 5,9 % delež skupne variance, zadnja (F7) pa s podatkom o tipu ukrivljenosti pojasni 5,5 % skupne variance. Sedem glavnih komponent skupaj pojasni slabih osemdeset odstotkov variance (78,33 %) vseh podatkov. V stolpcu "Kom" so podane komunalitete posameznih spremenljivk za vse glavne komponente. Stolpec " $R_{več}$ " podaja vrednosti koeficienta večkratne korelacije in služi za opis odnosov med spremenljivkami, ki zaznamujejo posamezno komponento oz. faktor (StatSoft, Inc., 1995). Slabo ujemanje in nizka vrednost $R_{več}$ sta posledica ali prevelike razpršenosti vrednosti neodvisne spremenljivke ali pa uporabe nepravilnega modela. Rezultati faktorske analize podajajo pomembnost posameznih prostorskih podatkov in so lahko osnova za oceno pomembnosti posameznih spremenljivk pri izdelavi matematičnih napovedovalnih modelov pojavljanja plazov. Modeli so opisani v podpoglavju 6.7.

Preglednica 6.9 – Rezultati faktorske analize za podatke učnega niza plazov vseh tipov za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “R_{več}” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.

Faktorske uteži (Varimax normalizirana rotacija) – vsi plazovi									
Metoda glavnih komponent		Označene uteži > 0,700000							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	Kom	R _{več}
NAKL_MAX	0,8812	-0,0768	-0,0490	0,0313	0,3415	0,0213	0,0333	0,9041	0,9030
NAKL_MEAN	0,8589	-0,0108	-0,1040	0,1154	-0,1014	0,0626	-0,0636	0,7802	0,8226
NAKL_STD	0,6828	-0,3015	0,2932	-0,0205	0,2236	-0,0680	0,1643	0,7251	0,6925
UKRIV_MAX_ABS	0,7435	0,0365	-0,1983	0,0350	0,2285	0,0843	0,0582	0,6573	0,5916
UKRIV_MEAN	-0,0505	0,0063	-0,8208	0,0490	-0,0413	0,1333	0,2468	0,7591	0,2754
KONV_KONK	0,0735	0,0181	-0,1506	-0,0379	0,0745	-0,0420	0,9277	0,8978	0,1179
UKRIV_STD	0,7082	-0,0168	0,2105	0,0823	-0,5212	0,1037	-0,0274	0,8360	0,6737
USM_MEAN_COS	-0,2315	0,0192	0,0502	0,6932	-0,0590	0,2166	0,1147	0,6005	0,2104
GM_MEAN	0,0311	0,5349	-0,2863	0,1091	-0,3311	-0,1481	-0,2240	0,5627	0,4237
STR_MEAN	-0,1274	0,0750	-0,0160	0,0243	-0,0954	-0,9054	0,0446	0,8536	0,1705
VOD_MEAN	0,1367	0,0171	-0,7565	-0,0280	0,3222	-0,1934	-0,0625	0,7372	0,4315
LITO_VAR	0,2290	-0,1300	0,0160	-0,1300	0,7686	0,3251	0,1519	0,8060	0,6116
LITO_MAJ	-0,1040	0,9608	0,0497	0,0076	0,0330	-0,0214	0,0478	0,9403	0,9203
LITO_MED	-0,0634	0,9651	0,0130	0,0127	0,0683	-0,0207	0,0495	0,9432	0,9215
SAT_VAR	0,1805	0,1447	-0,2840	0,3081	0,7033	-0,1073	-0,0408	0,7368	0,5572
SAT_MAJ	-0,1839	-0,0384	0,0381	-0,8497	0,0086	0,0964	0,0791	0,7743	0,5934
SAT_MED	-0,1896	-0,0126	0,0477	-0,8536	-0,1148	0,1231	0,0774	0,8014	0,6332
Pojasnjena varianca	3,3017	2,2852	1,6236	2,0829	1,8383	1,1151	1,0688	Pojasnjena varianca 78,33 %	
Pojasn. varianca (%)	22,017	15,109	12,088	10,329	7,429	5,866	5,489		
Kumul. varianca (%)	22,017	37,126	49,214	59,543	66,972	72,838	78,327		
Lastne vrednosti	3,743	2,569	2,055	1,756	1,263	0,997	0,933		

Tako kot za vse plazove skupaj so bili s faktorsko analizo proučeni tudi posamični tipi plazov. Rezultati so podani v naslednjih preglednicah (Preglednica 6.10, Preglednica 6.11, Preglednica 6.12 in Preglednica 6.13). Rezultati analiz so služili kot vhodni podatki pri izdelavi napovedovalnih modelov ali v “surovi” obliki, predstavljeni v prikazanih preglednicah, ali pa kot osnova za določitev uteži za posamezne spremenljivke pri postopku analitične hierarhije (AHP). Preglednica 6.10 prikazuje rezultate faktorske analize podatkov prvega tipa plazov. Večji del lastnosti **fosilnih plazov** pojasni šest glavnih komponent z 80,22 % skupne variance. Prvo glavno komponento (F1), ki pojasni 26 % variance vseh podatkov, predstavljajo litološke lastnosti pobočja, združene s spremembami v naklonu pobočja. Stabilnejše ko so kamnine (litološke enote), manjša je variacija v naklonu terena (pobočja). Drugo glavno komponento (F2) tvorijo spremenljivke, katerih lastnosti so povezane z naklonom in z razgibanostjo pobočja. Delež skupne variance, ki jo pojasni ta komponenta, znaša 18,7 %. Površinska raznolikost in generalna ukrivljenost pobočja zaznamujeta tretjo glavno komponento (F3), ki pojasni 12 % delež skupne variance. Četrta glavna komponenta (F4) je opredeljena z litološko raznolikostjo in povprečno oddaljenostjo od strukturnih elementov. Različni predznak spremenljivk si je možno razlagati z dejstvom, da strukturni elementi predstavljajo tudi geološke meje, torej stik več litoloških enot. Delež skupne variance, ki jo pojasni četrta komponenta, je 8,7 %. Peto glavno komponento (F5) zaznamujejo površinski tipi (podatki

s satelitskih podob). Komponenta pojasni 7,7 % delež skupne variance. Zadnja, šesta glavna komponenta (F6), je predstavljena s povprečno oddaljenostjo od površinskih vodnih tokov in predstavlja 7,2 % delež skupne variance.

Preglednica 6.10 – Rezultati faktorske analize za podatke učnega niza fosilnih plazov za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “R_{več}” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.

Faktorske uteži (Varimax normalizirana rotacija) – fosilni plazovi								
Metoda glavnih komponent			Označene uteži > 0,700000					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Kom	R _{več}
NAKL_MAX	-0,4006	0,6896	0,4273	-0,1864	0,1238	0,0449	0,8707	0,8791
NAKL_MEAN	0,1708	0,8790	0,0648	-0,0770	0,1272	0,1442	0,8489	0,8461
NAKL_STD	-0,7415	0,4057	0,1865	-0,1565	-0,0286	-0,0426	0,7763	0,8196
UKRIV_MAX_ABS	-0,5843	0,5529	-0,1680	0,0952	0,1651	-0,0206	0,7120	0,6362
UKRIV_MEAN	0,1717	0,0548	-0,8181	-0,1152	0,0373	0,4340	0,9048	0,7462
KONV_KONK	-0,5184	0,0165	-0,0266	0,0729	-0,2435	0,4803	0,5651	0,4571
UKRIV_STD	-0,0226	0,8727	-0,2082	0,0810	-0,0039	-0,2332	0,8664	0,7730
USM_MEAN_COS	0,0072	-0,4465	-0,5532	0,2294	0,3070	-0,1205	0,6668	0,5045
GM_MEAN	0,4803	0,0204	0,1879	0,5192	0,4288	0,2601	0,7876	0,6897
STR_MEAN	-0,1327	-0,2822	0,1651	0,7670	-0,3702	0,0595	0,8533	0,6586
VOD_MEAN	0,3263	-0,0533	-0,0727	0,0209	0,1854	0,8120	0,8088	0,6670
LITO_VAR	-0,3137	-0,1178	0,1822	-0,7806	-0,1736	0,0604	0,7886	0,8205
LITO_MAJ	0,8644	0,1135	-0,0678	0,0847	0,1790	0,1658	0,8313	0,9968
LITO_MED	0,8720	0,1111	-0,0763	0,1349	0,1881	0,1504	0,8547	0,9969
SAT_VAR	0,0259	-0,1381	0,7527	0,0229	0,4899	0,1663	0,8544	0,7536
SAT_MAJ	-0,1711	-0,0549	0,0127	-0,0227	-0,8841	0,0951	0,8237	0,7126
SAT_MED	-0,1145	-0,1304	-0,0857	0,0403	-0,8657	-0,1868	0,8233	0,6911
Pojasnjena varianca	3,3833	2,8436	1,9546	1,6477	2,4384	1,3689	Pojasnjena varianca 80,22 %	
Pojasn. varianca (%)	25,960	18,731	11,930	8,703	7,711	7,181		
Kumul. varianca (%)	25,960	44,690	56,621	65,324	73,035	80,216		
Lastne vrednosti	4,413	3,184	2,028	1,480	1,311	1,221		

Rezultati faktorske analize drugega tipa plazov so predstavljeni v spodnji preglednici (Preglednica 6.11). **Plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami** so pojasnjeni s sedmimi glavnimi komponentami, katerih kumulativni delež je 79,2 % skupne variance. Dobrih 24 % skupne variance pojasni prva glavna komponenta (F1), ki predstavlja lastnosti naklona in razgibanosti pobočja. Druga glavna komponenta (F2) je opredeljena s povprečno oddaljenostjo pobočja od površinskih vodnih tokov in z raznolikostjo površinskih tipov. Povezavo bi lahko poiskali v večji homogenosti površinskih tipov³⁶ in vegetacije v ravninskih predelih, ki so locirani bližje vodnim tokovom. Ta glavna komponenta pojasni 13,7 % delež skupne variance. Tretjo glavno komponento (F3), ki pojasni 11,8 % skupne variance, zaznamujejo površinski tipi (podatki s satelitskih podob) in usmerjenost pobočja. Različni predznak spremenljivk je najverjetneje posledica

³⁶ V nižinskih predelih, kjer je kmetijska raba tal intenzivnejša je dejansko več različnih tipov rabe površja, ki pa so bili pri klasifikaciji združeni v manjše število razredov, kar ima za posledico bolj homogena ravninska območja.

osenčenosti pobočnih enot. Južna stran (azimut med 90° in 270°) je predstavljena z negativno vrednostjo usmerjenosti, obenem pa se velik del plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, pojavlja na prisojnih pobočjih (glej Slika 4.20). Litološke lastnosti pobočja so združene v četrti glavni komponenti (F4), ki pojasni 10,1 % skupne variance. Peta glavna komponenta (F5), katere delež skupne variance je 7,8 %, je predstavljena s povprečno oddaljenostjo pobočja od strukturnih elementov. Tip ukrivljenosti pobočja je spremenljivka, ki zaznamuje šesto glavno komponento (F6). Ta pojasni 6,2 % skupne variance. Zadnjo glavno komponento (F7) tvorijo podatki litološke raznolikosti in povprečne oddaljenosti pobočja od geološke meje. Različni predznak spremenljivk je rezultat dejstva, da so geološke meje stik več litoloških enot. Delež skupne variance, ki jo pojasni sedma komponenta, je 5,4 %.

Preglednica 6.11 – Rezultati faktorske analize za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “ $R_{\text{več}}$ ” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.

Faktorske uteži (Varimax normalizirana rotacija) – plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami									
Metoda glavnih komponent				Označene uteži > 0,700000					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	Kom	$R_{\text{več}}$
NAKL_MAX	0,8665	0,2887	0,0493	-0,0710	0,1130	-0,0114	0,2215	0,9035	0,9101
NAKL_MEAN	0,8420	0,0072	0,1323	-0,1823	-0,0672	0,1035	-0,0590	0,7784	0,8145
NAKL_STD	0,7211	-0,0094	0,0224	-0,1373	0,0928	-0,1314	0,3071	0,6597	0,7252
UKRIV_MAX_ABS	0,6790	0,3846	0,0443	0,0608	0,2096	0,0625	0,0808	0,6689	0,6162
UKRIV_MEAN	-0,0245	0,6218	0,0369	-0,0987	-0,0908	0,4771	-0,2069	0,6770	0,3122
KONV_KONK	0,0610	0,0770	-0,0182	0,1087	0,1047	0,8784	0,1077	0,8159	0,1068
UKRIV_STD	0,7130	-0,4901	0,0558	-0,0829	-0,0629	0,0970	-0,2523	0,8356	0,6543
USM_MEAN_COS	-0,2173	-0,1179	0,7277	0,0658	0,1107	0,0672	0,0347	0,6130	0,2486
GM_MEAN	-0,0529	0,1470	-0,0301	0,2831	0,1468	-0,0751	-0,8455	0,8476	0,4167
STR_MEAN	-0,1203	0,1060	0,0594	0,1344	-0,9147	-0,0873	-0,0062	0,8916	0,2363
VOD_MEAN	0,0899	0,7907	-0,0641	-0,1440	-0,2062	0,1174	0,0092	0,7145	0,4477
LITO_VAR	0,2870	0,3641	-0,0958	0,0787	0,3238	0,0261	0,7008	0,8270	0,6520
LITO_MAJ	-0,1569	-0,0548	-0,0088	0,9487	-0,0721	0,0376	-0,1124	0,9469	0,8949
LITO_MED	-0,1140	-0,0060	-0,0061	0,9578	-0,0592	0,0586	-0,0834	0,9443	0,8916
SAT_VAR	0,2198	0,7144	0,3261	0,1942	0,1836	-0,1543	0,1434	0,7808	0,5848
SAT_MAJ	-0,2074	-0,0633	-0,8409	0,0666	0,0983	0,0266	0,0628	0,7728	0,5861
SAT_MED	-0,2312	-0,1762	-0,8273	0,0259	0,0966	0,0544	0,0037	0,7820	0,6292
Pojasnjena varianca	3,2909	2,2170	2,0725	2,0789	1,1722	1,1051	1,5230	Pojasnjena varianca 79,17 %	
Pojasn. varianca (%)	24,099	13,668	11,870	10,120	7,768	6,235	5,414		
Kumul. varianca (%)	24,099	37,767	49,637	59,757	67,525	73,760	79,174		
Lastne vrednosti	4,097	2,324	2,018	1,720	1,321	1,060	0,920		

Preglednica 6.12 podaja rezultate faktorske analize tretjega tipa plazov. S šestimi glavnimi komponentami, ki pojasnijo več kot 80 % delež skupne variance, so predstavljene lastnosti **počasnih plazenj**. Prvo glavno komponento (F1) opredeljujejo litološke značilnosti pobočja in pojasnjujejo 22,8 % delež skupne variance. Drugo glavno komponento (F2), ki pojasni 19,1 % delež skupne variance, zaznamujejo lastnosti naklona in razgibanosti pobočja. Naslednjo glavno komponento (F3) opredeljujeta povprečna

ukrivljenost pobočja in njegova povprečna oddaljenost od površinskih vod. Iz odnosa spremenljivk je razvidno, da z oddaljevanjem od vodnih tokov pobočja prehajajo v konveksno obliko. Komponenta pojasni 15,4 % skupne variance. Četrto glavno komponento (F4), ki pojasni 12,1 % skupne variance, zaznamujejo površinski tipi (podatki s satelitskih podob) in usmerjenost pobočja. Razlaga komponente je bila podana že pri tretji glavni komponenti plazov, ki se gibljejo s prekinitvami. Tudi razlaga pete glavne komponente (F5), ki je opredeljena z litološko raznovrstnostjo in povprečno oddaljenostjo od strukturnih elementov, je bila podana že pri četrti glavni komponenti fosilnih plazov. Peta glavna komponenta pojasni 6,5 % delež skupne variance. Tip ukrivljenosti pobočja zaznamuje zadnjo, šesto glavno komponento (F6), in pojasni 5,4 % skupne variance.

Preglednica 6.12 – Rezultati faktorke analize za podatke učnega niza počasnih plazenj za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne faktorke uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “R_{več}” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.

Faktorke uteži (Varimax normalizirana rotacija) – počasna plazenja								
Metoda glavnih komponent				Označene uteži > 0,700000				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Kom	R _{več}
NAKL_MAX	0,0522	0,8926	0,2032	0,0873	-0,2341	0,1032	0,8707	0,8791
NAKL_MEAN	0,1236	0,8769	0,0702	0,1673	0,0748	-0,2150	0,8489	0,8461
NAKL_STD	-0,1909	0,6104	-0,2572	-0,0832	-0,2487	0,5304	0,7763	0,8196
UKRIV_MAX_ABS	0,0699	0,7243	0,1499	-0,2426	0,1579	0,2359	0,7120	0,6362
UKRIV_MEAN	0,1362	-0,0545	0,7572	-0,0379	0,0778	0,0123	0,9048	0,7462
KONV_KONK	-0,0707	0,0606	0,2277	0,0905	0,0221	0,9115	0,5651	0,4571
UKRIV_STD	-0,0048	0,6789	-0,4726	-0,0456	0,1640	0,0560	0,8664	0,7730
USM_MEAN_COS	-0,0710	-0,3305	-0,0814	0,7109	-0,2900	0,0790	0,6668	0,5045
GM_MEAN	0,5573	-0,1121	0,1448	0,4320	0,4357	0,0165	0,7876	0,6897
STR_MEAN	0,2972	0,1115	0,2702	0,0108	0,7608	0,0976	0,8533	0,6586
VOD_MEAN	0,0733	0,1862	0,8901	0,0156	0,0762	0,1059	0,8088	0,6670
LITO_VAR	-0,1304	0,0821	0,4226	-0,1082	-0,7373	0,1613	0,7886	0,8205
LITO_MAJ	0,9596	0,0535	0,0285	-0,0221	0,1241	-0,0681	0,8313	0,9968
LITO_MED	0,9531	0,1224	0,1374	0,0072	0,1375	-0,0683	0,8547	0,9969
SAT_VAR	0,0301	0,0040	0,6879	0,4745	-0,2156	0,1626	0,8544	0,7536
SAT_MAJ	-0,0764	-0,0401	-0,1498	-0,7479	-0,3578	0,0220	0,8237	0,7126
SAT_MED	-0,0414	-0,1774	-0,0192	-0,9318	-0,0752	-0,0074	0,8233	0,6911
Pojasnjena varianca	2,3469	3,1569	2,5707	2,4704	1,7973	1,3175	Pojasnjena varianca 80,35 %	
Pojasn. varianca (%)	21,776	19,116	15,397	12,140	6,507	5,415		
Kumul. varianca (%)	21,776	40,892	56,289	68,429	74,936	80,351		
Lastne vrednosti	3,702	3,250	2,618	2,064	1,106	0,921		

Preglednica 6.13 prikazuje rezultate faktorke analize petega tipa plazov, **trenutnih zdrsov**. Njihove lastnosti so pojasnjene s šestimi glavnimi komponentami, ki pojasnijo 80,5 % skupne variance. Prvo glavno komponento (F1), ki pojasni 26,8 % delež skupne variance, zaznamujejo lastnosti naklona in razgibanosti pobočja. Drugo glavno komponento (F2) opredeljujejo litološka raznovrstnost na pobočju, tip ukrivljenosti pobočja in, manj izraženo, njegova povprečna oddaljenost od najbližje geološke meje.

Razlaga odnosa med litološko raznovrstnostjo in oddaljenostjo pobočja od geološke meje je bila podana že pri sedmi glavni komponenti plazov, ki se gibljejo s prekinitvami. Zanimiva je povezava med litološko raznolikostjo in tipom ukrivljenosti pobočja. Ta nakazuje na dejstvo, da so litološko bolj homogena pobočja tudi bolj konkavnih oblik. Trenutni zdrsi se značilneje pojavljajo na takih pobočjih in obenem niso vezani na bližino geoloških mej. Druga glavna komponenta pojasni 15,6 % skupne variance. Tretjo glavno komponento (F3) določajo litološke značilnosti pobočja in pojasnjujejo 14,3 % delež skupne variance. Površinski tipi oz. podatki s satelitskih podob, predstavljajo večidel četrte glavne komponente (F4), ki pojasni 9,9 % skupne variance. Predzadnjo glavno komponento (F5) definira povprečna ukrivljenost pobočja in pojasni 7,4 % skupne variance, zadnjo, šesto glavno komponento (F6), pa predstavljajo podatki o povprečni oddaljenosti pobočja od strukturnih elementov. Ta komponenta pojasni 6,2 % delež skupne variance.

Preglednica 6.13 – Rezultati factorske analize za podatke učnega niza trenutnih zdrsov za 17 neodvisnih spremenljivk. Signifikativne factorske uteži za posamezne spremenljivke so podane z odebeljenimi vrednostmi. Stolpec “Kom” označuje vrednosti komunalitete za dano spremenljivko (delež pojasnjene variance). Stolpec “ $R_{\text{več}}$ ” podaja vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta.

Faktorske uteži (Varimax normalizirana rotacija) – trenutni zdrsi								
Metoda glavnih komponent	Označene uteži > 0,700000							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Kom	$R_{\text{več}}$
NAKL_MAX	0,9289	-0,1812	0,1263	0,0465	-0,0572	0,1606	0,8707	0,8791
NAKL_MEAN	0,9175	0,0654	0,0213	0,0877	-0,0306	0,0801	0,8489	0,8461
NAKL_STD	0,8754	-0,1025	-0,1392	0,1524	-0,0339	0,0165	0,7763	0,8196
UKRIV_MAX_ABS	0,8345	-0,0004	0,1072	0,0989	0,2334	0,0697	0,7120	0,6362
UKRIV_MEAN	-0,1251	-0,1071	-0,0532	-0,0783	0,8792	0,0195	0,9048	0,7462
KONV_KONK	0,1822	-0,7069	0,0996	0,2218	0,3115	-0,1609	0,5651	0,4571
UKRIV_STD	0,7167	0,4665	-0,2213	0,1483	0,0762	-0,1870	0,8664	0,7730
USM_MEAN_COS	-0,2605	0,0175	-0,3505	0,5911	-0,0400	0,3979	0,6668	0,5045
GM_MEAN	0,3412	0,6967	0,3327	0,0731	0,1130	-0,0449	0,7876	0,6897
STR_MEAN	-0,1284	0,1113	0,0966	0,0251	-0,2513	-0,8651	0,8533	0,6586
VOD_MEAN	0,2421	0,0145	0,1893	-0,0483	0,5443	0,1843	0,8088	0,6670
LITO_VAR	0,1002	-0,8457	-0,0016	-0,0897	0,0433	0,3254	0,7886	0,8205
LITO_MAJ	-0,0401	0,0248	0,9587	0,1055	0,0605	-0,0184	0,8313	0,9968
LITO_MED	-0,0429	0,0425	0,9578	0,1026	0,0603	-0,0245	0,8547	0,9969
SAT_VAR	0,2189	-0,4545	0,4392	-0,0855	-0,1909	0,5647	0,8544	0,7536
SAT_MAJ	-0,3510	-0,0439	-0,1830	-0,7944	-0,0370	0,1312	0,8237	0,7126
SAT_MED	-0,2065	0,0328	-0,1776	-0,8730	0,1480	0,0504	0,8233	0,6911
Pojasnjena varianca	4,2166	2,2020	2,4820	1,9082	1,3783	1,4869	Pojasnjena varianca 80,43 %	
Pojasn. varianca (%)	26,834	15,648	14,342	9,946	7,420	6,245		
Kumul. varianca (%)	26,834	42,482	56,824	66,770	74,190	80,435		
Lastne vrednosti	4,562	2,660	2,438	1,691	1,261	1,062		

6.6. Večkratna regresijska analiza

Večkratna regresijska analiza sodi med metode multivariatne statistike, pri kateri se ugotavlja sočasni vpliv več dejavnikov, izraženih v obliki neodvisnih spremenljivk, na opazovano odvisno spremenljivko (Schroeder et al., 1986; Davis, 1986). Metoda temelji na uporabi neodvisnih spremenljivk pri določitvi stopnje sprememb vrednosti odvisne spremenljivke. Odnos med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami lahko zapišemo kot:

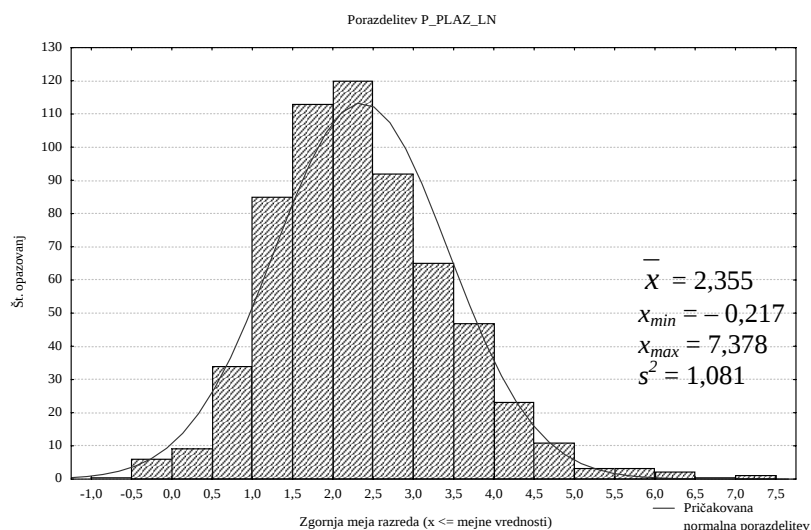
$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + e, \quad \text{Enačba 6.1}$$

kjer je Y odvisna spremenljivka, X_i so neodvisne spremenljivke, β_i so ocenjeni regresijski koeficienti za neodvisne spremenljivke X_i , α je konstanta in e je napaka ocene. Uspešno uporabo večkratne regresijske analize pri kvantitativnem proučevanju geomorfoloških lastnosti terena sta dokazala Doornkamp & King (1971), njeno uporabnost pri proučevanju tveganj pred plazovi pa so dokazali Carrara (1983), Carrara et al. (1990 in 1991) ter Van Westen (1993a).

Kot odvisna spremenljivka se pri večkratni regresijski analizi uporablja verjetnost pojavljanja plazov³⁷ (p_{plazenja}) v posamezni glavni pobočni enoti in se izračuna po naslednji enačbi:

$$\frac{n_{\text{plazov}}}{A_{\text{gl_pob_enote}}} = p_{\text{plazenja}}, \quad \text{Enačba 6.2}$$

kjer n_{plazov} predstavlja število plazov v glavni pobočni enoti, katere površina znaša $A_{\text{gl_pob_enote}}$. Zaradi velikega razpona površin glavnih pobočnih enot so bile vrednosti verjetnosti pojavljanja plazov normalizirane z logaritmiranjem (Slika 6.1).



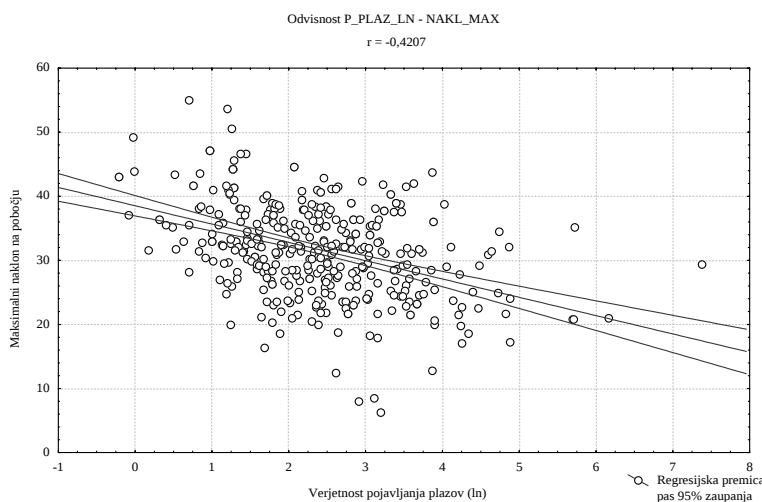
Slika 6.1 – Porazdelitev vrednosti verjetnosti pojavljanja plazov.

³⁷ Pri večkratni (multipli) regresijski analizi je mogoče uporabiti tudi podatek o prisotnosti ali odsotnosti plazov v pobočni enoti, a za tak pristop bi bilo treba pregledati in ponovno kartirati vse obstoječe pobočne enote na opazovanem območju.

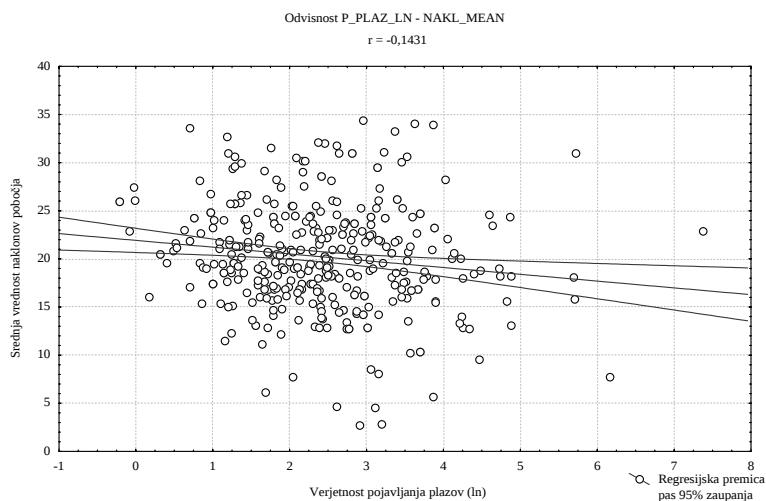
Kot metodo obdelave podatkov so bile izbrane vse tri metode regresijske analize, klasična, z vključitvijo vseh spremenljivk, metoda vključevanja značilnih regresorjev in metoda izključevanja neznanih regresorjev. Vse so podrobneje opisane v Košmelj (1983). Glavne zahteve regresijske analize, ki jih morajo izpolnjevati podatki spremenljivk, so:

- reprezentativnost in naključnost vzorca,
- natančnost meritev, brez grobih napak,
- vključitev le tistih neodvisnih spremenljivk, ki imajo teoretično osnovano relacijo z opazovanim pojavom (odvisno spremenljivko),
- medsebojna neodvisnost neodvisnih spremenljivk in
- linearnost zveze med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami.

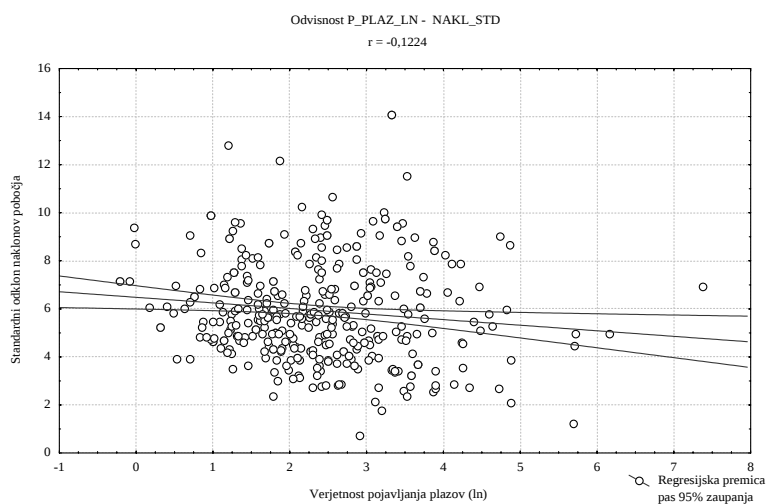
Linearnost zveze med odvisno in posamezno neodvisno spremenljivko je prikazana na spodnjih razsevnih diagramih (Slika 6.2 – Slika 6.11). Iz slik je razvidno, da obstaja zveza med skoraj vsemi neodvisnimi spremenljivkami in odvisno spremenljivko. Močnejša zveza med odvisno spremenljivko (verjetnost pojavljanja plazov – P_PLAZ_LN) je opazna pri spremenljivkah največji naklon (“NAKL_MAX”), največja absolutna ukrivljenost (“UKR_MAX_ABS”), standardni odklon ukrivljenosti (“UKRIV_STD”), povprečna oddaljenost od površinskih vodnih tokov (“VOD_MEAN”), obratno pa je pri spremenljivkah cosinus povprečne usmerjenosti (“USM_MEAN_COS”), povprečna oddaljenost od geoloških mej (“GM_MEAN”) in povprečna oddaljenost od strukturnih elementov (“STR_MEAN”). Zveza med odvisno spremenljivko in nominalnimi spremenljivkami je zaradi generalizacije in nezveznosti podatkov slabo izražena, a to ne pomeni, da odvisnosti ni. Prikaz zveze nominalnih neodvisnih spremenljivk z odvisno spremenljivko s pomočjo razsevnih diagramov (“LITO_VAR”, “SAT_VAR”, “KONV_KONK”, “LITO_MAJ” in “LITO_MED”) ni primeren.



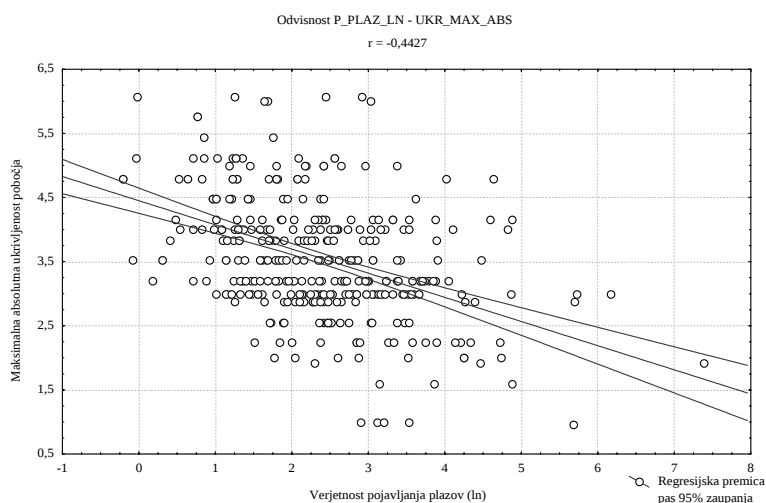
Slika 6.2 – Razsewni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od največjega naklona pobočja.



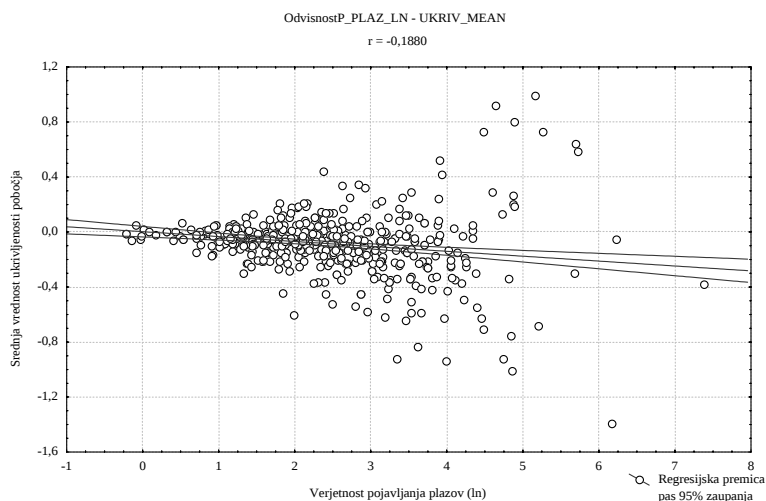
Slika 6.3 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od srednje vrednosti naklonov pobočja.



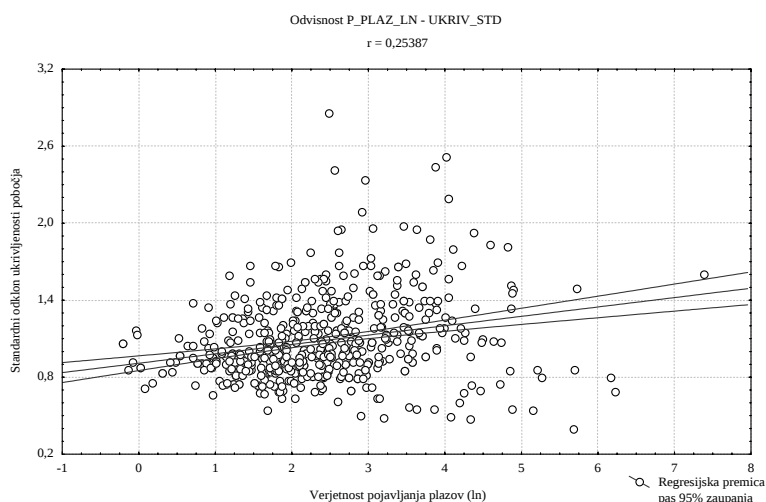
Slika 6.4 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od standardnega odklona naklonov pobočja.



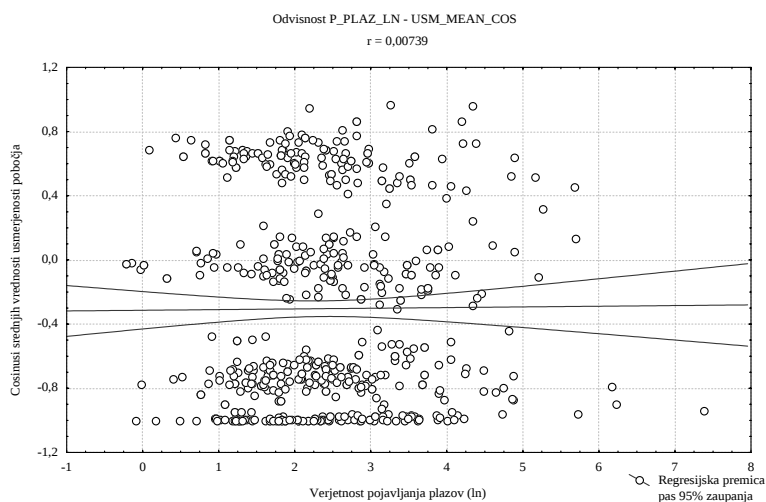
Slika 6.5 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od največje absolutne ukrivljenosti pobočja.



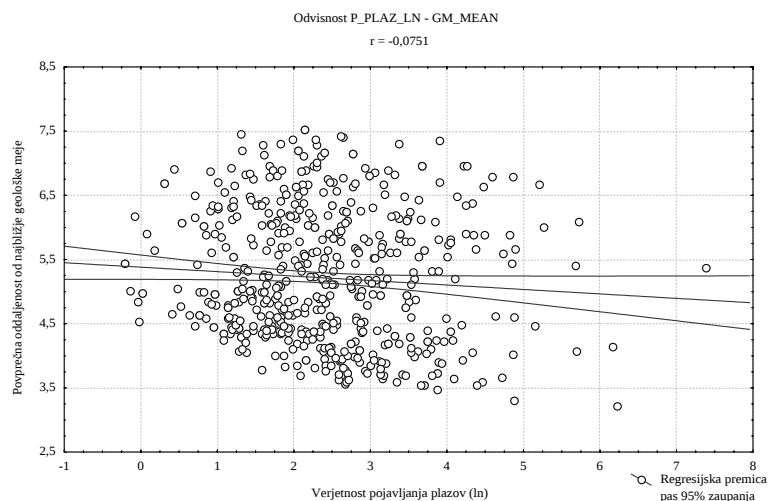
Slika 6.6 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od srednje vrednosti uklonov pobočja.



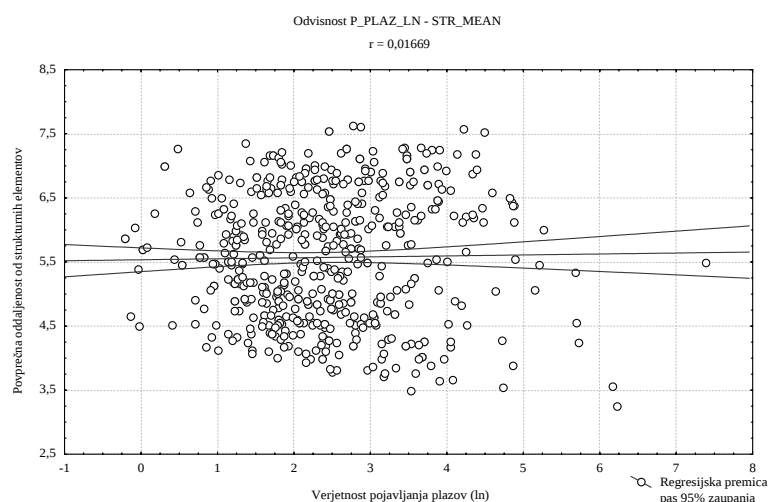
Slika 6.7 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od standardnega odklona ukrivljenosti pobočja.



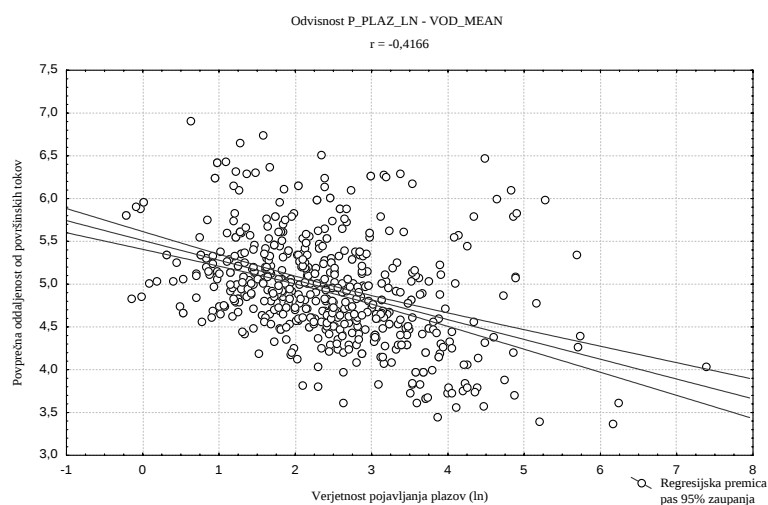
Slika 6.8 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od cosinusnih vrednosti povprečnih usmerjenosti pobočja.



Slika 6.9 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od povprečne oddaljenosti pobočja od najbližje geološke meje.



Slika 6.10 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od povprečne oddaljenosti pobočja od strukturnih elementov.



Slika 6.11 – Razsevni grafikon odvisnosti verjetnosti pojavljanja plazov od povprečne oddaljenosti pobočja od površinskih vodnih tokov.

Relacije med odvisno spremenljivko in neodvisnimi spremenljivkami za posamezne tipe plazov so podane v spodnji preglednici (Preglednica 6.14). Z odebeljenim tiskom so označene signifikativne vrednosti korelacij med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami.

Preglednica 6.14 – Relacije med odvisno spremenljivko (P_PLAZ_LN) in neodvisnimi spremenljivkami za posamezne tipe plazov. Stopnja zaupanja je $\alpha = 0,05$.

Spremenljivka	Tip plaz 1	Tip plaz 2	Tip plaz 3	Tip plaz 5
NAKL_MAX	-0,12	-0,46	-0,34	-0,44
NAKL_MEAN	0,03	-0,15	-0,13	-0,24
NAKL_STD	0,09	-0,18	-0,003	-0,17
UKRIV_MAX_ABS	-0,04	-0,56	-0,19	-0,3
UKRIV_MEAN	0,32	-0,23	-0,39	0,05
KONV_KONK	0,19	-0,09	-0,08	-0,11
UKRIV_STD	0,22	0,24	0,23	0,35
USM_MEAN_COS	0,18	-0,01	-0,02	0,12
GM_MEAN	-0,26	-0,03	-0,16	0,02
STR_MEAN	-0,01	0,03	-0,09	0,11
VOD_MEAN	-0,23	-0,43	-0,37	-0,36
LITO_VAR	-0,13	-0,41	-0,43	-0,48
LITO_MAJ	-0,20	0,04	0,02	0,002
LITO_MED	-0,19	-0,02	-0,05	-0,03
SAT_VAR	-0,82	-0,84	-0,89	-0,81
SAT_MAJ	0,15	-0,15	0,21	0,1
SAT_MED	0,23	0,19	0,27	0,12
n	68	413	57	60

V analize so bile vključene vse zgoraj navedene neodvisne spremenljivke, čeprav nekatere od njih ne kažejo močnejše povezanosti z odvisno spremenljivko. Tak pristop je bil izbran na podlagi izkušenj, ki jih v svojih prispevkih podajajo Carrara (1983), Carrara et al. (1990 in 1991). Avtorji so uporabili metodo vključevanja značilnih regresorjev, v tem primeru pa je bila izbrana analiza z vsemi tremi zgoraj omenjenimi metodami večkratne regresijske analize. V nadaljevanju so podani rezultati večkratne regresijske analize za vse plazove skupaj in za posamezne tipe plazov. Kot odvisna spremenljivka se vedno pojavlja logaritmirana vrednost verjetnosti pojavljanja plazov (P_PLAZ_LN). Podrobneje so rezultati predstavljeni v prilogi – Priloga VII – Rezultati večkratne regresijske analize, tu pa so podane le enačbe regresijskih premic za podatke učnih nizov vseh plazov in za vsak tip plazov.

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza **vseh plazov** definirajo spremenljivke, ki nosijo informacijo o največjem naklonu v glavni pobočni enoti, o njeni absolutni največji ukrivljenosti, o standardnem odklonu ukrivljenosti, o prevladujoči litološki enoti ter o raznovrstnosti in mediani površinskih tipov. Vrednost koeficienta večkratne determinacije, ki predstavlja stopnjo ujemanja dejanskih podatkov s premico regresijske funkcije – prilagojen $R^2 = 0,775$.

$$Y = 6,875562 - 0,02297 \times \text{NAKL_MAX} - 0,17552 \times \text{UKR_MAX_ABS} + 0,531059 \times \text{UKRIV_STD} + 0,031722 \times \text{LITO_MAJ} - 0,12652 \times \text{SAT_VAR} - 0,02011 \times \text{SAT_MED}$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza vseh plazov, izračunano po metodi vključevanja značilnih regresorjev, sestavljajo spremenljivke, ki nosijo informacijo o raznovrstnosti površinskih tipov, o povprečni oddaljenosti od najbližjega površinskega vodnega toka, o mediani površinskih tipov, o absolutni največji ukrivljenosti pobočne enote, o standardnem odklonu ukrivljenosti enote, o njenem največjem naklonu, o prevladujočem površinskem tipu, o prevladujoči litološki enoti, o standardnem odklonu naklonov in o oddaljenosti pobočne enote od najbližje geološke meje. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,777$.

$$Y = 6,844056 - 0,12753 \times SAT_VAR - 0,1367 \times VOD_MEAN - 0,02091 \times SAT_MED - 0,18363 \times UKR_MAX_ABS + 0,552003 \times UKRIV_STD - 0,02033 \times NAKL_MAX + 0,006995 \times SAT_MAJ + 0,015107 \times LITO_MAJ + 0,038153 \times NAKL_STD - 0,0549 \times GM_MEAN$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza vseh plazov, izračunano po metodi izključevanja značilnih regresorjev, določajo spremenljivke absolutna največja ukrivljenost pobočne enote, standardni odklon njenih ukrivljenosti, povprečna oddaljenost od najbližjega površinskega vodnega toka ter raznovrstnost in mediana površinskih tipov enote. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,766$.

$$Y = 7,066082 - 0,23096 \times UKR_MAX_ABS + 0,425927 \times UKRIV_STD - 0,19276 \times VOD_MEAN - 0,13192 \times SAT_VAR - 0,0138 \times SAT_MED$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza **fosilnih plazov** (tip plaz 1) določa le ena spremenljivka, raznovrstnost površinskih tipov glavne pobočne enote. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,615$.

$$Y = 5,6542 - 0,16118 \times SAT_VAR$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1), izračunano po metodi vključevanja značilnih regresorjev, določata spremenljivki, ki nosita informacijo o raznovrstnosti in modusu površinskih tipov glavne pobočne enote. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,71$.

$$Y = 5,927255 - 0,16603 \times SAT_VAR - 0,02261 \times SAT_MAJ$$

Tudi enačbo regresijske premice za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1), izračunano po metodi izključevanja značilnih regresorjev, določa le ena spremenljivka, absolutna največja ukrivljenost. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,684$.

$$Y = 5,869291 - 0,14515 \times UKR_MAX_ABS$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza **plazov, ki se gibljejo s prekinitvami** (tip plaz 2), določajo spremenljivke: največji naklon glavne pobočne enote, njena absolutna največja ukrivljenost, standardni odklon ukrivljenosti ter raznovrstnost in mediana površinskih tipov enote. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,785$.

$$Y = 6,395325 - 0,0271 \times NAKL_MAX - 0,23493 \times UKR_MAX_ABS + 0,654513 \times UKRIV_STD - 0,12401 \times SAT_VAR - 0,02277 \times SAT_MED$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2), izračunano po metodi vključevanja značilnih regresorjev, sestavljajo raznovrstnost površinskih tipov glavne pobočne enote, absolutna največja ukrivljenost, standardni odklon ukrivljenosti, mediana površinskih tipov, največji naklon enote ter prevladujoča litološka enota. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,789$.

$$Y = 6,363437 - 0,1251 \times SAT_VAR - 0,2478 \times UKR_MAX_ABS + 0,700568 \times UKRIV_STD - 0,02487 \times SAT_MED - 0,01624 \times NAKL_MAX + 0,011403 \times LITO_MAJ$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2), izračunano po metodi izključevanja značilnih regresorjev, tvorijo absolutna največja ukrivljenost pobočne enote, standardni odklon njenih ukrivljenosti in raznovrstnost površinskih tipov. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,767$.

$$Y = 5,598527 - 0,35233 \times UKR_MAX_ABS + 0,758736 \times UKRIV_STD - 0,1186 \times SAT_VAR$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza **počasnih plazenj** (tip plaz 3) definirata spremenljivki, povezani s površinskimi tipi, njihova raznolikost v glavni pobočni enoti in mediana njihovih vrednosti v isti enoti. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,844$.

$$Y = 11,72435 - 0,21957 \times SAT_VAR - 0,08477 \times SAT_MED$$

V enačbi regresijske premice za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plaz 3), izračunani po metodi vključevanja značilnih regresorjev, ob prejšnjih dveh spremenljivkah nastopata tudi spremenljivka povprečne oddaljenosti enote od najbližje geološke meje in največji naklon znotraj glavne pobočne enote. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,874$.

$$Y = 10,17503 - 0,16787 \times SAT_VAR - 0,327 \times GM_MEAN - 0,03375 \times NAKL_MAX - 0,03355 \times SAT_MED$$

Absolutna največja ukrivljenost glavne pobočne enote določa enačbo regresijske premice za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plaz 3), izračunano po metodi izključevanja značilnih regresorjev. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,808$.

$$Y = 6,361411 - 0,17565 \times UKR_MAX_ABS$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza **trenutnih zdrsov** (tip plaz 5) sestavljajo spremenljivke, ki nosijo informacijo o največjem in o povprečnem naklonu glavne pobočne enote, o tipu ukrivljenosti, o standardnemu odklonu ukrivljenosti enote, o

cosinusu srednje vrednosti usmerjenosti enote, o povprečni oddaljenosti glavne pobočne enote od najbližjega strukturnega elementa in najbližjega površinskega vodnega toka, o litološki raznolikosti ter o raznolikosti in mediani površinskih tipov. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,873$.

$$Y = 8,136316 - 0,12991 \times NAKL_MAX + 0,136883 \times NAKL_MEAN - 0,14473 \times KONV_KONK + 0,867369 \times UKRIV_STD - 0,30482 \times USM_MEAN_COS - 0,20409 \times STR_MEAN - 0,35924 \times VOD_MEAN + 0,33253 \times LITO_VAR - 0,10736 \times SAT_VAR - 0,11512 \times SAT_MED$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plaz 3), izračunano po metodi vključevanja značilnih regresorjev, opredeljujejo spremenljivke raznolikost površinskih tipov, povprečna oddaljenost glavne pobočne enote od najbližjega strukturnega elementa, prevladujoča litološka enota, standardni odklon ukrivljenosti, absolutna največja ukrivljenost in povprečna oddaljenost glavne pobočne enote od najbližje geološke meje. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,844$.

$$Y = 6,318229 - 0,095412991 \times SAT_VAR - 0,16234 \times STR_MEAN - 0,22797 \times LITO_MAJ + 1,47695 \times UKRIV_STD - 0,2848 \times UKR_MAX_ABS - 0,20343 \times GM_MEAN$$

Enačbo regresijske premice za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plaz 3), izračunano po metodi izključevanja značilnih regresorjev, sestavljajo spremenljivke absolutna največja ukrivljenost glavne pobočne enote, standardni odklon ukrivljenosti enote, mediana litoloških enot in raznovrstnost površinskih tipov v glavni pobočni enoti. Vrednost koeficienta večkratne determinacije – prilagojen $R^2 = 0,801$.

$$Y = 4,01482 - 0,35396 \times UKR_MAX_ABS + 1,073546 \times UKRIV_STD + 0,042392 \times LITO_MED - 0,09232 \times SAT_VAR$$

Tako kot rezultati faktorski analize so bili tudi rezultati regresijske analize uporabljeni kot osnova za oceno pomembnosti posameznih spremenljivk pri izdelavi matematičnih napovedovalnih modelov pojavljanja plazov. Izdelava modelov tveganja pred plazovi in izbira najboljšega med njimi sta opisani v naslednjem podpoglavju.

6.7. Izdelava modelov tveganja pred plazovi in izbira najboljše različice

Izdelava napovedovalnih modelov tveganja pred plazovi je bila načrtovana iz več smeri. Modeli so bili izdelani za vse plazove skupaj in za vsak tip plazov posebej, skupaj 124 modelov. Najosnovnejši pristop je vključeval izdelavo petdesetih linearnih matematičnih napovedovalnih modelov tveganja pred plazovi na osnovi rezultatov analiz multivariatne statistike, npr. koeficientov faktorskih vrednosti pri faktorski analizi ali enačb regresijske analize. Obenem je bilo po postopku analitične hierarhije (*ang. Analytical Hierarchy Process – AHP*), ki ga je prvi uporabil Saaty (1977), izdelano dodatnih štirinasedemdeset modelov tveganja pred plazovi. Uporabnost AHP v geografskih informacijskih sistemih so

pokazali Rao et al. (1991) in Eastman et al. (1993 in 1995), Barredo et al. (2000), Mwasi (2001) ter Nie et al. (2001) pa so pokazali uporabnost metode pri ocenjevanju geološko pogojenih tveganj. Metoda temelji na strokovni primerjavi dveh spremenljivk in oceni njunega odnosa. V postopku analitične hierarhije je večplasten problem s primerjavo parov poenostavljen na najosnovnejše odnose med vhodnimi spremenljivkami. Ocene odnosa (Preglednica 6.15) med vsemi uporabljenimi spremenljivkami so nadalje predstavljene v primerjalni matriki³⁸. Vrednosti glavnih lastnih vektorjev matrike predstavljajo končne uteži za spremenljivke v matriki. Sledi izračun indeksa doslednosti (*ang. Consistency Index – CI*), ki podaja pravilnost³⁹ ocene posameznega odnosa. V naslednjem koraku, ki je predstavljen z enačbo

$$CR = \frac{CI}{RI}, \quad \text{Enačba 6.3}$$

se s pomočjo razmerja med indeksom doslednosti (*CI*) in naključnim indeksom doslednosti⁴⁰ (*RI, ang. Random Index*) ugotovi doslednost ocenjevanja oz. razmerje doslednosti (*ang. Consistency Ratio – CR*). Ocene odnosov so sprejemljive, ko je vrednost razmerja doslednosti manjša od 0,1. AHP ni možen, če so vanj vključene manj kot tri spremenljivke. Podrobnosti o postopku analitične hierarhije lahko bralec najde v zgoraj navedeni literaturi in v številnih prispevkih o AHP na spletu.

V prvi različici modelov, izdelanih z AHP, so bila za koeficiente, dobljene s statističnimi analizami, izračunana razmerja, njihove vrednosti pa so bile neposredno prenešene v primerjalno matriko. Številčne vrednosti razmerij so bile zaokrožil na vrednost najbližje standardne ocene⁴¹, z izračunom *CR* pa je bila ugotovljena ustreznost doslednosti ocenjevanja. Pri drugi različici modelov je bil na osnovi vrednosti razmerij ocenjen odnos med opazovanima spremenljivkama, ocena pa nato prenešena v primerjalno matriko. Ta različica je zato delno podvržena subjektivnemu dejavniku.

Preglednica 6.15 – Standardne vrednosti ocen odnosa med opazovanima spremenljivkama (Saaty, 1977 & 1988).

Ocena odnosa	Opis odnosa med spremenljivkama A/B	Ocena odnosa	Opis odnosa med spremenljivkama A/B
1	Spremenljivki sta enako pomembni	1	Spremenljivki sta enako pomembni
3	A ima nekoliko večjo težo	1/3	A ima nekoliko manjšo težo
5	A ima večjo težo	1/5	A ima manjšo težo
7	A ima veliko večjo težo	1/7	A ima veliko manjšo težo
9	A ima zelo veliko težo v odnosu do B	1/9	A ima zelo majhno težo v odnosu do B
2, 4, 6 in 8	Vmesne vrednosti razmerij	1/2, 1/4, 1/6 in 1/8	Vmesne vrednosti razmerij

³⁸ Primerjalna matrika ima razsežnosti $n \times n$, kjer n predstavlja število neodvisnih spremenljivk v AHP.

³⁹ Pravilnost ocen odnosov med pari spremenljivk, izražena s *CI*, ne podaja pravilnosti uteži za spremenljivke, temveč stopnjo usklajenosti ocen pri različnih parih spremenljivk. Določitev odnosa med obravnavanimi spremenljivkama je še vedno naloga strokovnjaka in rezultat njegovih izkušenj ter vedenja o dani problematiki.

⁴⁰ Naključni indeks doslednosti (*RI*) je vrednost, odvisna od števila spremenljivk v primerjalni matriki in jo lahko dobimo v literaturi o AHP.

⁴¹ Vrednosti standardnih ocen so bile iz ulomkov pretvorjene v števila – $1/3 = 0,33$; $1/4 = 0,25$ itd. V primeru, da so bile vrednosti koncentrirane, je bila izvedena operacija množenja za vrednosti nad 1 in operacijo deljenja za vrednosti pod 1. Oba postopka sta bila opravljena z isto skalarno vrednostjo.

Združitev posameznih spremenljivk, vključenih v posamezni model, je bila opravljena po enostavnem postopku linearne utežene vsote (prirejeno Voogd, 1983). Rezultat modela je nestandardizirana⁴² stopnja tveganja, izračunana po enačbi:

$$H = \sum_{j=1}^n w_j \times f_{ij}, \quad \text{Enačba 6.4}$$

kjer H predstavlja nestandardizirano vrednost stopnje tveganja, w_j predstavlja končno utež spremenljivke, dobljeno pri AHP in f_{ij} predstavlja zvezno ali diskretno vrednost spremenljivke. Dejansko vrednosti stopnje tveganja je bila določena šele po normalizaciji vrednosti v posameznem modelu.

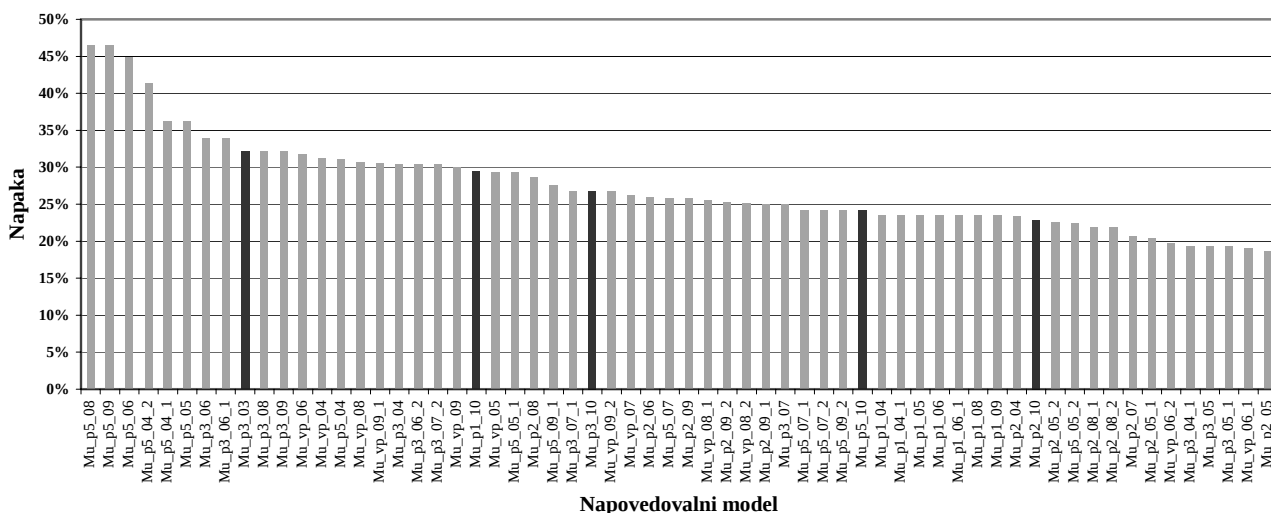
Rezultati faktorske analize podajajo le pomembnost posameznih komponent in spremenljivk, ne pa tudi njihovih dejanskih uteži. Slednje podajajo rezultati regresijske analize. Ker metodi med seboj nista primerljivi, predstavljata pa metodi za doseg istega cilja – napoved tveganja pred plazovi, je treba najti skupni imenovalac, na podlagi katerega bo možna primerjava končnih rezultatov.

Ena od možnih rešitev ugotavljanja ustreznosti napovedovalnih modelov se skriva v normalni porazdelitvi vrednosti verjetnosti pojavljanja plazov pri vseh napovedovalnih modelih. Razponi rezultatov napovedovalnih modelov so različni, a veže jih skupna lastnost, manjše vrednosti predstavljajo manjšo verjetnost pojavljanja plazov in obratno, večje vrednosti predstavljajo večje verjetnosti pojavljanja plazov. Če privzamemo, da predstavlja največja vrednost posameznega modela največjo možnost pojavov plazenj na izbranem območju, in najmanjša vrednost predstavlja najmanjšo možnost pojavov plazenj, predstavlja srednja vrednost ločnico med pojavljanjem in odsotnostjo plazov na istem območju. Ta ločnica je bila uporabljena pri določitvi ocene uspešnosti posameznih napovedovalnih modelov.

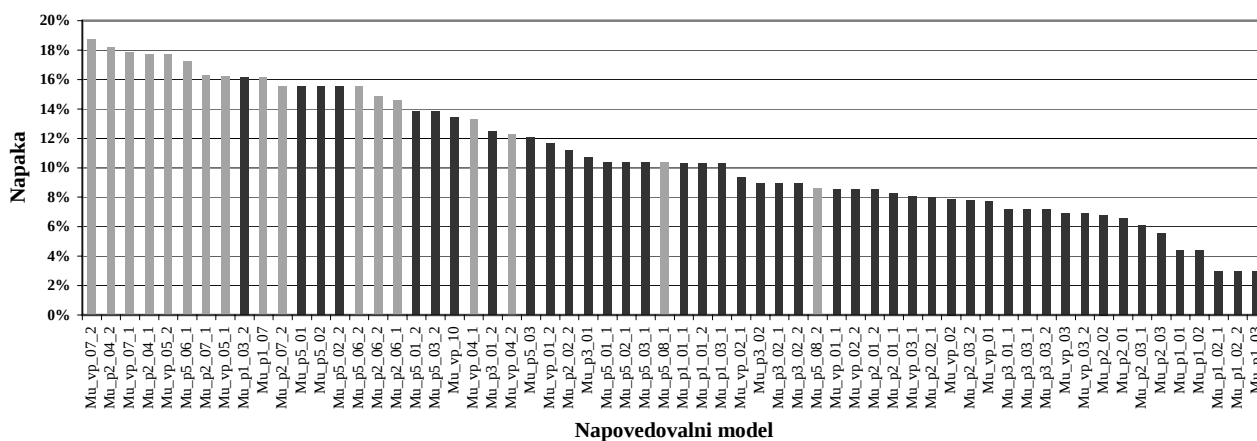
Naslednji sliki (Slika 6.12 in Slika 6.13) prikazujeta vrednosti napak posameznih modelov pri napovedovanju pojavov plazov. Napake so najmanjše pri modelih, ki napovedujejo plazove tipa 1, sledijo napake modelov plazov tipa 2, vseh plazov, tipa 3 in na koncu tipa 5. S sivo barvo so označeni modeli, dobljeni z metodami regresijske analize, s črno barvo pa modeli, dobljeni z metodami faktorske analize. Pri vseh tipih plazov, razen pri tipu 5, so dali modeli, dobljeni z metodami faktorske analize boljše rezultate od modelov, dobljenih z metodami regresijske analize.

V spodnji preglednici (Preglednica 6.16) so predstavljeni opisi najboljših napovedovalnih modelov in rezultati testov natančnosti napovedi plazovitih območij. Opisi vseh modelov so podani v prilogi. V prvem stolpcu so podane zaporedne številke modelov, sledita njihova oznaka in opis, stolpec "CR" podaja vrednosti razmerja doslednosti in prikazuje grobo oceno zaupanja v model. V zadnjem stolpcu so podane vrednosti napak modelov. V stolpcu "Oznaka" pomenijo okrajšave "vp" vse plazove, "p1" tip plazov 1 oz. fosilne plazove, "p2" tip plazov 2 oz. plazove, ki se gibljejo s prekinitvami, "p3" tip plazov 3 oz. počasna plazenja in "p5" tip plazov 5 oz. trenutne zdrse.

⁴² Vrednosti stopnje tveganja niso predstavljene v razponu od 0 do 1, kot je to navada za verjetnost.



Slika 6.12 – Vrednosti napak posameznih napovedovalnih modelov – I.del.



Slika 6.13 – Vrednosti napak posameznih napovedovalnih modelov – II.del.

Preglednica 6.16 – Opisi najboljših napovedovalnih modelov in rezultati testa njihove natančnosti.

Št. modela	Oznaka	Opis modela	CR	Napaka modela
7	Mu_vp_03	Mu_vp_02 × Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	6,885 %
9	Mu_vp_03_2	AHP Mu_vp_03 – druga različica	CR = 0,06	6,885 %
33	Mu_p1_02_1	AHP Mu_p1_02 – prva različica	CR = 0,04	2,94 %
34	Mu_p1_02_2	AHP Mu_p1_02 – druga različica	CR = 0,02	2,94 %
35	Mu_p1_03	Mu_p1_02 × Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	2,94 %
53	Mu_p2_03	Mu_p2_02 × Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	5,58 %
54	Mu_p2_03_1	AHP Mu_p2_03 – prva različica	CR = 0,02	6,07 %
76	Mu_p3_01_1	AHP Mu_p3_01 – prva različica	CR = 0,04	7,14 %
82	Mu_p3_03_1	AHP Mu_p3_03 – prva različica	CR = 0,02	7,14 %
83	Mu_p3_03_2	AHP Mu_p3_03 – druga različica	CR = 0,06	7,14 %
98	Mu_p5_01_1	AHP Mu_p5_01 – prva različica	CR = 0,04	10,34 %
101	Mu_p5_02_1	AHP Mu_p5_02 – prva različica	CR = 0,05	10,34 %
104	Mu_p5_03_1	AHP Mu_p5_03 – prva različica	CR = 0,04	10,34 %
120	Mu_p5_08_2	AHP Mu_p5_08 – druga različica	CR = 0,07	8,62 %

V primeru vseh plazov sta se za najboljša izkazala modela Mu_vp_03 (št. modela 7) in njegova druga AHP različica, Mu_vp_03_2 (št. modela 9). Pri prvem so uteži določene s signifikativnim deležem variance spremenljivke, ki je pomnožen z vrednostjo komunalnosti in vrednostjo večkratnega korelacijskega koeficienta spremenljivke. V drugem so uteži iz prvega modela služile za izračun razmerij in bile na osnovi ekspertne ocene prenesene v primerjalno matriko. Napaka⁴³ obeh modelov znaša 6,89 %. Pri nadaljnjem opisu vlog spremenljivk, se te vedno nanašajo na glavno pobočno enoto. Najpomembnejšo vlogo pri modelu Mu_vp_03 igrata mediana vseh litoloških enot (15,6 %) in prevladujoča litološka enota (15,5 %). Po pomembnosti sledijo največji (12,1 %) in povprečni naklon pobočja (9 %), mediana površinskih tipov (7,3 %), prevladujoči površinski tip (6,3 %), standardni odklon ukrivljenosti (5,7 %) in litološka raznolikost (5,2 %). Poleg omenjenih, igrajo v modelu manjšo vlogo (manj od 5 %) še ostale spremenljivke, razen usmerjenosti in povprečne ukrivljenosti pobočja. Med modeli, ki so poskušali napovedati pojavljanje fosilnih plazov (tip plaz 1), so se kot najprimernejši izkazali kar trije, Mu_p1_02_1 (št. modela 33), Mu_p1_02_2 (št. modela 34) in Mu_p1_03 (št. modela 35). Prva dva modela temeljita na razmerjih, dobljenih iz vrednosti signifikativnih deležev varianc posameznih spremenljivk, ki so bile pomnožene z vrednostjo komunalnosti istih spremenljivk, razlika med njima je le v načinu pridobitve razmerij. Pri tretjem modelu, Mu_p1_03, so uteži določene s signifikativnim deležem variance spremenljivke, ki je pomnožen z vrednostjo komunalnosti in vrednostjo večkratnega korelacijskega koeficienta spremenljivke. Napaka napovedovalnih modelov fosilnih plazov je le slabe 3 %. Najboljši model za napovedovanje fosilnih plazov (Mu_p1_03) določajo naslednje spremenljivke, razvrščene po pomembnosti: mediana vseh litoloških enot (11,1 %), prevladujoča litološka enota (10,6 %), povprečni naklon pobočja (9,5 %), standardni odklon ukrivljenosti (5,7 %), prevladujoči površinski tip (7,9 %), povprečna ukrivljenost pobočja (7,8 %) in mediana površinskih tipov (7,3 %). Deleži spremenljivk največji naklon pobočja, standardni odklon vseh naklonov, oddaljenost od najbližjega površinskega vodnega toka in od najbližjega strukturnega elementa ter litološka in površinska raznolikost, se gibljejo okoli 7 %. Tip ukrivljenosti, največja absolutna ukrivljenost, usmerjenost in oddaljenost od najbližje geološke meje ne igrajo nobene vloge v modelu Mu_p1_03. Plazove, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2), prav tako najbolje napovedujejo modeli, pri katerih so uteži določene s produktom signifikativnega deleža variance spremenljivke, vrednosti komunalnosti in vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta spremenljivke. Za najprimernejšega se je izkazal model Mu_p2_03 (št. modela 53) s 5,6 % napako. Za nekoliko slabšega se je izkazala njegova prva različica Mu_p2_03_1 (št. modela 54) z napako, ki je velika dobrih 6 %. Pri prvem modelu, Mu_p2_03, so vrednosti glavnih spremenljivk zelo podobne tistim iz modela, ki napoveduje pojavljanje vseh plazov hkrati, večjo vlogo pri pojavljanju plazov tipa 2 igra le oddaljenost od najbližje geološke meje (5 %). Spremenljivki, ki podajata tip in povprečno vrednost ukrivljenosti pri napovedi plazov tipa 2 nista pomembni. Tudi pri počasnih plazenjih (tip plaz 3) dajo najboljše rezultate modeli, pri katerih so kot osnova za določitev razmerij med spremenljivkami služile uteži, določene s produktom signifikativnega deleža variance spremenljivke, vrednosti komunalnosti in vrednosti večkratnega korelacijskega koeficienta spremenljivke. S 7,1 % napako so se za najprimernejše izkazali modeli Mu_p3_03_1 (št. modela 82), Mu_p3_03_2 (št. modela 83) in Mu_p3_01_1 (št. modela 76). Pri slednjem so bila razmerja med spremenljivkami

⁴³ Napaka modela je opredeljena kot delež plazov, ki se pojavljajo na pobočjih, pri katerih je verjetnost pojavljanja plazov manjša od srednje vrednosti verjetnosti za posamezni model. Srednja vrednosti predstavlja teoretično ločnico med pojavljanjem in odsotnostjo plazov. Na pobočjih, katerih vrednost verjetnosti pojavljanja je nižja od srednje vrednosti, je verjetnost odsotnosti plazov večja od verjetnosti pojavljanja.

določene na podlagi signifikativnega deleža variance spremenljivke. Tudi pri modelu Mu_p3_03_1 igra litologija najpomembnejšo vlogo. Obe spremenljivki, ki opisujeta litologijo, mediana vseh litoloških enot in raznolikost litoloških členov, imata enako, 15,2 % težo. Sledijo največji (11,8 %) in povprečni naklon pobočja (9,3 %), mediana površinskih tipov (7,5 %), prevladujoči površinski tip (7,2 %), tip ukrivljenosti (5,5 %), največja absolutna ukrivljenost (4,9 %) in usmerjenost pobočja (4,8 %). Manjšo vlogo v modelu igrajo še spremenljivke mediana vseh litoloških enot, oddaljenost od najbližje geološke meje, oddaljenost od najbližjega strukturnega elementa, povprečna ukrivljenost in standardni odklon ukrivljenosti pobočja. Le pri trenutnih zdrsih (tip plazov 5) se je med najboljše vključil model Mu_p5_08 (št. modela 120), pri katerem so bila razmerja med spremenljivkami določena na osnovi koeficientov regresijske analize. Zanimivost tega modela je, da pri napovedi plazovitih območij skoraj ne uporabi geoloških podatkov. Po uspešnosti napovedi mu sledijo prve različice vseh treh osnovnih modelov, dobljenih iz rezultatov faktorske analize, Mu_p5_01_1 (št. modela 98), Mu_p5_02_1 (št. modela 101) in Mu_p5_03_1 (št. modela 104). Najpomembnejšo, kar 58 % vlogo v modelu Mu_p5_08 igra standardni odklon ukrivljenosti pobočja. Sledijo mu največja absolutna ukrivljenost, z 32 % deležem, raznolikost površinskih tipov s 5,8 % deležem in mediana vseh litoloških enot s 4 % deležem. Preglednica 6.17 vsebuje uteži za posamezne spremenljivke, vključene v modele. Modeli so v preglednici predstavljeni z zaporedno številko, najboljši med njimi pa so označeni z osenčenimi polji.

Preglednica 6.17 – Vrednosti uteži spremenljivk pri najboljših modelih.

Št. modela	7	9	33	34	35	53	54	76	82	83	98	101	104	120
CR	-	0,06	0,04	0,02	-	-	0,02	0,04	0,02	0,06	0,04	0,05	0,04	0,07
Napaka modela (%)	6,89	6,89	2,94	2,94	2,94	5,58	6,07	7,14	7,14	7,14	10,34	10,34	10,34	8,62
NAKL_MAX	0,037	0,186	0,027	0,017	0,021	0,036	0,115	0,093	0,12	0,17	0,111	0,132	0,14	-
NAKL_MEAN	0,028	0,128	0,136	0,145	0,0326	0,026	0,093	0,077	0,093	0,117	0,102	0,098	0,121	-
NAKL_STD	0,014	0,043	0,031	0,020	0,0206	0,015	0,049	-	-	-	0,078	0,065	0,082	-
UKRIV_MAX_ABS	0,013	0,036	-	-	-	-	-	0,032	0,049	0,037	0,047	0,043	0,043	0,321
UKRIV_MEAN	0,008	0,019	0,078	0,082	0,027	-	-	0,044	0,013	0,008	0,086	0,057	0,017	-
UKRIV	0,0054	0,011	-	-	-	0,004	0,013	0,101	0,055	0,047	0,025	0,019	0,011	-
UKRIV_STD	0,017	0,05	0,152	0,156	0,03	0,016	0,061	0,025	0,017	0,01	0,028	0,028	0,034	0,58
USM_COS	-	-	-	-	-	0,005	0,017	0,028	0,048	0,036	-	-	-	-
GM_MEAN	-	-	-	-	-	0,015	0,048	0,01	0,03	0,02	0,022	0,017	0,018	-
STR_MEAN	0,007	0,014	0,045	0,039	0,019	0,0104	0,03	0,05	0,034	0,023	0,064	0,071	0,029	-
VOD_MEAN	0,011	0,022	0,058	0,049	0,021	0,012	0,034	0,085	0,052	0,034	-	-	-	-
LITO_VAR	0,017	0,042	0,035	0,029	0,023	0,016	0,05	0,036	0,152	0,183	0,051	0,048	0,062	-
LITO_MAJ	0,047	0,164	0,092	0,092	0,036	0,045	0,152	0,141	0,152	0,183	0,149	0,161	0,175	-
LITO_MED	0,048	0,164	0,118	0,129	0,038	0,045	0,152	0,127	0,042	0,026	0,134	0,146	0,159	0,040
SAT_VAR	0,012	0,022	0,039	0,029	0,021	0,014	0,040	-	-	-	-	-	-	0,058
SAT_MAJ	0,02	0,047	0,106	0,123	0,027	0,019	0,072	0,039	0,071	0,053	0,036	0,035	0,039	-
SAT_MED	0,022	0,052	0,083	0,089	0,025	0,02	0,075	0,114	0,075	0,054	0,065	0,079	0,072	-

Ob upoštevanju vrednosti CR in ob izločitvi subjektivnega dejavnika, ki je prisoten pri določanju uteži modelov, izdelanih z AHP, so se za najboljše modele izkazali Mu_vp_03 (št. modela 7), Mup1_03 (št. modela 35), Mu_p2_03, Mu_p3_03_1 (št. modela 53), Mu_p5_03_1 (št. modela 104) in Mu_p5_08_2 (št. modela 120). V primeru trenutnih zdrsov sta bila med najboljše vključena dva modela, eden kot rezultat faktorske in drugi kot rezultat regresijske analize. Prvi je bila kljub večji napaki vključen zaradi lažje

primerjave z modeli za druge tipe plazov. V spodnji preglednici (Preglednica 6.18) je podan pomen posameznih prostorskih dejavnikov pri pojavljanju posameznih tipov plazov in pri vseh plazovih skupaj v primeru linearnih modelov. Pri vseh modelih, razen pri drugem modelu trenutnega zdrsa (p5/2), igrajo litološke lastnosti glavnih pobočnih enot najpomembnejšo vlogo, ki se giblje med 20 in 33 %. Možna razlaga modela trenutnega zdrsa, kjer je pomen litoloških lastnosti očitno zmanjšan, je v njihovi majhni vlogi v združenem zapisu pojavov usadov in podorov, ki lahko nastajajo v kamninah s precej različnimi geomehanskimi lastnostmi. Pomembno vlogo pri pojavljanju plazov igra tudi naklon pobočja, katerega vpliv se giblje med 17 in 26 %. Njegova vloga ni pomembna le pri drugem modelu trenutnih zdrsov. Lastnosti površinskih tipov pobočja predstavljajo delež vpliva, ki se giblje med 11 in 21 %. Tudi lastnosti površinskih tipov ne vplivajo bistveno na pojavljanje plazov, ki je podano z drugim modelom trenutnih zdrsov. Razgibanost oz. valovitost pobočja, ki se skriva v spremenljivkah standardnih odklonov nagibov in ukrivljenosti, vpliva na pojavljanje plazov z deležem med 10 in 15 %, z izjemama počasnih plazenj (2 %) in drugega modela trenutnih zdrsov (58 %). Ukrivljenost glavne pobočne enote vpliva na pojavljanje plazov s podobnim deležem kot dejavnik razgibanosti. Vpliv ukrivljenosti se giblje med 7 in 12 %. Izjemoma njen vpliv bolj odstopa, velik je v primeru drugega modela trenutnih zdrsov (32 %), majhen pa v primeru plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (1,3 %), njen vpliv pa je popolnoma zanemarljiv pri pojavljanju fosilnih plazov. Raznolikost litoloških enot na pobočju ima načeloma manjšo vlogo, katere vpliv se giblje med 3 in 7 %. Le v primeru počasnih plazenj je njen vpliv povečan in znaša 15 %. Podobno lahko trdimo za raznolikost površinskih tipov, katere vpliv se giblje med 3 in 8 %. Vpliv oddaljenosti pobočja do najbližjega površinskega vodnega toka se giblje med 3,5 in 6 %. Vloga oddaljenosti pobočja od najbližjega strukturnega elementa se giblje med 2,3 in 6 %, oddaljenost od najbližje geološke meje pa med 2 in 6 %. Usmerjenost vpliva na pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (2 %) in na počasna plazenja (5 %).

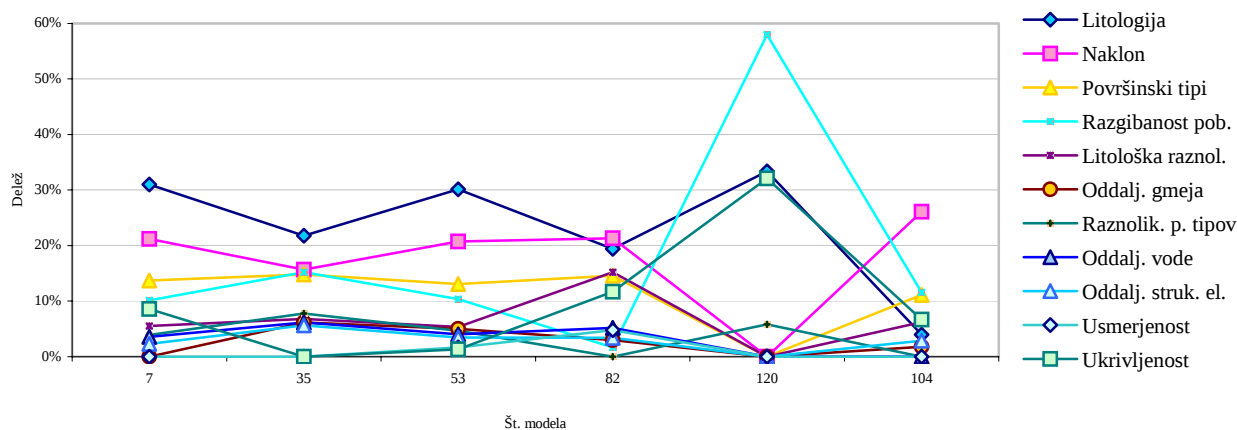
Rezultati se nekoliko razlikujejo od tistih, ki so povezani z lokacijami plazov in so bili predstavljeni v 4. poglavju. To je seveda razumljivo, saj so tu predstavljeni rezultati vezani na podatke glavnih pobočnih enot.

Preglednica 6.18 – Pomen prostorskih dejavnikov pri pojavljanju posameznih tipov plazov in pri vseh plazovih skupaj v primeru linearnih modelov.

Prostorski dejavnik	Vsi plazovi	Prostorski dejavnik	Fosilni plazovi	Prostorski dejavnik	Plazovi s prekin.	Prostorski dejavnik	Počasna plazenja	Prostorski dejavnik	Trenutni zdrsi 2	Prostorski dejavnik	Trenutni zdrsi 1
Litološke lastnosti	31,0%	Litološke lastnosti	21,8%	Litološke lastnosti	30,2%	Naklon	21,3%	Razgibanost pobočja	58,0%	Litološke lastnosti	33,4%
Naklon	21,2%	Naklon	15,7%	Naklon	20,8%	Litološke lastnosti	19,4%	Ukrivljenost	32,1%	Naklon	26,1%
Površinski tipi	13,7%	Razgibanost pobočja	15,2%	Površinski tipi	13,1%	Litološka raznolikost	15,2%	Raznolikost površinskih tipov	5,8%	Razgibanost pobočja	11,6%
Razgibanost pobočja	10,1%	Površinski tipi	14,8%	Razgibanost pobočja	10,4%	Površinski tipi	14,6%	Litološke lastnosti	4,0%	Površinski tipi	11,1%
Ukrivljenost	8,6%	Raznolikost površinskih tipov	7,8%	Litološka raznolikost	5,4%	Ukrivljenost	11,7%			Ukrivljenost	6,7%
Litološka raznolikost	5,5%	Litološka raznolikost	6,8%	Oddaljenost od geoloških meja	5,0%	Oddaljenost od vodnih tokov	5,2%			Litološka raznolikost	6,2%
Raznolikost površinskih tipov	3,9%	Oddaljenost od geoloških meja	6,1%	Raznolikost površinskih tipov	4,7%	Usmerjenost	4,8%			Oddaljenost od strukturnih elementov	2,9%

Prostorski dejavnik	Vsi plazovi	Prostorski dejavnik	Fosilni plazovi	Prostorski dejavnik	Plazovi s prekin.	Prostorski dejavnik	Počasna plazenja	Prostorski dejavnik	Trenutni zdrsi 2	Prostorski dejavnik	Trenutni zdrsi 1
Oddaljenost od vodnih tokov	3,6%	Oddaljenost od vodnih tokov	6,1%	Oddaljenost od vodnih tokov	4,0%	Oddaljenost od strukturnih elementov	3,4%			Oddaljenost od geoloških meja	1,8%
Oddaljenost od strukturnih elementov	2,3%	Oddaljenost od strukturnih elementov	5,7%	Oddaljenost od strukturnih elementov	3,5%	Oddaljenost od geoloških meja	3,0%				
				Usmerjenost	1,7%	Razgibanost pobočja	1,7%				
				Ukrivljenost	1,3%						

Velikost uteži posameznih prostorskih dejavnikov pri najprimernejših napovedovalnih modelih

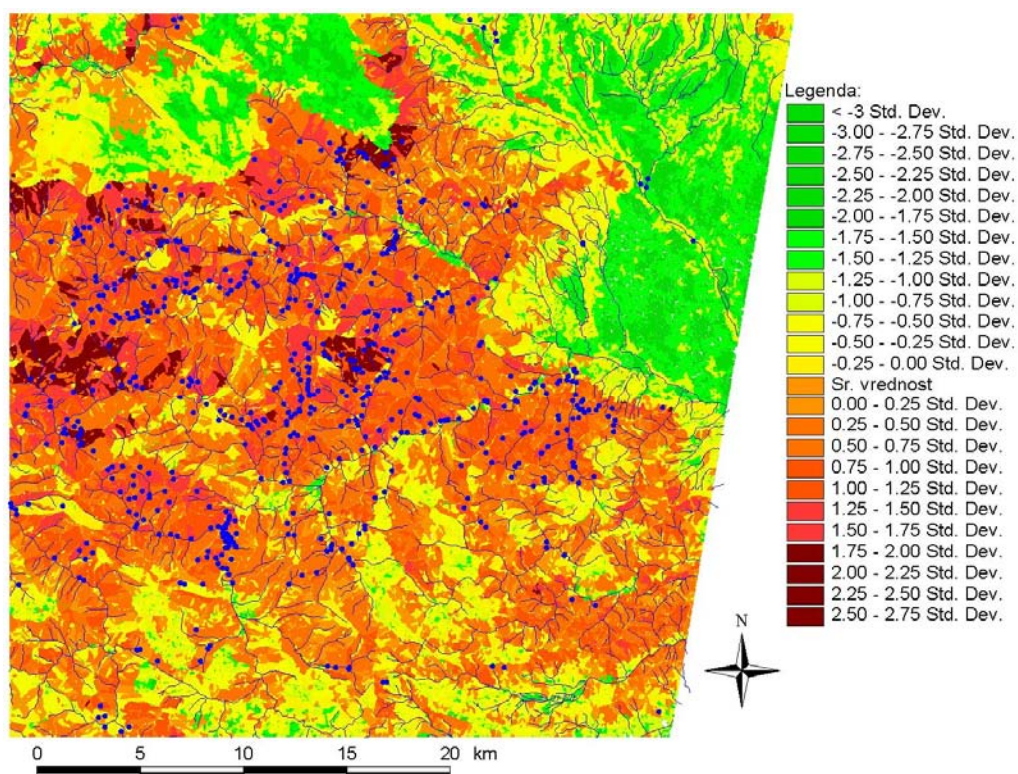


Slika 6.14 – Deleži prostorskih dejavnikov pri linearnih modelih.

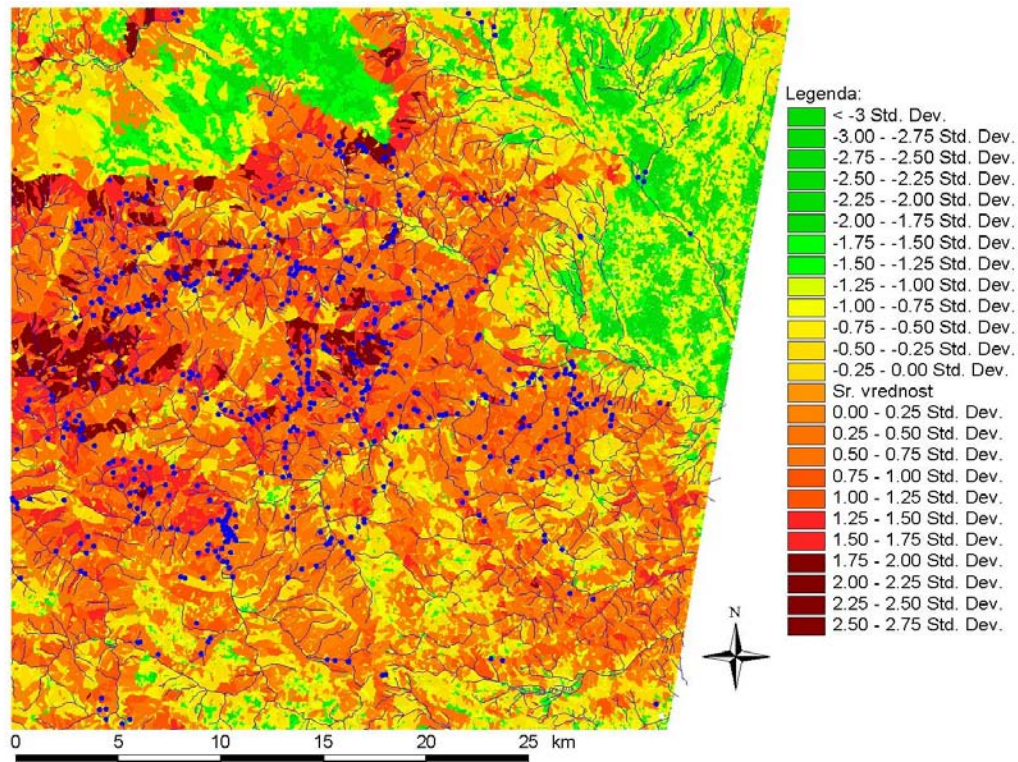
Slika 6.14 prikazuje deleže prostorskih dejavnikov po posameznih linearnih modelih. Model Mu_vp_03 je označen s številko 7, Mu_p1_03 s številko 35, Mu_p2_03 s številko 53, Mu_p3_03_1 s številko 82, Mu_p5_03_1 s številko 104 in Mu_p5_08_2 s številko 120.

Na spodnjih slikah (Slika 6.15–Slika 6.21) so prikazani posamezni modeli, katerih lastnosti so bile pravkar opisane. Vrednosti modelov so razvrščene v razrede po 0,25 standardnega odklona (Std. Dev.). Vrednosti, večje od srednje vrednosti populacije (Sr. vrednost), predstavljajo območja z večjo verjetnostjo pojavljanja plazov. Prikazane so v odtenkih rdeče in oranžne barve. Temnejši odtenki označujejo večjo verjetnost pojavov plazenj. Obratno velja za manjše vrednosti verjetnosti pojavljanja plazenj. Te so na slikah prikazane v odtenkih rumene in zelene barve. Z modrimi točkami so označene lokacije kartiranih plazov. Za lažjo orientacijo so na slikah modelov prikazani površinski vodni tokovi.

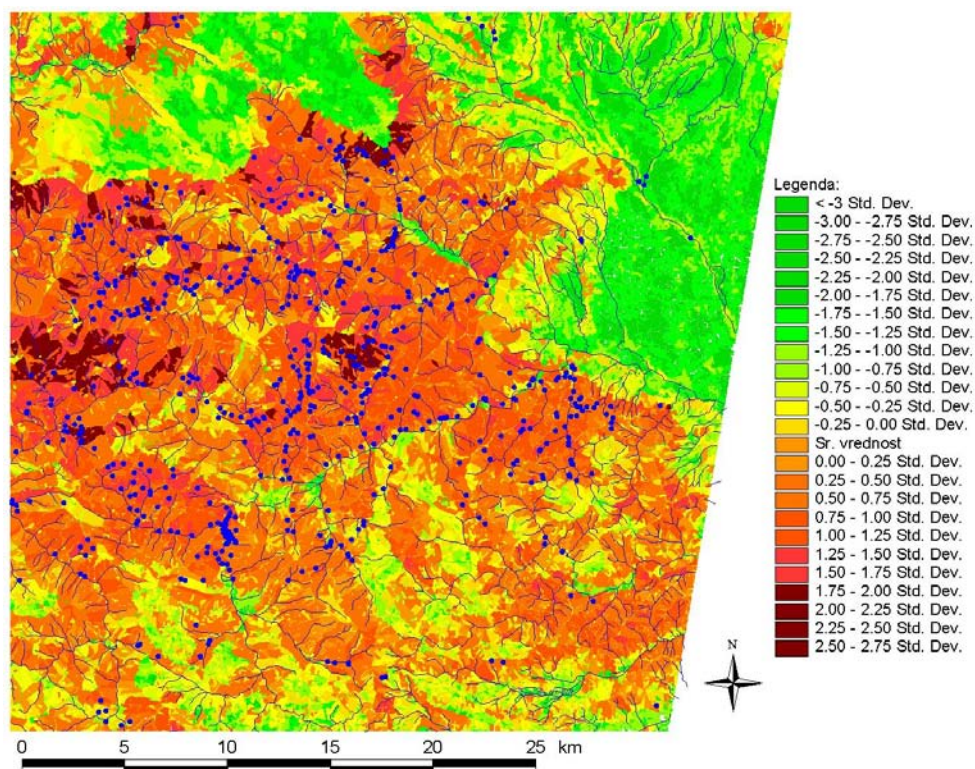
Iz grafičnih prikazov najprimernejših napovedovalnih modelov je razvidno, da se območja z večjo možnostjo pojavljanja plazenj in večjim tveganjem pojavljajo v hribovitih predelih obravnavanega območja. A tudi območja, ki ležijo na položnejših predelih, niso povsem brez možnosti nastanka plazov. Kot zadnja slika (Slika 6.21) je predstavljena primerjava med napovedovalnim modelom za vse plazove skupaj in med modelom, ki predstavlja največjo skupno stopnjo tveganja vseh posameznih tipov plazov. Statistični opisi modelov so podani v nadaljevanju.



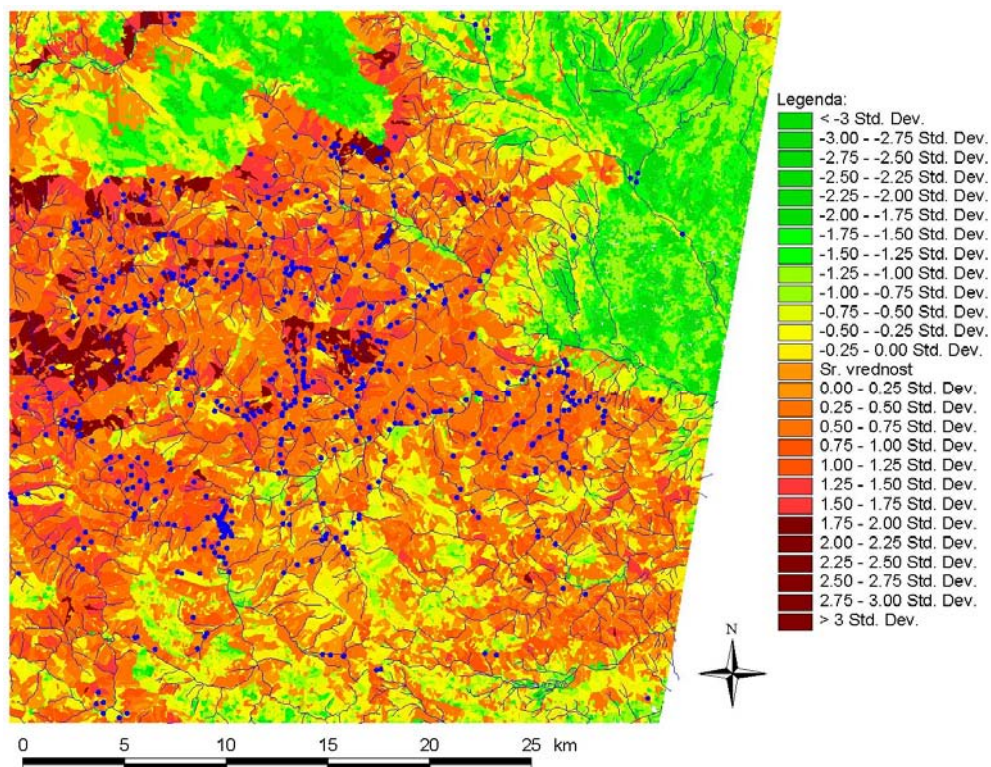
Slika 6.15 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_vp_03, ki predstavlja verjetnost pojavljanja vseh plazov skupaj.



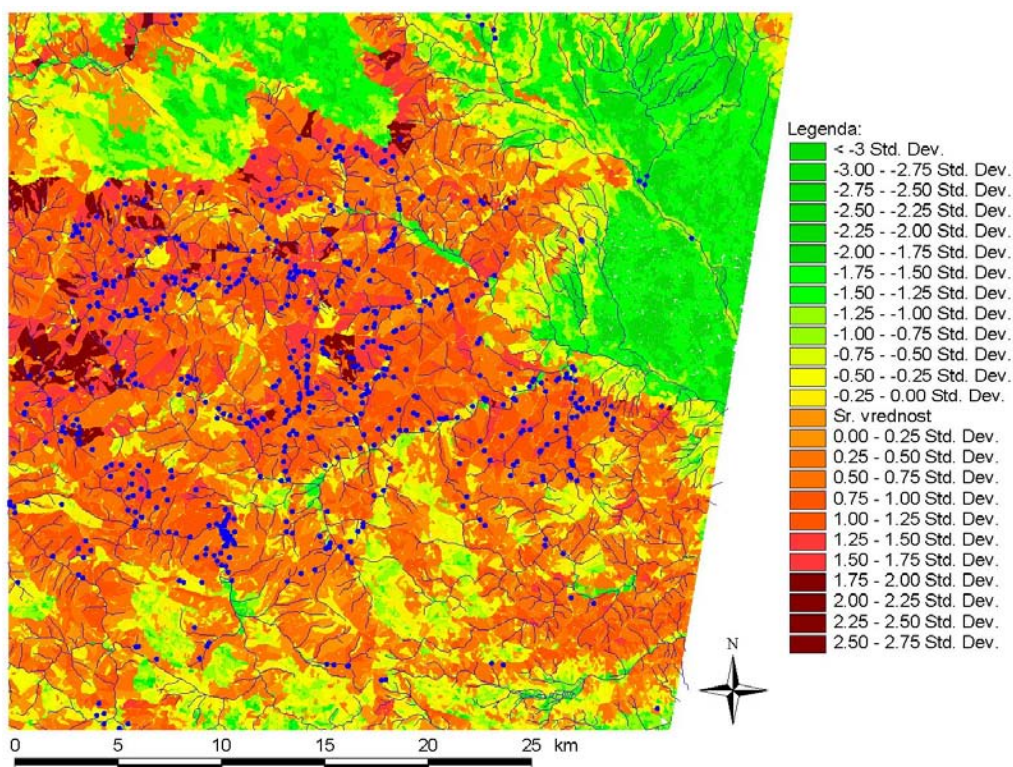
Slika 6.16 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p1_03, ki predstavlja verjetnost pojavljanja fosilnih plazov.



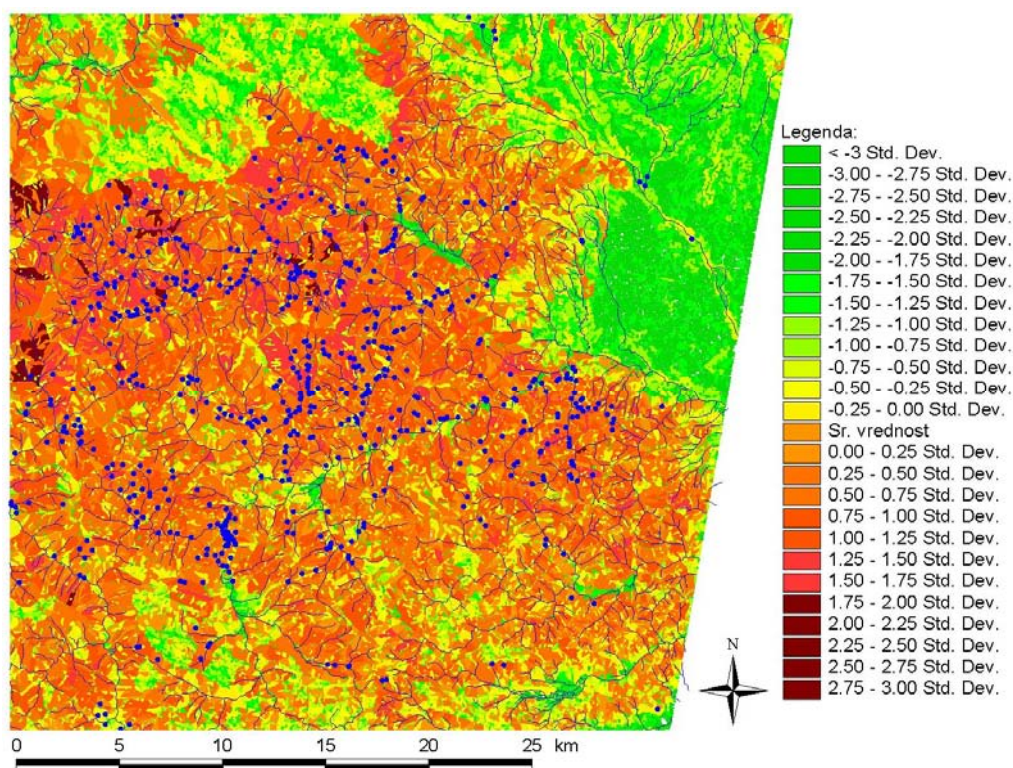
Slika 6.17 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p2_03, ki predstavlja verjetnost pojavljanja plazov, ki se gibljejo s prekinitevami.



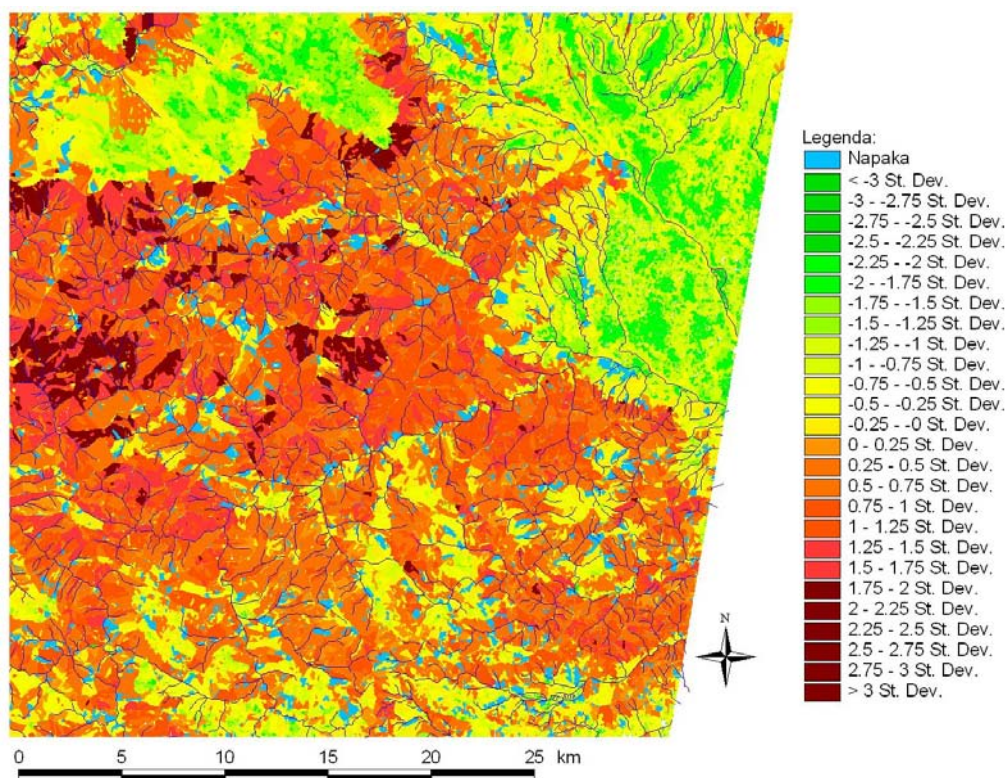
Slika 6.18 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p3_03_1, ki predstavlja verjetnost pojavljanja počasnih plazenj.



Slika 6.19 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p5_03_1, ki predstavlja verjetnost pojavljanja trenutnih zdrsov. Uteži modela so določene na osnovi rezultatov faktorske analize.



Slika 6.20 – Grafični prikaz napovedovalnega modela Mu_p5_08_2, ki predstavlja verjetnost pojavljanja trenutnih zdrsov. Uteži modela so določene na osnovi rezultatov regresijske analize.



Slika 6.21 – Grafični prikaz razlike med napovedovalnim modelom Mu_vp_03 in največjo skupno stopnjo tveganja pred posamičnimi tipi plazov (maksimum najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max).

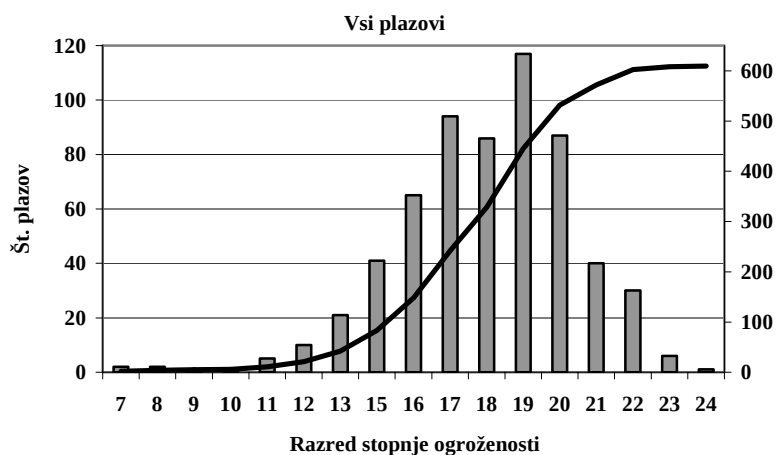
Primerjava modela Mu_vp_03 in največjo skupno stopnjo tveganja pred posamičnimi tipi plazov⁴⁴, kažejo na splošno večjo stopnjo tveganja pri združeni različici. Taka razlika med modeloma je pričakovana, saj so modeli posamičnih tipov plazov bolj reprezentativni zaradi izločitve vpliva drugih tipov plazov. Razlika med modeloma, ki na splošno ni velika, je s sinjo barvo prikazana na zgornji sliki (Slika 6.21). Modela sta razdeljena na 27 razredov, kjer razredi do vključno 13. predstavljajo območja z zelo majhnim tveganjem nastanka plazov, 14. razred predstavlja srednjo vrednost (Sr. vredn.), in razredi od vključno 15. dalje predstavljajo območja, kjer je verjetnost nastanka plazov večja. Največja razlika med modeloma znaša 4 razrede. Taka območja obsegajo le 0,04 % celotnega površja. Območja, pri katerih znaša razlika 3 razrede, pokriva slab odstotek celotne površine obravnavanega območja. Območja, z razliko 2 razredov, pokrivajo 10,5 % in območja z razliko 1 razreda 42,7 % površja. Slabih 46 % obsegajo območja, pri katerih ni razlike med modeloma. Nabolj kritičnih območij, tistih pri katerih prihaja do prekrivanja mejnih razredov 13 in 15, je slabih 5 %. Na teh območjih se nahaja 13 plazov. Preglednica 6.19 prikazuje razvrstitev rezultatov modelov po razredih.

⁴⁴ Maksimum modelov št. 35, 53, 82 in 104.

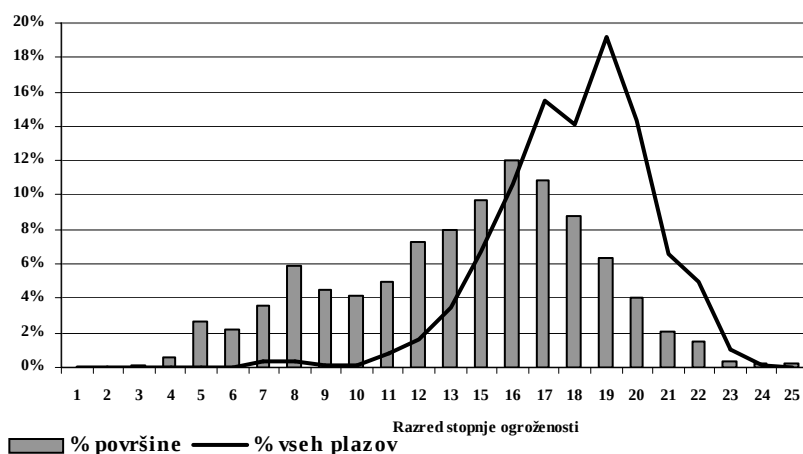
Preglednica 6.19 – Razvrstitev rezultatov modelov po razredih.

Statistični opis	#	Tveganje	Statistični opis	#	Tveganje	Statistični opis	#	Tveganje
< -3 St. Dev.	1	Zelo majhno	-0,75 - -1 St. Dev.	10	Zmerno majhno	1 - 1,25 St. Dev.	19	Pretežno veliko
-3 - -2,75 St. Dev.	2		-0,5 - -0,75 St. Dev.	11		1,25 - 1,5 St. Dev.	20	Veliko
-2,5 - -2,75 St. Dev.	3		-0,25 - -0,5 St. Dev.	12		1,5 - 1,75 St. Dev.	21	
-2,25 - -2,5 St. Dev.	4		0 - -0,25 St. Dev.	13		1,75 - 2 St. Dev.	22	Zelo veliko
-2 - -2,25 St. Dev.	5		Sr. vredn.	14	Zmerno veliko	2 - 2,25 St. Dev.	23	
-1,75 - -2 St. Dev.	6		0 - 0,25 St. Dev.	15		2,25 - 2,5 St. Dev.	24	
-1,5 - -1,75 St. Dev.	7	Majhno	0,25 - 0,5 St. Dev.	16		2,5 - 2,75 St. Dev.	25	
-1,25 - -1,5 St. Dev.	8	Pretežno majhno	0,5 - 0,75 St. Dev.	17		2,75 - 3 St. Dev.	26	
-1 - -1,25 St. Dev.	9		0,75 - 1 St. Dev.	18		> 3 St. Dev.	27	

Spodnje slike (Slika 6.22 – Slika 6.30) prikazujejo korelacijo pojavov plazov glede na razrede stopnje ogroženosti obravnavanega območja. S črto so prikazane kumulativne porazdelitve plazov. Meja med 13. in 15. razredom predstavlja mejo med območji z zelo majhnim in območji z velikim tveganjem nastanka plazov. V primeru vseh plazov (Slika 6.22), se jih 42 (slabih 7 %) pojavlja na območjih, kjer je tveganje nastanka plazov majhno. Slika 6.23 prikazuje pojavljanje vseh plazov v odvisnosti od površinskih deležev razredov tveganja nastanka plazov, preglednica ki sledi (Preglednica 6.20), pa podaja vrednosti testa χ^2 za napovedovalni model Mu_vp_03. Rezultati kažejo, da se značilno več plazov pojavlja na območjih, kjer je tveganje nastanka plazov pretežno veliko do veliko. Na območjih z majhnim tveganjem nastanka plazov se pojavljata le 2 fosilna plazova (2,9 %) (Slika 6.24). Pojavljanje fosilnih plazov v odvisnost od površinskih deležev razredov tveganja nastanka plazov (Slika 6.25 in Preglednica 6.21) kaže podobne rezultate kot pojavljanje vseh plazov. Njihova koncentracija je največja na območjih, kjer je tveganje nastanka plazov zmerno veliko do veliko. Od plazov, ki se gibljejo s prekinitvami se jih 11 (5,6 %) pojavlja na območjih z majhnim tveganjem nastanka plazov (Slika 6.26). Tudi pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami, v odvisnosti od porazdelitve razredov ogroženosti (Slika 6.27 in Preglednica 6.22) kaže na njihovo značilno pojavljanje na območjih, kjer je tveganje nastanka plazov zmerno veliko do veliko. Delež počasnih plazenj, ki se pojavljajo na območjih z majhnim tveganjem nastanka plazov (Slika 6.28), je relativno visok, 21,4 % (12 plazov). Njihovo pojavljanje je nekoliko bolj razpršeno od pojavljanja ostalih tipov plazov (Slika 6.29 in Preglednica 6.23), saj se pojavljajo na območjih z zmerno majhnim tveganjem, na območjih, kjer je tveganje nastanka plazov zmerno veliko do veliko in celo zelo veliko. Od trenutnih zdrsov se jih 5 (8,6 %) pojavlja na območjih z majhnim tveganjem nastanka plazov (Slika 6.30). Tako kot večina tipov plazov se tudi trenutni zdrsi večinoma pojavljajo na območjih, kjer je tveganje nastanka plazov zmerno veliko do veliko (Slika 6.31 in Preglednica 6.24). Zadnji dve sliki v tem podpoglavju (Slika 6.32 in Slika 6.33) in preglednica, ki jima sledi (Preglednica 6.25), prikazujejo pojavljanje vseh plazov z modelom Mu_max, ki predstavlja maksimalne vrednosti tveganja iz najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov. Le 29 (4,7 %) plazov se pojavlja na območjih z majhnim tveganjem nastanka plazov. Iz rezultatov testa χ^2 sklepamo, da so izbrani modeli precej zanesljivi, saj je tveganje pri vseh manjše od 0,05.



Slika 6.22 – Pojavljanje vseh plazov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_vp_03).

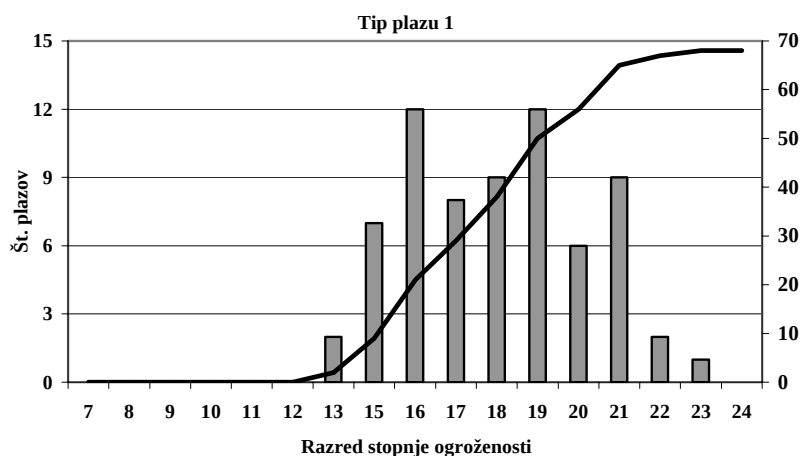


Slika 6.23 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev vseh plazov po teh razredih (model Mu_vp_03).

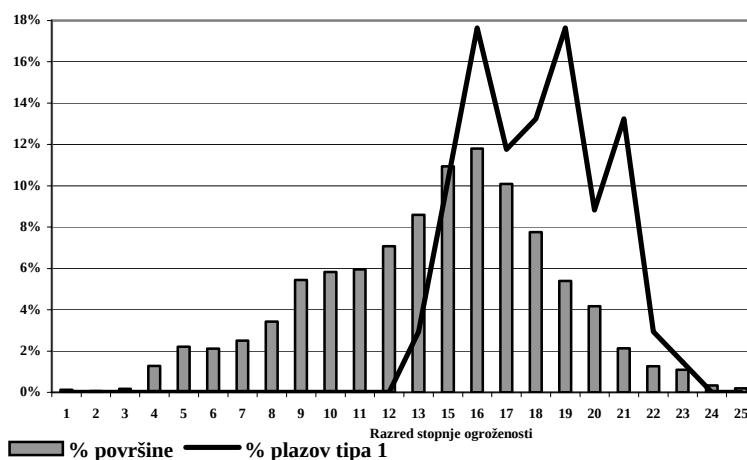
Preglednica 6.20 – χ^2 test napovedi pojavljanja vseh plazov z modelom Mu_vp_03.

Vsi plazovi – model Mu_vp_03				
$\chi^2 = 664,6$ $df = 24$ $p < 0,01$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
1	0	0,0001	-0,0001	0,0001
2	0	0,038	-0,038	0,038
3	0	0,436	-0,436	0,436
4	0	3,201	-3,201	3,201
5	0	16,156	-16,156	16,156
6	0	13,608	-13,608	13,608
7	2	21,533	-19,533	17,718
8	2	35,688	-33,688	31,800
9	1	27,650	-26,650	25,686
10	1	25,563	-24,563	23,602
11	5	30,435	-25,435	21,256
12	10	44,314	-34,314	26,570

Vsi plazovi – model Mu_vp_03				
$\chi^2 = 664,6$		df = 24		p < 0,01
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
13	21	48,904	-27,904	15,922
15	41	58,926	-17,926	5,453
16	65	73,096	-8,096	0,897
17	94	65,950	28,050	11,930
18	86	53,204	32,796	20,216
19	117	38,618	78,382	159,090
20	87	24,418	62,582	160,388
21	40	12,989	27,011	56,166
22	30	9,339	20,661	45,710
23	6	2,094	3,906	7,283
24	1	1,640	-0,640	0,249
25	0	1,199	-1,199	1,199
Σ	609	609	0	664,6



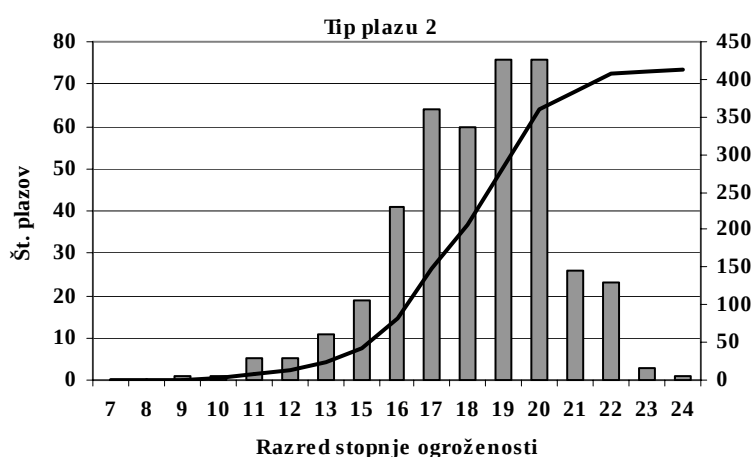
Slika 6.24 – Pojavljanje fosilnih plazov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p1_03).



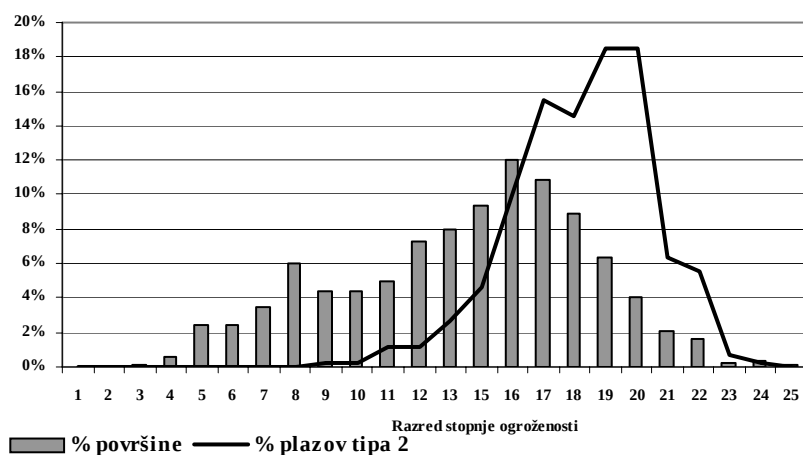
Slika 6.25 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev fosilnih plazov po teh razredih (model Mu_p1_03).

Preglednica 6.21 – χ^2 test napovedi pojavljanja fosilnih plazov z modelom Mu_p1_03.

Tip plazov 1 – model Mu_p1_03				
$\chi^2 = 95,6$ $df = 24$ $p < 0,01$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
1	0	0,088	-0,088	0,088
2	0	0,039	-0,039	0,039
3	0	0,117	-0,117	0,117
4	0	0,876	-0,876	0,876
5	0	1,503	-1,503	1,503
6	0	1,443	-1,443	1,443
7	0	1,706	-1,706	1,706
8	0	2,334	-2,334	2,334
9	0	3,700	-3,700	3,700
10	0	3,965	-3,965	3,965
11	0	4,048	-4,048	4,048
12	0	4,810	-4,810	4,810
13	2	5,844	-3,844	2,528
15	7	7,438	-0,438	0,026
16	12	8,026	3,974	1,967
17	8	6,860	1,140	0,190
18	9	5,278	3,722	2,625
19	12	3,664	8,336	18,966
20	6	2,840	3,160	3,515
21	9	1,454	7,546	39,181
22	2	0,862	1,138	1,504
23	1	0,744	0,256	0,088
24	0	0,227	-0,227	0,227
25	0	0,134	-0,134	0,134
Σ	68	68	0	95,6



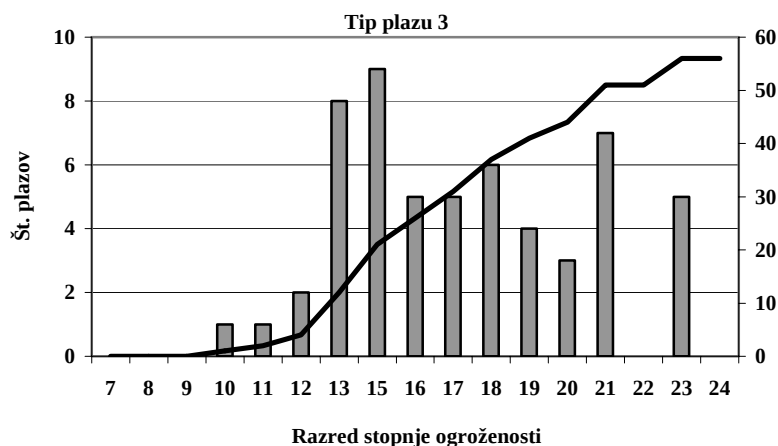
Slika 6.26 – Pojavljanje plazov, ki se gibljejo s prekinitvami po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p2_03).



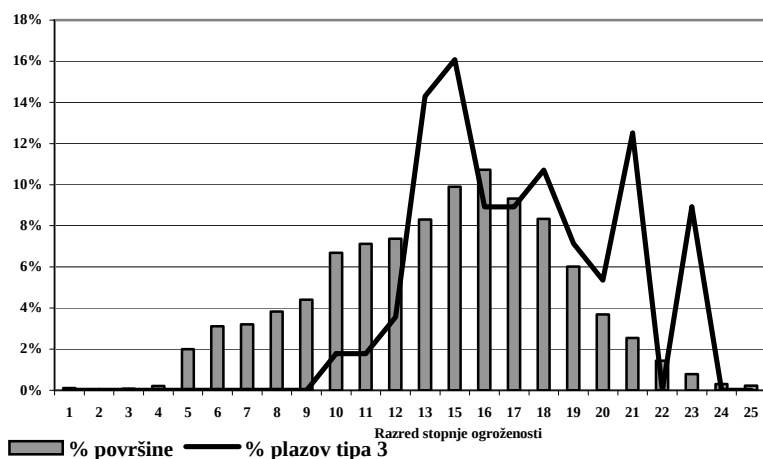
Slika 6.27 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev plazov, ki se gibljejo s prekinitevami po teh razredih (model Mu_p2_03).

Preglednica 6.22 – χ^2 test napovedi pojavljanja plazov, ki se gibljejo s prekinitevami z modelom Mu_p2_03.

Tip plazov 2 – model Mu_p2_03				
$\chi^2 = 557,9$ $df = 24$ $p < 0,01$				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
1	0	0,0002	-0,0002	0,0002
2	0	0,029	-0,029	0,029
3	0	0,298	-0,298	0,298
4	0	2,285	-2,285	2,285
5	0	10,127	-10,127	10,127
6	0	9,765	-9,765	9,765
7	0	14,369	-14,369	14,369
8	0	24,678	-24,678	24,678
9	1	18,193	-17,193	16,248
10	1	18,067	-17,067	16,123
11	5	20,385	-15,385	11,611
12	5	30,148	-25,148	20,977
13	11	32,919	-21,919	14,595
15	19	38,504	-19,504	9,880
16	41	49,664	-8,664	1,511
17	64	44,573	19,427	8,467
18	60	36,654	23,346	14,869
19	76	26,381	49,619	93,329
20	76	16,847	59,153	207,703
21	26	8,631	17,369	34,952
22	23	6,441	16,559	42,566
23	3	1,169	1,831	2,869
24	1	1,222	-0,222	0,040
25	0	0,650	-0,650	0,650
Σ	412	412	0	557,9



Slika 6.28 – Pojavljanje počasnih plazenj po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p3_03_1).

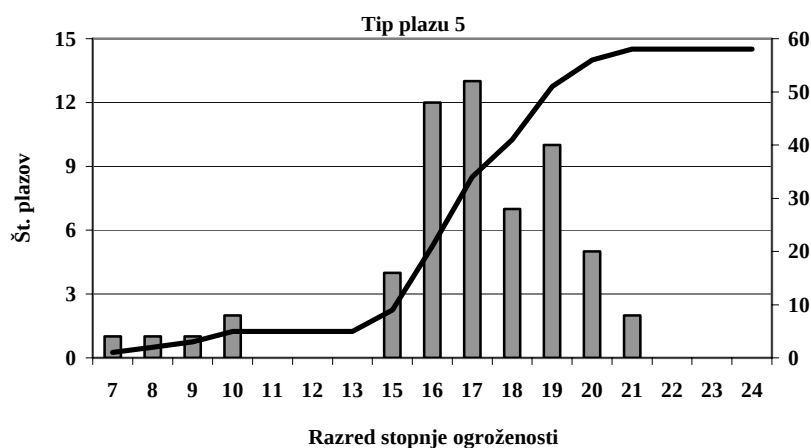


Slika 6.29 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev počasnih plazenj po teh razredih (model Mu_p3_03_1).

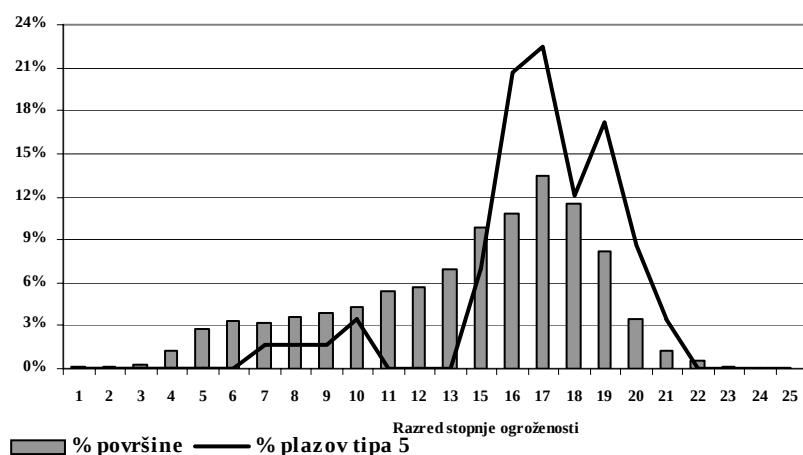
Preglednica 6.23 – χ^2 test napovedi pojavljanja počasnih plazenj z modelom Mu_p3_03_1.

Tip plazov 3 – model Mu_p3_03_1				
$\chi^2 = 90,2$		df = 25		p < 0,01
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
1	0	0,058	-0,058	0,058
2	0	0,006	-0,006	0,006
3	0	0,041	-0,041	0,041
4	0	0,120	-0,120	0,120
5	0	1,120	-1,120	1,120
6	0	1,749	-1,749	1,749
7	0	1,796	-1,796	1,796
8	0	2,149	-2,149	2,149
9	0	2,464	-2,464	2,464
10	1	3,745	-2,745	2,012
11	1	3,987	-2,987	2,237
12	2	4,129	-2,129	1,098

Tip plazov 3 – model Mu_p3_03_1				
$\chi^2 = 90,2$		df = 25		p < 0,01
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D - P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
13	8	4,648	3,352	2,417
15	9	5,547	3,453	2,150
16	5	6,002	-1,002	0,167
17	5	5,227	-0,227	0,010
18	6	4,665	1,335	0,382
19	4	3,368	0,632	0,119
20	3	2,064	0,936	0,424
21	7	1,423	5,577	21,861
22	0	0,805	-0,805	0,805
23	5	0,445	4,555	46,567
24	0	0,172	-0,172	0,172
25	0	0,133	-0,133	0,133
26	0	0,135	-0,135	0,135
Σ	56	56	0	90,2



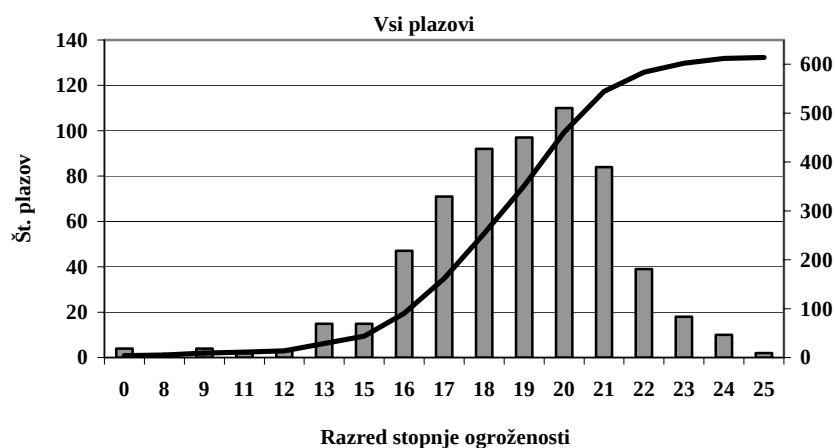
Slika 6.30 – Pojavljanje trenutnih zdrsov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (model Mu_p5_08_2).



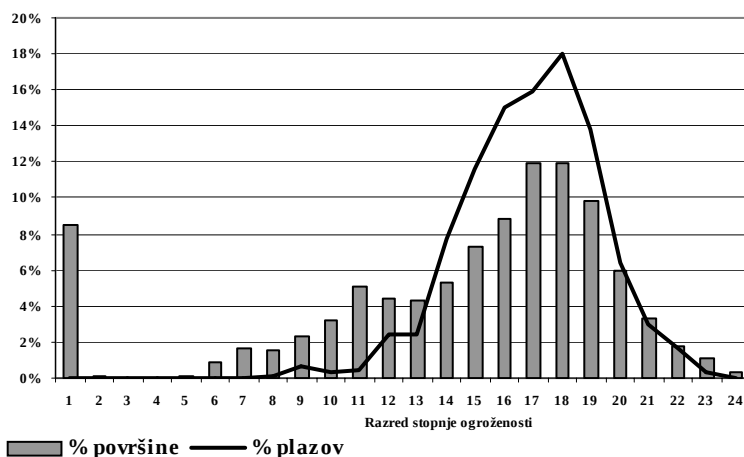
Slika 6.31 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev trenutnih zdrsov po teh razredih (model Mu_p5_08_2).

Preglednica 6.24 – χ^2 test napovedi pojavljanja trenutnih zdrsov z modelom Mu_p5_08_2.

Tip plazov 5 – model Mu_p5_08_2				
$\chi^2 = 39$	df = 25		p < 0,0366	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
1	0	0,065	-0,065	0,065
2	0	0,075	-0,075	0,075
3	0	0,171	-0,171	0,171
4	0	0,747	-0,747	0,747
5	0	1,603	-1,603	1,603
6	0	1,942	-1,942	1,942
7	1	1,830	-0,830	0,376
8	1	2,055	-1,055	0,542
9	1	2,224	-1,224	0,673
10	2	2,524	-0,524	0,109
11	0	3,140	-3,140	3,140
12	0	3,266	-3,266	3,266
13	0	4,062	-4,062	4,062
15	4	5,723	-1,723	0,519
16	12	6,291	5,709	5,180
17	13	7,828	5,172	3,418
18	7	6,660	0,340	0,017
19	10	4,711	5,289	5,936
20	5	2,023	2,977	4,382
21	2	0,705	1,295	2,379
22	0	0,337	-0,337	0,337
23	0	0,067	-0,067	0,067
24	0	0,016	-0,016	0,016
25	0	0,000	0,000	0,000
26	0	0,001	-0,001	0,001
Σ	58	58	0	39



Slika 6.32 – Pojavljanje vseh plazov po razredih stopnje ogroženosti obravnavanega območja (maksimum najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max).



Slika 6.33 – Porazdelitev razredov ogroženosti obravnavanega ozemlja in pojavljanje deležev vseh plazov po teh razredih (maksimum najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max).

Preglednica 6.25 – χ^2 test napovedi pojavljanja vseh plazov z modelom maksimumov najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max.

Vsi plazovi – model maksimumov najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max				
$\chi^2 = 228,16$ df = 26 p < 0,01				
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
1	0	51,571	-51,571	51,571
2	0	0,576	-0,576	0,576
3	0	0,007	-0,007	0,007
4	0	0,062	-0,062	0,062
5	0	0,557	-0,557	0,557
6	0	5,349	-5,349	5,349
7	0	10,393	-10,393	10,393
8	1	9,400	-8,400	7,506
9	4	14,193	-10,193	7,320
10	2	19,831	-17,831	16,033
11	3	30,934	-27,934	25,225
12	15	27,129	-12,129	5,423
13	15	26,405	-11,405	4,926
15	47	32,305	14,695	6,685
16	71	44,281	26,719	16,123
17	92	53,621	38,379	27,469
18	97	72,462	24,538	8,310
19	110	73,094	36,906	18,634
20	84	59,807	24,193	9,786
21	39	36,317	2,683	0,198
22	18	19,985	-1,985	0,197
23	10	10,719	-0,719	0,048
24	2	6,456	-4,456	3,075
25	0	1,863	-1,863	0,000
26	0	1,329	-1,329	1,329

Vsi plazovi – model maksimumov najprimernejših napovedovalnih modelov posameznih tipov plazov – Mu_max				
$\chi^2 = 228,16$	df = 26		p < 0,01	
Razred	Dejan. plazov	Prič. plazov	D – P	$\chi^2 = (D-P)^2/P$
27	0	1,355	-1,355	1,355
Σ	610	610	0	228,16

6.8. Ogroženost prebivalstva in infrastrukture (cestišč)

Končni namen izdelave napovedovalnih modelov je ocena vpliva opazovanih pojavov na človekovo življenjsko okolje. Šele na tej stopnji se pokaže pomen celotnega procesa izdelave napovedovalnih modelov. Vprašanje, ki je bilo postavljenol že na začetku raziskave in, na katerega naj bi našli odgovore skozi proces izdelave modelov, je kakšna je ogroženost prebivalstva in infrastrukture (cestišč) na obravnavanem območju zaradi možnosti pojava plazov. Odgovor na zastavljeno vprašanje je mogoče dobiti z analizo preseka podatkov o prebivalstvu oz. infrastrukturi ter stopnjo tveganja, ki jo podaja posamezni model. Med infrastrukturo so bili uvrščeni le podatke o cestiščih, mednje pa bi bilo seveda smiselno uvrstiti tudi druge linijske objekte kot so železnica, plinovodi, daljnovodi in podobno. Cestišča so bila uvrščena kot prikaz možnosti uporabe podatkov o infrastrukturi.

6.8.1. Ogroženost prebivalstva

Na obravnavanem ozemlju živi okoli 135.000 prebivalcev (glej podpoglavje 3.3.9), večinoma v ravninskih predelih. Plazovi neposredno ne ogrožajo prebivalcev, bolj so posledice pojavljanja plazov opazne na stanovanjskih objektih. Vpliv plazov na prebivalstvo je torej posreden in verjetnost, da bi bila ogrožena človeška življenja, je zelo majhna. Preglednica 6.26 podaja deleže posredno ogroženega prebivalstva v odvisnosti od stopnje tveganja nastanka vseh plazov in posameznih tipov plazov. Prvi stolpec podaja oznako modela, drugih sedem pa vrednosti deležev “ogroženega” prebivalstva po razredih ogroženosti, kjer oznaka za stopnjo ogroženosti predstavlja spodnjo mejo razreda. Srednja vrednost posameznega napovedovalnega modela je predstavljena z oznako “SV”, standardni odklon pa s “SD”. V zadnji vrstici je podan opis ogroženosti prebivalstva znotraj danega razreda. Vse vrednosti veljajo za povprečno število prebivalcev⁴⁵.

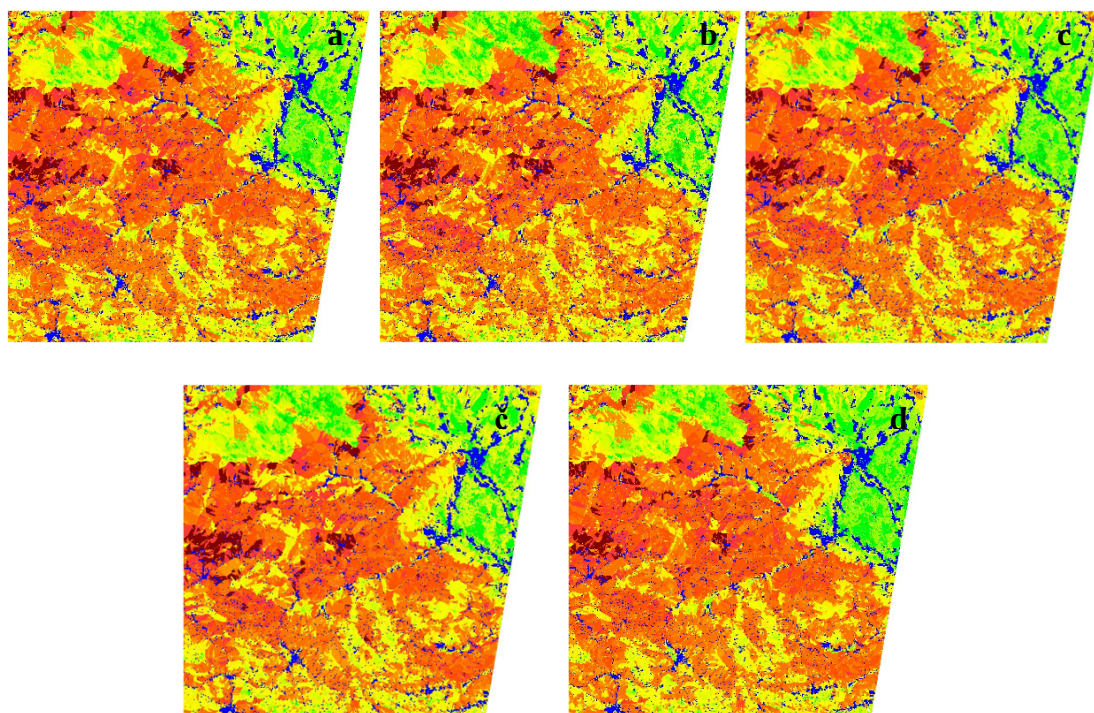
Preglednica 6.26 – Deleži posredno ogroženega prebivalstva na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.

Model	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)
	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_vp_03	77,28 %	66,42 %	45,97 %	22,06 %	7,23 %	2,60 %	1,31 %
Mu_p1_03	73,37 %	68,10 %	49,47 %	24,67 %	7,19 %	2,71 %	1,20 %
Mu_p2_03	75,38 %	65,18 %	43,45 %	21,26 %	6,31 %	2,17 %	1,01 %

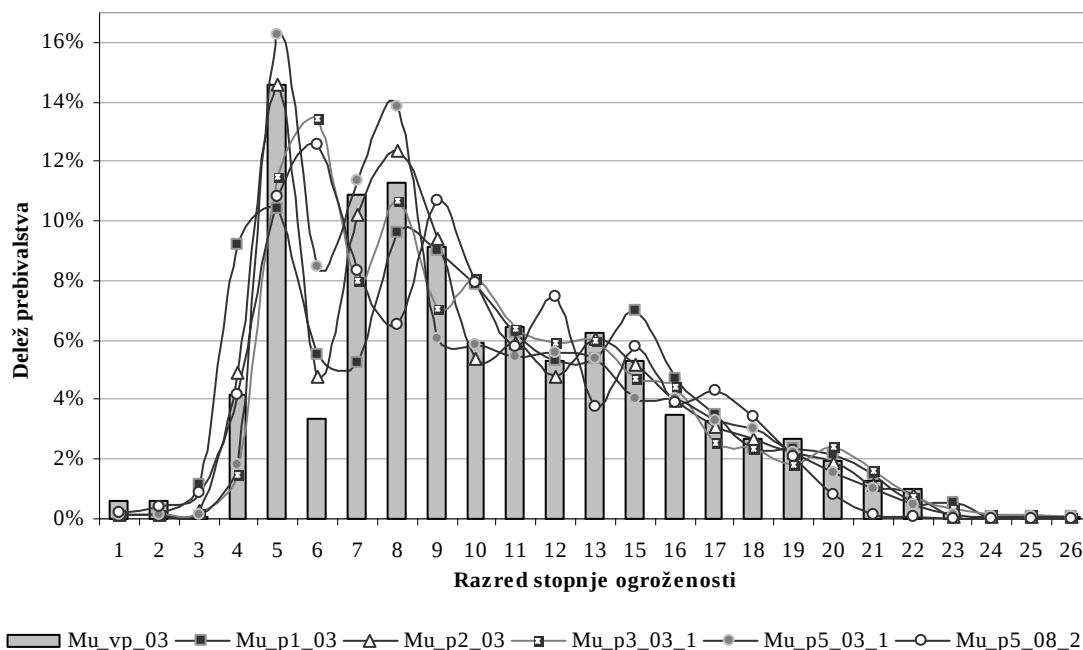
⁴⁵ Srednja vrednost razreda gostote prebivalstva (glej podpoglavje 3.3.9).

Model	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)	Ogr. prebiv. (%)
	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_p3_03_1	73,34 %	65,36 %	47,65 %	21,32 %	7,27 %	3,02 %	1,40 %
Mu_p5_03_1	73,27 %	61,89 %	42,06 %	19,90 %	5,45 %	1,64 %	0,65 %
Mu_p5_08_2	71,02 %	62,69 %	45,48 %	20,52 %	3,17 %	0,24 %	0,10 %
Opis ogroženosti prebivalstva	Neogroženi	Pretežno neogroženi	Zmerno neogroženi	Zmerno ogroženi	Pretežno ogroženi	Ogroženi	Zelo ogroženi

Iz zgornje preglednice je razvidno, da živi na zares ogroženih območjih le majhen delež prebivalstva (< 3 %). Ob primerjavi posameznih tipov plazov in deležem posredno ogroženega prebivalstva, ugotavljam, da se ti deleži gibljejo znotraj podobnih razponov, česar pa ne moremo trditi za tip trenutnih zdrsov. Očitno je, da so trenutni zdrsi močnejše prisotni v zavesti prebivalcev, najverjetneje zaradi svojega kratkotrajnega in zato bolj v oči bijočega učinka. Rezultat tega je, da so območja, ki so bolj ogrožena zaradi trenutnih zdrsov, redkeje poseljena kot območja, ki so enako ogrožena zaradi drugih tipov plazov. Delež prebivalstva se skoraj izenači v razredu zmerno ogroženi in ostaja sorazmeren pri razredih z manjšo stopnjo ogroženosti. Slika 6.34 prikazuje odvisnost poseljenosti območja glede na stopnjo ogroženosti pred vsemi (a) in posameznimi tipi plazov (b–d). Natančnejša porazdelitev prebivalstva po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih je prikazana na naslednji sliki (Slika 6.35). Z linijami so označena območja posameznih stopenj tveganja kot je to določeno v preglednici Preglednica 6.19.



Slika 6.34 – Grafični prikaz odvisnosti poseljenosti na obravnavanem območju glede na stopnjo ogroženosti pred vsemi (a) in posameznimi tipi plazov (b – fosilni plazovi; c – plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami; č – počasna plazenja; d – trenutni zdrsi).



Slika 6.35 – Deleži prebivalstva po razredih stopenj ogroženosti in posameznih modelih.

6.8.2. Ogroženost infrastrukture

Infrastruktura je za razliko od naselij bolj izpostavljena možnim pojavom plazenj zaradi svoje razvejanosti. Na obravnavanem območju poteka skupaj čez 12000 kilometrov avtocest, cest, gozdnih in makadamskih poti, kolovozov in pešpoti. Preglednica 6.27 podaja dolžine posameznih tipov cestišč na obravnavanem območju. Iz preglednice je razvidno, da je ekonomsko pomembnih transportnih poti slabih 52 %, kolovozov ter pešpoti in konjskih stez pa okoli 48 %. Tako kot je različna pomembnost transportnih poti, tako so tudi različni stroški njihove obnove v primeru poškodb. Zaradi tega bo obravnavana ogroženost za vsak tip cestišč posebej.

Preglednica 6.27 – Dolžine posameznih tipov cestišč na obravnavanem območju.

Dolžina (km)	Dolžina (%)	Tip cestišča
75,11	0,62%	Avtocesta
2964,83	24,45%	Cesta
3259,91	26,88%	Pot
4113,73	33,92%	Kolovoz
1712,94	14,13%	Konjska steza, pešpot

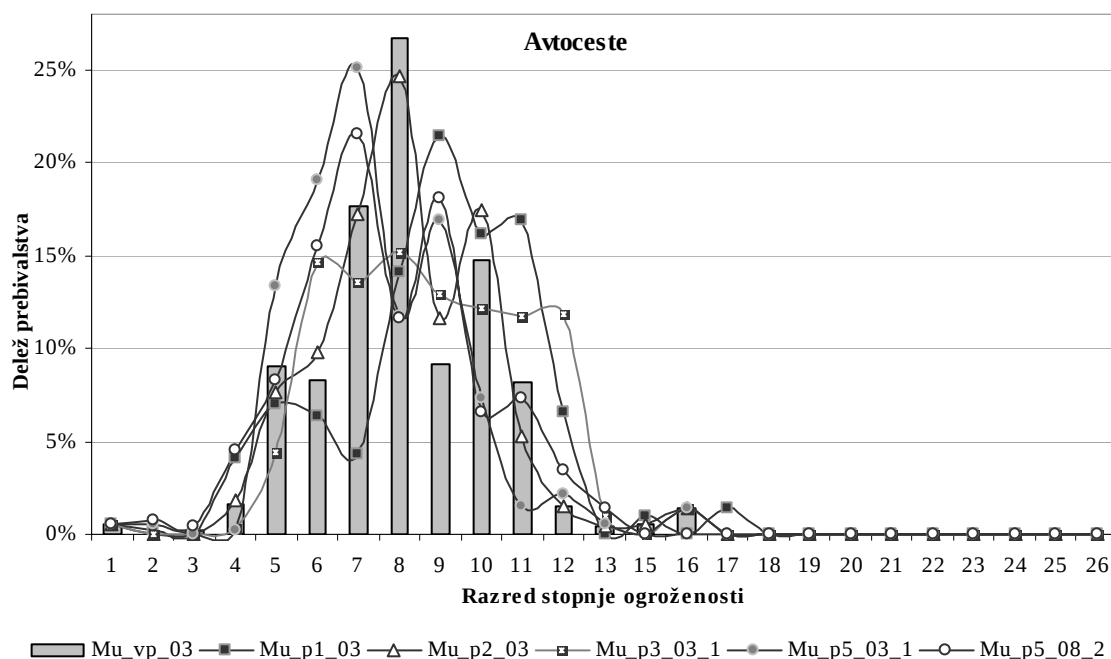
Avtoceste so zaradi lege svojih tras manj izpostavljene pojavom različnih tipov plazov, kar je razločno iz spodnje preglednice (Preglednica 6.28). Manj kot 2,5 % (1,8 km) avtocest na obravnavanem območju se nahaja na območjih, kjer je tveganje pred plazovi večje od 50 %. Na območjih, kjer je tveganje večje od 77,3 %, avtocest ni. Slika 6.36

prikazuje deleže dolžin avtocest po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih. Oznaka “SV” pomeni srednjo vrednost in oznaka “SD” standardni odklon.

Preglednica 6.28 – Deleži ogroženih avtocest na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.

AVTOCESTE	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)
Model	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_vp_03	80,30 %	62,66 %	26,81 %	1,99 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Mu_p1_03	81,78 %	77,48 %	41,95 %	2,42 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Mu_p2_03	80,20 %	63,00 %	26,68 %	1,98 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Mu_p3_03_1	79,97 %	66,40 %	38,20 %	1,44 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Mu_p5_03_1	66,75 %	41,67 %	12,95 %	1,44 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Mu_p5_08_2	70,02 %	48,50 %	18,80 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Opis	Neogroženo	Pretežno neogroženo	Zmerno neogroženo	Zmerno ogroženo	Pretežno ogroženo	Ogroženo	Zelo ogroženo

V primeru cest je situacija nekoliko drugačna. Slaba polovica cest poteka čez območja, na katerih je tveganje pred plazovi, večje od 50 %. Manj kot 15 % cest poteka preko območij, kjer je tveganje pred plazovi večje od 84 %, in okoli 2,5 % cest je speljano čez območja, kjer je tveganje pred plazovi precejšnje (večje od 95 %). Nekoliko manjši deleži cest se pojavljajo pri tipu plazov trenutni zdrs. Slika 6.37 prikazuje deleže dolžin cest po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.

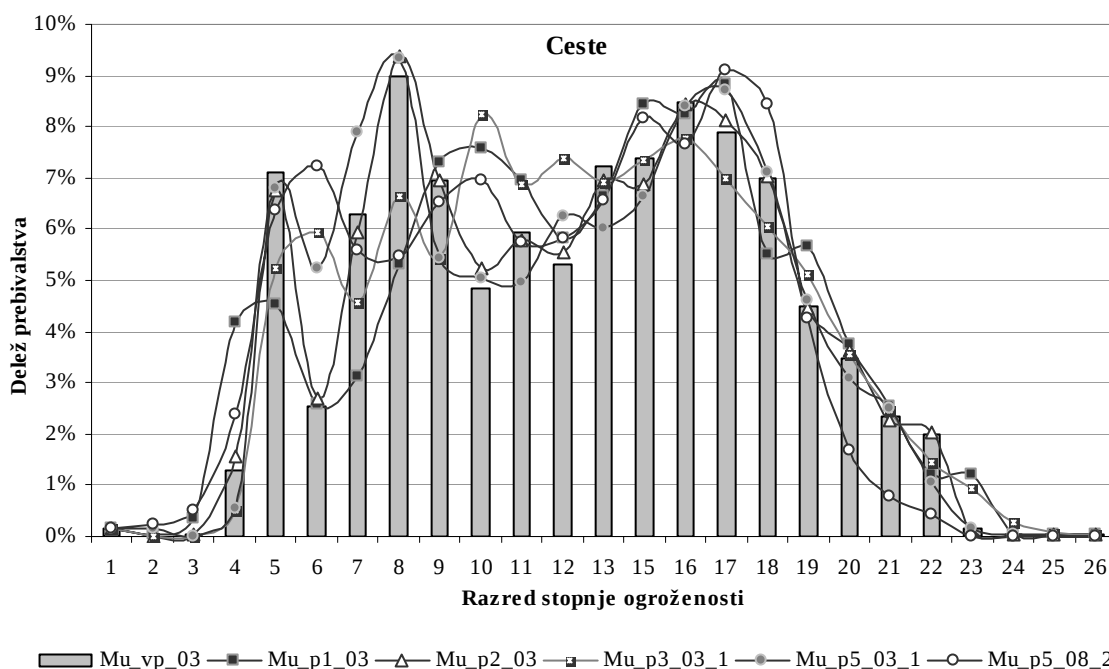


Slika 6.36 – Deleži dolžin avtocest po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.

Preglednica 6.29 – Deleži ogroženih cest na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.

CESTE	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)
Model	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_vp_03	88,87 %	82,57 %	66,62 %	43,28 %	12,58 %	4,61 %	2,25 %
Mu_p1_03	88,19 %	85,05 %	72,45 %	45,47 %	14,42 %	5,04 %	2,50 %
Mu_p2_03	88,82 %	82,88 %	66,55 %	43,03 %	12,53 %	4,47 %	2,20 %
Mu_p3_03_1	88,17 %	83,61 %	71,53 %	42,13 %	13,92 %	5,23 %	2,78 %
Mu_p5_03_1	87,29 %	79,38 %	64,62 %	42,34 %	11,45 %	3,76 %	1,26 %
Mu_p5_08_2	83,14 %	77,56 %	65,60 %	40,49 %	7,12 %	1,21 %	0,43 %
Opis	Neogroženo	Pretežno neogroženo	Zmerno neogroženo	Zmerno ogroženo	Pretežno ogroženo	Ogroženo	Zelo ogroženo

Trend pomika deležev posameznih tipov cestišč od razmeroma varnih območij k območjem, kjer je tveganje pred plazovi večje, se potrdi pri porazdelitvi poti. Razlog za to so manjši stroški poti in vedno težji pogoji izgradnje pomembnejših prometnih žil. V primeru poti, med katere sodijo tudi makadamske, se njihov delež, ki poteka preko območij, na katerih je tveganje pred plazovi, večje od 50 %, giblje okoli 54 %. Na območjih, kjer je tveganje pred plazovi precejšnje, je speljano med 3,5 in 2 % poti. Delež poti je zopet manjši v primeru pojavljanja trenutnih zdrsov. Slika 6.38 prikazuje deleže dolžin poti po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.



Slika 6.37 – Deleži dolžin cest po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.

Preglednica 6.30 – Deleži ogroženih poti na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.

POTI	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)
Model	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_vp_03	93,38 %	88,27 %	76,92 %	53,70 %	16,22 %	4,29 %	2,36 %

POTI	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)
Model	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_p1_03	92,91 %	89,30 %	79,44 %	54,14 %	15,64 %	5,21 %	3,20 %
Mu_p2_03	93,53 %	88,61 %	77,15 %	53,54 %	16,29 %	4,24 %	2,34 %
Mu_p3_03_1	93,23 %	88,07 %	78,21 %	52,09 %	17,04 %	6,25 %	3,41 %
Mu_p5_03_1	92,92 %	86,72 %	76,34 %	53,88 %	15,03 %	3,87 %	1,70 %
Mu_p5_08_2	91,98 %	88,34 %	79,13 %	54,58 %	13,29 %	1,57 %	0,41 %
Opis	Neogroženo	Pretežno neogroženo	Zmerno neogroženo	Zmerno ogroženo	Pretežno ogroženo	Ogroženo	Zelo ogroženo

Ob pregledu porazdelitve kolovozov (Preglednica 6.31 in Slika 6.39) ter pešpoti in konjskih stez (Preglednica 6.32 in Slika 6.40) glede na stopnje ogroženosti, ugotovimo, da je njihova koncentracija največja v območjih zmerne ogroženosti, podobno kot v primeru poti. Ta nato hitro pade na deleže okoli 3 %. Podobno obnašanje je opaziti pri porazdelitvah vseh tipov cestišč in je najverjetneje posledica povečanja naklona pobočja nad še sprejemljiv kot naklona. Kljub opisanemu, pa je očitno, da se manj pomembni tipi cestišč pojavljajo pogostejše na območjih z večjimi stopnjami tveganja nastanka plazov.

Preglednica 6.31 – Deleži ogroženih kolovozov na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.

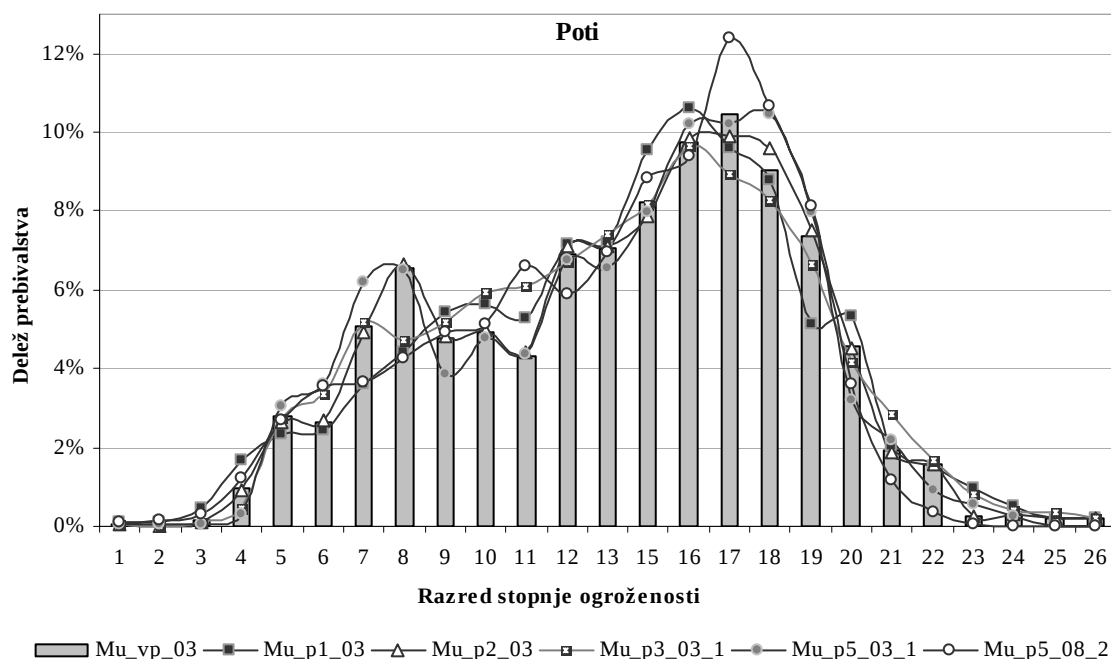
KOLOVOZI	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)
Model	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_vp_03	93,75 %	90,02 %	77,71 %	53,30 %	12,39 %	2,99 %	1,36 %
Mu_p1_03	93,82 %	91,61 %	81,32 %	53,06 %	13,01 %	3,71 %	2,01 %
Mu_p2_03	93,78 %	90,01 %	77,63 %	53,13 %	12,53 %	3,04 %	1,34 %
Mu_p3_03_1	94,13 %	91,18 %	82,76 %	52,86 %	13,53 %	4,21 %	2,13 %
Mu_p5_03_1	92,80 %	87,01 %	77,11 %	53,32 %	10,92 %	2,41 %	0,70 %
Mu_p5_08_2	88,72 %	84,88 %	76,52 %	54,28 %	10,05 %	0,97 %	0,20 %
Opis	Neogroženo	Pretežno neogroženo	Zmerno neogroženo	Zmerno ogroženo	Pretežno ogroženo	Ogroženo	Zelo ogroženo

Preglednica 6.32 – Deleži ogroženih pešpoti in konjskih stez na obravnavanem območju glede na stopnjo tveganja nastanka plazov.

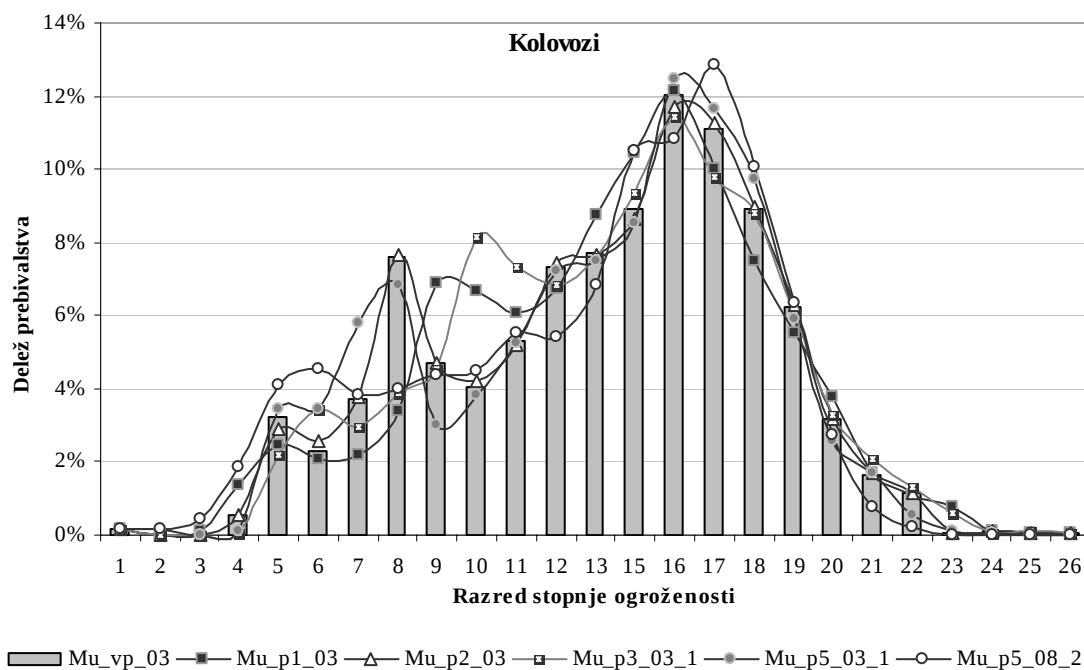
PEŠPOTI, KONJSKE STEZE	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)	Ogroženost (%)
Model	> (SV – 1,75 SD)	> (SV – 1,5 SD)	> (SV – 1 SD)	> Sr. vrednost	> (SV + 1 SD)	> (SV + 1,5 SD)	> (SV + 1,75 SD)
Mu_vp_03	93,75 %	90,02 %	77,71 %	53,30 %	12,39 %	2,99 %	1,36 %
Mu_p1_03	93,82 %	91,61 %	81,32 %	53,06 %	13,01 %	3,71 %	2,01 %
Mu_p2_03	93,78 %	90,01 %	77,63 %	53,13 %	12,53 %	3,04 %	1,34 %
Mu_p3_03_1	94,13 %	91,18 %	82,76 %	52,86 %	13,53 %	4,21 %	2,13 %
Mu_p5_03_1	92,80 %	87,01 %	77,11 %	53,32 %	10,92 %	2,41 %	0,70 %
Mu_p5_08_2	88,72 %	84,88 %	76,52 %	54,28 %	10,05 %	0,97 %	0,20 %
Opis	Neogroženo	Pretežno neogroženo	Zmerno neogroženo	Zmerno ogroženo	Pretežno ogroženo	Ogroženo	Zelo ogroženo

Na zares ogroženih območjih živi majhen delež prebivalstva (< 3 %). Ob primerjavi posameznih tipov plazov in deležem posredno ogroženega prebivalstva, ugotovimo, da se ti deleži gibljejo znotraj podobnih razponov. Izjema so deleži pri trenutnih zdrsih. Najbolj ogrožena območja so okolica Cerknega (Gorje in Planina pri Cerknem) ter vasi Javorje, Dražgoše, Zali log, Podblica, Praproče in Kropa. Bolj ogrožena območja se pojavljajo tudi drugje, a v manjši meri kot pri naštetih zaselkih. Prebivalstvo najbolj ogrožajo počasna

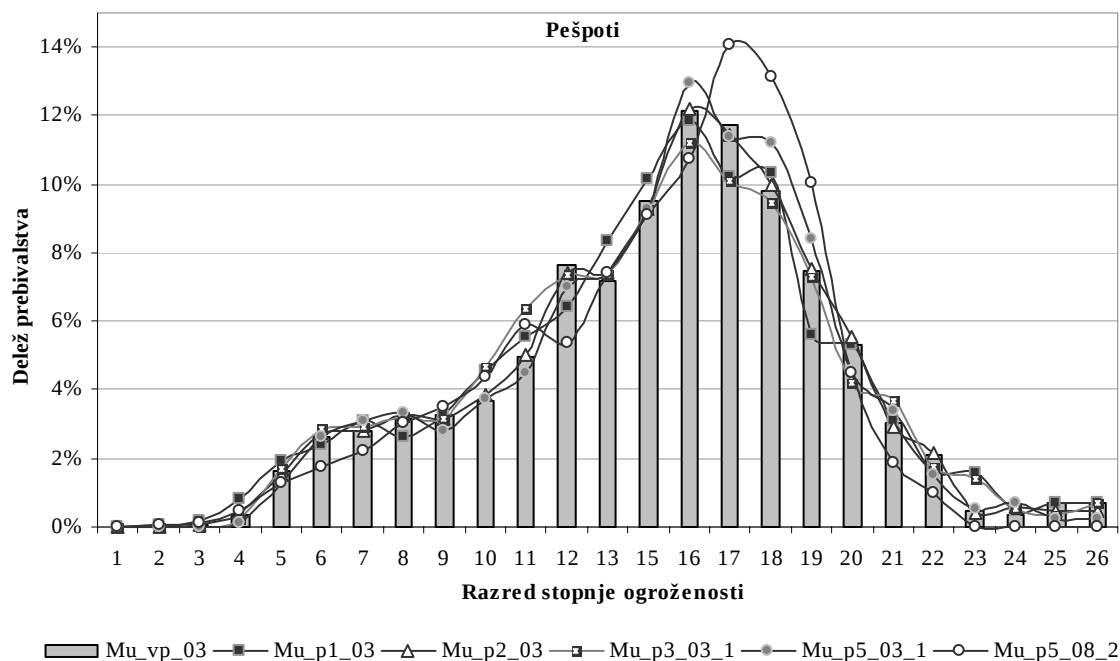
plazenja, najmanj pa trenutni zdrsi. Ti imajo večji psihološki učinek na izbiro lokacij, primernih za poseljenost in je zato grožnja njihovega pojavljanja bolj upoštevana.



Slika 6.38 – Deleži dolžin poti po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.



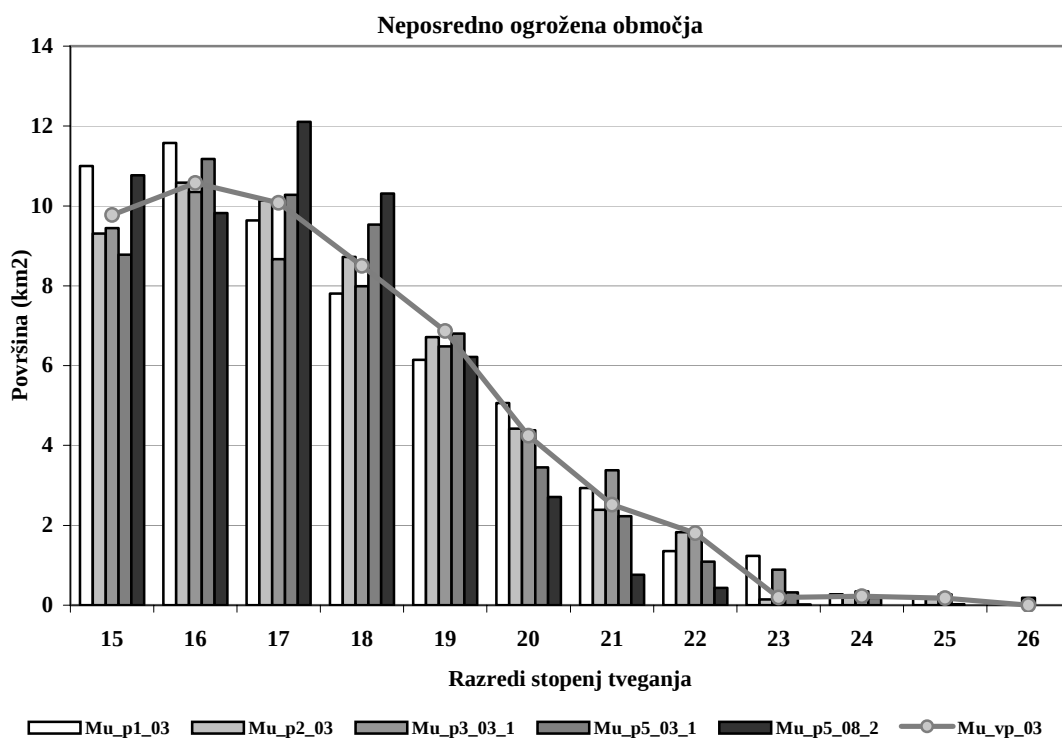
Slika 6.39 – Delež dolžin kolovozov po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.



Slika 6.40 – Deleži dolžin pešpoti in konjskih stez po razredih stopenj ogroženosti in po posameznih modelih.

Od tipov cestišč so pričakovano najmanj ogrožene avtoceste, od katerih poteka preko ogroženih območij le 2,5 %. Za razliko od avtocest, leži od 40 do 45 % cest na ogroženih območjih. Delež najbolj ogroženih cest se giblje med 1,3 in 3 %, odvisno od potencialnega tipa plazov. Večidel poti, dobrih 50 %, se pojavlja na ogroženih območjih, okoli 15 % pa se jih nahaja tudi na pretežno ogroženih območjih. Podobno velja tudi za kolovoze ter za pešpoti ter konjske steze, a ti tipi cestišč nimajo tako velikega gospodarskega pomena, kot prvi trije tipi.

V prejšnjem podpoglavju (6.7) opisani modeli so pokazali, da precejšnji del obravnavanega ozemlja pokrivajo območja z večjo stopnjo tveganja pred plazovi. Taki modeli so uporabni pri načrtovanju posegov v prostor, da pa bi pridobili podatke o dejanski oz. neposredni ogroženosti prebivalstva in cestišč, so bile analizirane njihove lokacije v odvisnosti od razredov stopenj tveganja. Slika 6.41 prikazuje površine v km², ki jih zasedajo človeku interesna območja, v odvisnosti od stopnje tveganja. Podatki so nekoliko zaokroženi zaradi velikosti osnovne celice za podatke o gostoti prebivalstva, ki znaša 100 metrov. Ob vpogledu v spodnjo preglednico (Preglednica 6.33) opazimo, da je kritično ogroženih slabih 5 km² ozemlja, skupaj pa je od plazov ogroženega ozemlja okoli 55 km².



Slika 6.41 – Površine neposredno ogroženih območij (km²).

Preglednica 6.33 – Povprečne površine neposredno ogroženih območij.

Oznaka razreda tveganja	Opis tveganja	Povprečna površina (km ²)
15	Zmerno ogroženo	9,84
16	Zmerno ogroženo	10,68
17	Zmerno ogroženo	10,15
18	Zmerno ogroženo	8,81
19	Pretežno ogroženo	6,54
20	Pretežno ogroženo	4,04
21	Ogroženo	2,37
22	Zelo ogroženo	1,39
23	Zelo ogroženo	0,47
24	Zelo ogroženo	0,21
25	Zelo ogroženo	0,13
26	Zelo ogroženo	0,031

6.9. Zaključki

Matematično modeliranje naravnih procesov omogoča raziskovalcem cenejši in hitrejši vpogled v opazovane procese. Z modeliranjem vpletenih dejavnikov je mogoče v primeru plazov uspešno napovedati stopnjo tveganja njihovega pojavljanja. V tem poglavju so bile najprej analizirane soodvisnosti spremenljivk in na osnovi rezultatov iz nadaljnjih obdelav

izločene tiste spremenljivke, ki so se pokazale za nepomembne. Iz nadaljnjih obdelav sta bili tako izločeni spremenljivki "Nadmorska višina" in "CORINE". Za potrebe multivariatne analize je bilo opazovano ozemlje razdeljeno na glavne pobočne enote, obenem pa je bilo uvedenih 24 novih spremenljivk, imenovanih derivati osnovnih spremenljivk. Z metodami multivariatne statistike so bile na učnem delu vzorca določeni prispevki spremenljivk, ki so nato služili kot osnova za določitev uteži taistih spremenljivk v procesu izgradnje napovedovalnih modelov. Metodi faktorske in večkratne regresijske analize sta dali različne rezultate. Faktorska analiza je pokazala, da sta najpomembnejša dejavnika, ki vplivata na pojavljanje plazov, naklon in litologija, za nekoliko manj pomembne, pa so se izkazali površinski tipi, ukrivljenost pobočja in bližina površinskih vodnih tokov, bližina strukturnih elementov ter tip ukrivljenosti. Rezultati večkratne regresijske analize so dali nekoliko drugačne rezultate. Kot najpomembnejši dejavnik so se pokazale lastnosti površinskih tipov, največja ukrivljenost pobočja, njegova valovitost, največji naklon ter prevladujoča litološka enota. Pri dobršnem delu regresijskih enačb so podatke o litologiji nadomestili drugi prostorski podatki, a na račun natančnosti napovedi. Rezultati oz. prispevki, dobljeni s faktorsko in regresijsko analizo, so bili uporabljeni kot uteži za dejavnike, uporabljene pri izdelavi napovedovalnih modelov. Zanimivo je dejstvo, da se pri dobršnem delu rezultatov večkratne regresijske analize, podatki o litologiji ne pojavljajo med vplivnimi. Nadomestijo jih drugi prostorski podatki, a je natančnosti napovedi plazovitih območij s tem seveda nekoliko slabša.

Rezultati metod multivariatne statistike so služili kot vhodni podatki pri izdelavi linearnih matematičnih napovedovalnih modelov in kot osnova za določitev uteži posameznih spremenljivk pri postopku analitične hierarhije (AHP). Za posamezne tipe plazov in za vse plazove skupaj je bilo izdelanih 124 modelov, med katerimi so se za najprimernejše izkazali modeli, dobljeni s faktorsko analizo. Iz rezultatov primernosti modelov lahko povzamemo pomembnost posameznih prostorskih dejavnikov. Najpomembnejša dejavnika sta litološke lastnosti in naklon pobočja, sledijo površinski tipi (vegetacija, poraščenost itd.), valovitost terena ter bližina površinskih vodnih tokov in strukturnih elementov. Boljši rezultati modelov, dobljenih s faktorsko analizo so najverjetneje posledica podvrženosti metode regresijske analize ekstremom in majhnega števila vzorcev v učnem nizu nekaterih tipov plazov.

Svojo pravo uporabnost dobijo napovedovalni modeli šele, ko rezultate primerjamo z lokacijami človeku interesnih območij. Na zelo ogroženih območjih živi majhen delež prebivalstva (< 3 %), na ogroženih območjih pa med 20 in 25 % prebivalcev obravnavanega ozemlja. Prebivalstvo najbolj ogrožajo počasna plazenja, najmanj pa trenutni zdrs. Sorazmerno z ogroženostjo prebivalstva, se podoben delež cestišč (od 0,5 do 3,5 %) razprostira preko zelo ogroženih območij in veliko večji delež na ogroženih območjih (okoli 50 % cestišč). Vzrok temu je najverjetneje potreba po izgradnji cestišč za dostop do naravnih danosti (lesa) in je zato cestno omrežje bolj razvejano tudi po območjih, kjer je prebivalstvo redko. Po drugi strani pa je sorazmernost deležev prebivalstva in cestišč na zelo ogroženih območjih posledica neizogibne povezanosti odročnih zaselkov z večjimi naselji.

Pri kontroli uspešnosti napovedovalnih modelov so bili uporabljeni podatki kontrolnega niza lokacij plazov, ki so bili naključno izbrani iz osnovnega nabora plazov. Za natančnejše preverjanje rezultatov napovedovalnih modelov, predvsem na območjih z

vprašljivimi rezultati in območjih z mejnimi vrednostmi verjetnosti pojavljanja plazov, bi bilo treba izvesti še dodatno kontrolo na terenu. Nadaljnje delo bi vključevalo poleg kontrole tudi vnos popravkov, dopolnjenih in novih podatkov v nabor vhodnih podatkov ter izdelavo popolnejših in natančnejših modelov.

7. Zaključek

Plazovi so eden od geoloških pojavov, ki mu v zadnjem času javnost, ne samo strokovna, posveča precejšnjo pozornost, predvsem zaradi izrednih dogodkov kot sta mangartski in koseški plaz. Na splošno pa plazovi v Sloveniji ne ogrožajo neposredno prebivalstva. Bolj so plazovom izpostavljeni infrastrukturni objekti, kot so ceste, daljnovodi, plinovodi ipd. Z natančnejšimi kartami tveganj pred plazovi je mogoče uspešno določiti območja večje izpostavljenosti tem pojavom in z upoštevanjem napovedi tveganja zmanjšati njihove negativne posledice. Vključevanje kart geohazarda, med katere nedvomno sodijo tudi karte tveganj pred plazovi, v postopek izdelave prostorskih planov je tako malodane smotno, če ne že nujno. V predstavljeni raziskavi so bile pri napovedi verjetnosti pojavljanja plazov uporabljene statistične metode, ki so enostavnejše, hitrejšje ter bolj transparentne in zato tudi bolj razumljive od metod strojnega učenja. Pojavljanje plazov je pogojeno s številnimi prostorskimi dejavniki oz. povzročitelji, med katere sodijo med drugimi tudi geološke, geomorfološke in hidrogeološke danosti terena ter prisotnost in tip vegetacije.

Na začetku je bila z metodami univariatne statistike proučena zveza med posameznimi v raziskavo vključenimi prostorskimi dejavniki in pojavljanjem plazov na obravnavanem območju. V analize so bili vključeni digitalni model višin in njegove izpeljanke (naklone, ukrivljenost in usmerjenost pobočij), litologija, oddaljenost od strukturnih elementov, geoloških mej in od površinskih vod ter pomembnost površinskih tipov. Na podlagi rezultatov analiz lahko trdimo, da so za pojavljanje plazov značilno pomembni podatki o naklonu in ukrivljenosti pobočij, oddaljenost od geoloških mej in oddaljenost od površinskih tokov. Litološki dejavnik prav tako vpliva na pojavljanje plazov, saj litološke enote s svojimi lastnostmi vplivajo na stabilnost terena in pogojujejo njegovo oblikovanje od samega začetka izoblikovanja površja. Površinski tipi, ki so posledica izkoriščanja krajine, pogojujejo pojavljanje plazov in so od vseh dejavnikov najbolj povezani s človekom. Lastnost, povezana s površinskimi tipi, ki najbolj vpliva na pojavljanje plazov, je tip vegetacije. Značilni vpliv dejavnika oddaljenost od strukturnih elementov na pojavljanje plazov je vprašljiv, vpliv usmerjenosti pobočij pa je zanemarljiv oz. neznačilen. Pokazano je bilo, da nekateri od uporabljenih prostorskih dejavnikov ne vplivajo bistveno na pojavljanje plazov na obravnavanem območju. Tisti dejavniki, katerih vpliv na pojavljanje plazov je bil dokazan, pa so pomembni pri modeliranju in jih je pri napovedovanju pojavljanja plazov nujno upoštevati.

Zaradi vedno večje količine podatkov daljinskega zaznavanja, natančnejše satelitskih podob, in vedno lažjega dostopa do njih, je bil namen raziskave ugotoviti možnost njihove uporabe za napoved plazenj. Obenem je bil cilj raziskave proučiti tudi uporabnost predanalitične obdelave visokoločljivih večspektralnih satelitskih posnetkov z barvnim modelom CIE $L^*a^*b^*$ pri napovedovanju plazov. Pomen satelitskih podob pri pojavljanju plazov je bil zaradi njihove kompleksnosti proučen posebej od drugih prostorskih dejavnikov. Za ta namen so bile združene visokospektralne satelitske podobe Landsat-5 TM in visokoločljive multispektralne podobe Resurs-F2 MK-4. Menimo, da so podobe MK-4 zaradi svojega spektralnega razpona primernejše za združevanje z visokospektralnimi podobami Landsat od monospektralnih podob SPOT. Za uporabljene podobe MK-4 lahko trdimo, da vsebujejo zelo malo šuma, oz. da ta ni bil vključen v novo podobo ob združitvenem postopku. Nova, visokoločljiva visokospektralna podoba je bila izdelana po postopku združitve prve glavne komponente. Za pretvorbo podatkov uporabljenih podob v kar najbolj enoten barvni prostor,

primeren za metode združevanja, ki temeljijo na osnovi prostorskega položaja celic na podobah, je bil uporabljen barvni model CIE $L^*a^*b^*$. S tem modelom so bile predanalitično obdelane vse osnovne združene podobe. S primerjavo neobdelanih podob (standardni barvni model RGB) s podobami, obdelanimi z metodo CIE $L^*a^*b^*$, je bilo pokazano, da je predanalitična obdelava satelitskih posnetkov z barvnim modelom CIE $L^*a^*b^*$ bolj uporabna pri napovedovanju plazov, saj dajejo slednje podobe boljše napovedovalne rezultate. Nadalje je bila z metodo faktorja največjega vpliva (OIF) ugotovljena uporabnost različnih kombinacij kanalov za nadaljnjo klasifikacijo in napoved plazovitih območij. Ugotovljeno je bilo, da metoda OIF ni uporabna pri določanju najprimernejših kombinacij kanalov za nadaljnje postopke ugotavljanja plazovitih območij.

Med drugim je bil cilj raziskave ugotoviti tudi katere metode klasifikacije satelitskih podob so najbolj uporabne pri napovedovanju plazov. Pri postopku klasifikacije satelitskih podob sta bili uporabljeni dve različni metodi, nenadzirano klasifikacijo s ponovitvami in metodo RGB gruč. Na osnovi analiz uspešnosti napovedovanja plazovitih območij za 418 podob je v 80 % lahko trdimo, da je metoda RGB gruč bolj ekonomična in primernejša kot metoda nenadzirane klasifikacije. Nadalje je bilo pokazano, da je na obravnavanem ozemlju za napoved plazov z izbranimi satelitskimi podobami najustreznejši postopek, pri katerem so podobe TM pretvorjene z modelom CIE $L^*a^*b^*$ in nato po metodi glavnih komponent združene s prvo glavno komponento visokoločljivih podob KM-4. Uspešnost klasifikacije plazovitih in neplazovitih območij je bila 79,2 %. Dokazano je bilo, da je možno s podatki visokoločljivih večspektralnih satelitskih posnetkov s precejšno natančnostjo napovedovati pojave plazenj, kljub prisotnosti vegetacijskega pokrova (ali pa prav zaradi le-tega).

Pojave v naravi le redko povzročajo posamezni dejavniki in tudi na pojave plazov vplivajo številni, med seboj odvisni ali neodvisni vplivi. Da bi bilo ugotovljeno medsebojno delovanje dejavnikov, ki vplivajo na pojavljanje plazov, so bile uporabljene metode multivariatne analize. Najprej je bila ugotovljena pomembnost uporabljenih dejavnikov. Izločeni so bili tiste, za katere je bilo ocenjeno, da so nepomembni ali nepravi. Obenem so bile uvedeni novi dejavniki, ki so predstavljali statistične derivate osnovnih. Obravnavano območje je bilo razdeljeno na glavne pobočne enote in na podlagi verjetnosti pojavljanja plazov po posameznih enotah z različnimi metodami multivariatne statistike določeni relativni prispevki posameznih prostorskih dejavnikov, ki so izraženi v obliki neodvisnih spremenljivk. Od uporabljenih metod, faktorske in regresijske analize, se je prva izkazala za primernejšo in v večini primerov za natančnejšo metodo napovedovanja pojavov plazenj. Pokazano je bilo tudi, da je, ob upoštevanju vpliva več dejavnikov hkrati, natančnost napovedi pojavov plazov večja od natančnosti napovedi, ki slonijo le na podatkih satelitskih podatki podob.

Za enega od postavljenih ciljev raziskave je bilo ugotoviti uspešnost in zanesljivost napovedovalnih modelov pri napovedi plazov. V ta namen so bili kot vhodni podatki pri izdelavi linearnih matematičnih napovedovalnih modelov uporabljeni rezultati metod multivariatne statistike. Ti so bili uporabljeni kot osnova za določitev uteži posameznih spremenljivk pri postopku analitične hierarhije (AHP). Skupaj je bilo izdelanih 124 modelov, med katerimi so se za najprimernejše izkazali modeli, dobljeni s faktorsko analizo. Iz rezultatov najprimernejših modelov lahko povzamemo pomembnost posameznih prostorskih dejavnikov. Najpomembnejši dejavniki so litološke lastnosti in naklon pobočja, sledijo površinski tipi (vegetacija, poraščenost itd.), valovitost terena ter bližina površinskih vodnih tokov in strukturnih elementov. Rezultati se nekoliko razlikujejo od tistih, ki so povezani z

lokacijami plazov in so bili predstavljeni v poglavju, ki opisuje univariatne statistične analize. To je pričakovano, saj so tu predstavljeni rezultati vezani na podatke glavnih pobočnih enot. Z izdelanimi napovedovalnimi modeli je bila dosežena visoka zanesljivost napovedovanja plazov, obenem pa moramo poudariti, da rezultati zanesljivosti temeljijo na vzorcu 614-ih plazov.

Kot končni cilj, ki predstavlja uporabni del raziskave, je bil podati še oceno ogroženosti prebivalstva in cestišč na osnovi modelov tveganj pred plazovi. Na obravnavanem ozemlju prebiva okoli 135000 ljudi, od katerih jih majhen delež ($< 3\%$) živi na zelo ogroženih območjih. Na ogroženih območjih živi med 20 in 25 % prebivalcev obravnavanega ozemlja. Največjo grožnjo predstavljajo počasna plazenja, najmanjšo pa trenutni zdrsi. Tudi delež cestišč, ki poteka preko zelo ogroženih območij se giblje okoli 3 %, delež cestišč, ki leži na ogroženih območjih pa znaša dobro polovico vseh cestišč.

Pokazano je bilo, da je mogoče, z upoštevanjem pomembnejših prostorskih dejavnikov, izdelati zanesljiv model napovedi pojavljanja plazov in določiti območja z večjim tveganjem. V ta namen so bili uspešno uporabljeni obstoječi prostorski podatki večje ločljivosti in podatki z visokoločljivih visokospektralnih satelitskih podob. Na območju Slovenije oz. njenega dela je to delo prvi poskus statističnega pristopa k reševanju problematike napovedovanja pojavov plazov in prvi poskus izdelave karte nevarnosti zaradi plazov na osnovi statističnih metod.

Tekom raziskav in analiz so se porajala nova vprašanja, ki kličejo k iskanju odgovorov z nadaljevanjem raziskav. V nadaljnjih raziskavah bi bilo tako smotno:

- proučiti uporabnosti drugih metod združevanja visokospektralnih in visokoličljivih podob,
- izpopolniti metode nadzorovane in nenadzorovane klasifikacije,
- določiti še podrobnejšo klasifikacijo površinskih tipov ter opredeliti njihovo relacijo z vegetacijo, geologijo in talnimi tipi,
- pri izdelavi napovedovalnih modelov uporabiti tudi podatke o vpadu plasti in njihov položaj glede na pobočje,
- natančneje opredeliti ločnico med plazovi in neplazovi ter
- doreči odnos med geološkimi in drugimi prostorskimi podatki, zlasti pri napovedi tveganj pred plazovi.

Predstavljena metoda izdelave kart tveganja pred plazovi je uporabna pri izdelavi prostorskih planov, pri načrtovanju vzdrževalnih del cestišč in celo pri določitvi osnove za zavarovalne premije na nepremičninah. Uporaba kart tveganja je široka zaradi enostavnosti prikaza in razlage oznak. Ne uporablja fizikalnih temveč opisne vrednosti, s čimer je razumljivejša širši javnosti, ki je tudi potencialno njen glavni uporabnik. Zavedati se je treba dejstva, da bo človek s svojimi dejanji vedno posegal v naravo in, da se bo ta vedno "upirala po svojih najboljših močeh". Z razumevanjem naravnih pogojev in danosti se je mogoče v večji meri izogniti neprijetnim posledicam nepremišljenih posegov v prostor.

8. Slovarček

AHP –	(ang. <i>Analytical Hierarchy Process</i>) postopek analitične hierarhije je metoda, pri kateri se s pomočjo primerjanja parov podatkov večdimenzijski problem poenostavi na nivo enodimenzijskega (Saaty, 1999).
Albedo –	Merilo zmožnosti površine, da odbija (odseva) svetlobo, prikazano z razmerjem med vpadno in odbojno količino sončne energije, ki jo odseva določena površina (Collin, 1995).
BDP –	Bruto domači proizvod.
CI –	(ang. <i>Consistency Index</i>) podaja pravilnost ocene posameznega odnosa v paru opazovanih spremenljivk v AHP (Saaty, 1977).
CR –	(ang. <i>Consistency Ratio</i>) stopnja doslednosti ocenjevanja razmerij med pari spremenljivk v AHP (Saaty, 1977).
D ₆₅ –	Svetlobna energija standardnega svetlobnega vira D ₆₅ je podobna dnevni svetlobi severne poloble in je v uporabi kot osnova za barvno določanje v severni Evropi (CIE, 1986).
DMR –	Digitalni model reliefa je kompleksnejša oblika prikaza terena in poleg DMV-ja vsebuje še druge podatke o površini območja (Kvamme et al., 1997).
DMV –	Digitalni model višin. Predstavlja sloj, v katerem so shranjene le višine točk določenega območja (Kvamme et al., 1997).
Filter –	Okno ali matrika s katero potujemo preko podobe in na osnovi funkcij(e) v poljih matrike določamo sredinski celici nove vrednosti, odvisne od vrednosti zajetih celic v okolici (ERDAS, 1999).
GIS –	Geografski informacijski sistem (Kvamme et al., 1997).
Interferenca –	Ojačanje seizmičnih valov.
ISODATA –	(ang. <i>Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique</i>) metoda združevanja gruč pri nenadzorovani klasifikaciji (ERDAS, 1999).
IUK –	Indeks uspešnosti klasifikacije.
Kluster –	(ang. <i>cluster</i>) gruča, skupina podatkov ali informacij, ki se zaradi svojih specifičnih lastnosti, predstavljenih v nekem prostoru, združuje v “oblake” oz. se koncentrira okoli nekega težišča.
Klasifikacija –	Način organizacije, ki omogoča združevanje objektov ali entitet v razrede ali entitetne tipe glede na njihove skupne značilnosti ali izbrane kategorije (ERDAS, 1999).
Konsistenčna ločljivost –	Homogenost posamezne celice na posnetku. Ker predstavlja celica na posnetku določeno velikost površja, ki je lahko sestavljeno iz enega ali več tipov površja, jo je treba obravnavati kot skupek (povprečje) lastnosti le-teh. Manjša ko je celica, večja je verjetnost, da bo predstavljala homogeno površje.

KM-4 –	Sistem kamere na ruskem satelitu Resurs-F2. Zmožnost njegovega zaznavanja v EM spektru sega od 515 do 900 nm in ima prostorsko ločljivostjo 6 – 12m (Sovinformsputnik, 2001b).
Logični kanal –	Podatkovni sloj, uporabljen kot dodatek satelitskim podobam (njihovih spektralnih kanalov) pri klasifikaciji. Logični kanal predstavljajo podatki, ki so bili zajeti s popisom ali pa so bili na podlagi izkušenj razdeljeni na umetne razrede in jih ni možno kvantitativno meriti. Zaradi tega ne zadostujejo zahtevam statistike po njihovi normalni porazdelitvi. Taki podatki so na primer litologija, tip vegetacije, površinski tip ipd.
Mehka logika –	(<i>ang. fuzzy logic</i>) je vrsta deduktivnega sklepanja, ki uporablja postopni prehod med dvema trditvama oz. spremenljivkama.
Naklon –	Izražen je lahko v stopinjah ali v odstotkih. Kot z naklonom 45° je identičen tistemu z vrednostjo 100%. Ko se vrednost kota približuje 90°, se vrednost, izražena v odstotkih približuje neskončnosti.
Objektna ločljivost –	Manjša celica na posnetku omogoča večjo ločljivost manjših objektov, kar pomeni več podrobnosti na podobi oz. posnetku.
OIF –	(<i>ang. optimum index factor</i>) faktor največjega vpliva je podan kot razmerje vsote varianc in vsote absolutnih vrednosti korelacijskih koeficientov vseh spektralnih kanalov neke podobe oz. posnetka (Chavez et al., 1982).
PCA –	(<i>ang. principal component analysis</i>) statistična metoda glavnih komponent, pri kateri se z rotacijo vhodnih spremenljivk določi nove, med seboj neodvisne komponente. Nove komponente ali faktorji morajo pojasniti kar največji del variance za opazovane spremenljivke (Košmelj, 1983).
Podatek –	Predstavitev dejstev, zamisli in navodil v formaliziranem načinu, primeren za komuniciranje, interpretacijo ali obdelavo, informacija pa je miselni pomen, pripisan podatkom z znanimi uporabljenimi načini njihove interpretacije in predstavitve (Kvamme et al., 1997).
Podoba (satelitska) –	Sopomenka posnetka – predstavlja analogno fotografijo ali digitalni zapis nekega opazovanega predmeta, v danem primeru zemeljskega površja obravnavanega območja.
Posnetek (satelitski) –	Sopomenka podobe – fotografija ali digitalni zapis nekega ozemlja, pridobljen s senzorji, nameščenimi na satelitski platformi.
Povratna doba –	Dogodek z določeno jakostjo se v povprečju zgodi enkrat na toliko let, za kolikor je določena povratna doba.
RGB –	Barvna zloženka treh rastrskih podob po principu rdeča-zelena-modra (<i>ang. Red-Green-Blue</i>).

RI –	(<i>ang. Random Index</i>) naključni indeks doslednosti (tudi indeks naključnosti) je teoretična vrednost CI v AHP, pridobljena na osnovi izračuna vrednosti lastnih vektorjev naključno določene primerjalne matrike (Saaty, 1977).
RMS –	(<i>ang. root mean square</i>) – vsota najmanjših kvadratov.
Spektralni kanal –	Razpon zaznavanja senzorja (filma) v EM spektru.
Stimulus (barvni) –	(<i>ang. colour stimulus</i>) barvna informacija, svetlobni dražljaj, ki ga zazna človeško oko. Ker ima človeško oko zmožnost zaznavanja treh signalov (svetlobnih dražljajev) različnih valovnih dolžin, se za posamezno barvno informacijo uporablja njen opis v obliki tristimulus vrednosti (Colourware, 2001).
Tassel Cap –	Metoda linearne pretvorbe originalnih podatkov za lažje opazovanje vegetacije (Crist et al., 1986; Crist & Kauth, 1986).
Testni niz –	Tudi kontrolni niz. Predstavlja del vzorca, ki služi za preverjanje pravilnosti matematičnega modela, izdelanega na podlagi podatkov učnega niza.
TIN –	(<i>ang. triangulated irregular network</i>) mreža prostorsko nepravilno porazdeljenih točk, ki definirajo površino terena s tvorbo trikotnih ploskev. Na enostavnejših območjih so te točke redkejšje, na zapletenejših območjih pa gostejše (Association for Geographic Information, 1999).
TM –	Senzor na satelitu Landsat 5 (<i>ang. thematic mapper</i>). Sposoben je zaznati podatke v sedmih λ razponih, imenovanih kanali. Ločljivost posnetkov je 30m, razen za 6., IR kanal, ki ima ločljivost 120 m (Gupta, 1991).
Tristimulus vrednosti –	Barvne vrednosti (<i>ang. tristimulus values</i>) znane barve osvetljenega predmeta, izražene z vrednostmi X, Y in Z (CIE, 1986).
Učni niz –	Del vzorca, ki služi za izdelavo matematičnega modela, kateri posnema opazovane naravne procese.
UNECE –	United Nations Economic Commission for Europe.

9. Literatura

9.1. Objavljena literatura

- 1 Ahlin, M., Bokal, L., Gložančev, A., Hajnšek-Holz, M., Humar, M., Keber, J., Kostanjevec, P., Košmrlj-Levačič, B., Lazar, B., Müller, J., Novak, F., Praznik, Z., Snoj, J., Šircelj-Žnidaršič, I., Tavzes, C., Vojnovič, N., Janežič, M., Jenčič, J., Korošec, T., Leder-Mancini, Z., Majdič, V., Meze, J., Silvester, M., Vidovič-Muha, A., Černelič, I. & Jakopin, P. 2000: Slovar slovenskega knjižnega jezika.- DZS, 1714 str., Ljubljana.
- 2 Alexander, D. 1993: Natural disasters.- UCL Press Ltd., University College London, pp. 632, London.
- 3 Ardizzone, F., Cardinali, M., Carrara, A., Guzzetti, F. & Reichenbach, P. 2002: Impact of mapping errors on the reliability of landslide hazard maps.- *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 2(1/2), European Geophysical Society, p. 3–14, Katlenburg-Lindau.
- 4 Bandis, S. C., Delmonaco, G., Margottini, C., Serafini, S., Trocciola, A., Dutto, F. & Mortara, G., 1996: Landslide phenomena during the extreme meteorological event of 4-6 November 1994 in the Piemonte Region in N. Italy.- In: Senneset, K. (Ed.) *Landslides, Proceedings of the Seventh International Symposium on Landslides*, Trondheim, Norway, Balkema, p. 623–628, Rotterdam.
- 5 Barredo, J. I., Benavides, A., Hervas, J. & Van Westen, C. J., 2000: Comparing heuristic landslide hazard assessment techniques using GIS in the Tirajana basin, Gran Canaria Island, Spain.- *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 2/1, ITC, p. 9–23, Enschede.
- 6 Bernkopf, R. L., Campbell, R. H., Brookshire, D. S. & Shapiro, C. D., 1988: A probabilistic approach to landslide hazard mapping in Cincinnati, Ohio, with applications for economic evaluation.- *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, Vol. XXV, No. 1, International Association of Engineering Geologists, p. 39–56, Dallas.
- 7 Burrough, P.A., 1986: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.- Oxford University Press, pp. 50 New York.
- 8 Brand, E. W., 1993: Landslides in Hong Kong caused by the severe rainfall event of 8 May 1992.- *Landslide News*, Japan Landslide Society, No. 7, p. 9–11, Tokyo.
- 9 Buser, S, 1968: Osnovna geološka karta SFRJ, lista Gorica, 1 : 100.000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
- 10 Buser, S, 1973: Tolmač za list Gorica L 33–78. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.

- 11 Buser, S., 1986: Tolmač listov Tolmin in Videm (Udine) L 33–64 in L 33–63. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
- 12 Buser, S., 1987: Osnovna geološka karta SFRJ, list Tolmin in Videm, 1 : 100.000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
- 13 Buser, S., Grad, K., Pleničar, M., 1967: Osnovna geološka karta SFRJ, list Postojna, 1:100.000. Zvezni geološki zavod., Beograd.
- 14 Burrough, P. A. 1996: Natural objects with indeterminate boudaires.- In: Burrough, P. A. & Frank, A. U. (Eds.) Geographic objects with indeterminate boundaries, Taylor & Francis, p. 3–28, London.
- 15 Cannon, S. H. & Ellen, S. 1985: Rainfall conditions for abundant debris avalanches, San Francisco Bay Region, California,- *California Geology*, Vol. December 1985, Department of Conservation, Division of Mines and Geology, p. 267–272, Sacramento.
- 16 Carrara, A, Catalano, E., Sorriso Valvo, M., Reali, C., Merenda, L. & Rizzo, V. 1977a: Landslide morphometry and typology in two zones, Calabria, Italy.- *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, Vol. XVI, International Association of Engineering Geologists, p. 8–13, Dallas.
- 17 Carrara, A., Pugliese-Carratelli, E. & Merenda, L. 1977b: Computer-based data bank and statistical analysis of slope instability phenomena.- *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, Vol. 21(2), Gebrüder Borntraeger, p. 187–222, Stuttgart.
- 18 Carrara, A, Catalano, E., Sorriso Valvo, M., Reali, C. & Osso, I. 1978: Digital terrain analysis for land evaluation.- *Geologia Applicata e Idrogeologia*, Vol. XIII, Istituto di Geologia Applicata e Geotecnica dell'Università di Bari, p. 69–127, Bari.
- 19 Carrara, A. 1983: Multivariate models for landslide hazard evaluation.- *Mathematical Geology*, Vol. 15, Kluwer Academic Publishers, p. 403–426, Dordrecht.
- 20 Carrara, A., Cardinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V. & Reichenbach, P. 1990: Geographical informatin systems and multivariate models in landslide hazard evaluation.- Conference Proceedings ALPS '90 – Alpine Landslide Practical Seminar, 6th International Conference and Field Workshop on Landslides, Università degli Studi di Milano, p. 17–28, Milano.
- 21 Carrara, A., Cardinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V. & Reichenbach, P. 1991: GIS techniques and statistical models in evaluating landslide hazard.- *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 16, British Geomorphological Research Group, John Wiley & Sons, p. 427–445, Chichester.
- 22 Champetier de Ribes, G. 1987: Le cartographie des mouvements de terrain: des ZERMOS aux PER.- *Bulletin Liasons*, Nos. 150–151, Laboratoire Central des Ponts et Chaussees, p. 9–19, Paris.

- 23 Chavez, P. S. Jr., Slides, S. C. & Anderson, J. A. 1991: Comparison three different methods to merge multiresolution and multispectral data: Landsat TM and SPOT panchromatic.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 57(3), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 295–303, Falls Church.
- 24 Chung, C. F., Fabbri, A. G. & van Westen, C. J. 1995: Multivariate regression analysis for landslide hazard zonation.- In: Carrara, A. & Guzzetti, F. (Eds.) *Geographical information systems in assessing natural hazards*, Kulwer Academic Publishers, p. 107–133, Dordrecht.
- 25 Chung, C.-J. F. & Fabbri, A. G. 1999: Probabilistic Prediction Models for Landslide Hazard Mapping.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 65(12), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 1389–1399, Falls Church.
- 26 CIE, 1986: *Colorimetry – Second edition*.- Commission Internationale de L'Eclairage, 74 str., Pariz.
- 27 Cliché, G., Bonn, F. & Teillet, P. 1985: Integration of the SPOT pan channel into its multispectral mode for image sharpness enhancement.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 51(3), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 311–316, Falls Church.
- 28 Corominas, J., Baeza, C. & Saluena, I. 1992: The influence of geomethical slope characteristics and land use on the development of shallow landslides.- *Proceedings of the 6th International Symposium on Landslides*, New Zealand Geomechanics Society, Christchurch, New Zealand, Vol. 2, p. 919–924, Christchurch.
- 29 Crist, E. P., Laurin, R. & Cicone, R. C. 1986: Vegetation and Soils Information Contained in Transformed Thematic Mapper Data.- *Proceedings of IGARSS '86 Symposium* - ESA SP-254, European Space Agency Publications Division, p. 1465–1470, Noordwijk.
- 30 Collin, P. H. 1995: *Dictionary of Ecology and Environment*, 3rd Edition.- Peter Collin Publishing, 253 str., Teddington.
- 31 Crist, E. P., & Kauth, R. T. 1986: The Tasseled Cap de-mystified.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 52(1), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 81–86, Falls Church.
- 32 Davis, J. C. 1986: *Statistics and data analysis in geology*.- John Wiley & Sons, pp. 646, New York.
- 33 Deganutti, A. M., Marchi & Arattano, M. 2000: Rainfall and debris-flow occurrence in the Moscardo basin (Italian Alps).- In: Wiczorek, G. F. & Naeaser (Eds.) *Debris-flow hazards mitigation: Mechanics, prediction, and assessment*, Proceedings of the second international conference on debris-flow hazard mitigation, Taipei 2000, p. 67–72, Taipei.

- 34 DeGraff, J. V. & Romesburg, H. C. 1984: Regional landslide susceptibility assessment for wildland management: a matrix approach.- In: Coates, D. R. & Vitak, J. (Eds.) *Thresholds in geomorphology*, Allen and Unwin, p. 401–414, Boston.
- 35 Dhakal, A. S., Amada, T. & Aniya, M. 2000: Landslide hazard mapping and its evaluation using GIS: An investigation of sampling schemes for a grid-cell based quantitative method.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 66(8), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 981–989, Falls Church.
- 36 Doornkamp, J. C. & King, C. A. M. 1971: Numerical analysis in geomorphology: an introduction.- Arnold, 327 str., London.
- 37 Eastman, J. R., Kyem, P. A. K., Toledano, J. 1993: A procedure for multi-objective decision making in GIS under conditions of conflicting objectives.- *Proceedings of the Fourth European Conference and Exhibition on Geographical Information Systems EGIS '93*, Vol. 1, EGIS Foundation, p. 438–447, Genova.
- 38 Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P. A. K. & Toledano, J. 1995: Raster Procedures for Multi-Criteria and Multi-Objective Decisions.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 61(5), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 539–547, Falls Church.
- 39 ERDAS, 1999: ERDAS Field Guide .- ERDAS, Inc., 698 str., Atlanta.
- 40 ESRI, 1999: ARC/INFO, Version 8.0 – Help System.- Environmental Systems Research Institute, inc., Redlands.
- 41 Fazarinc, R. & Pintar, J. 1991: Plazna erozija kot posledica intenzivnih padavin.- *Gradbeni vestnik*, let. 40, št. 1–2, Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, str. 10–12, Ljubljana.
- 42 Fell, R. 1994: Landslide risk assessment and acceptable risk.- *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 31, NRC Research Press, p. 261–272, Ottawa.
- 43 Fortner, B. & Meyer, T. E. 1997: Number by colors: a guide to using color to understand technical data.- Springer-Verlag, str. 109, New York.
- 44 Gee, M. D. 1992: Classification of hazard zonation methods and a test of predictive capability.- In: Bell, D. H. (Ed.) *Proceedings of 6th International Symposium on Landslides*, A. A. Balkema, p. 947–952, Christchurch.
- 45 Gorsevski, P. V., Gessler, P. & Foltz, R. B. 2000a: Spatial prediction of Landslide hazard using discriminant analysis and GIS.- *GIS in the Rockies 2000*, Conference and Workshop, Denver.
- 46 Gorsevski, P. V., Gessler, P. & Foltz, R. B. 2000b: Spatial prediction of Landslide hazard using logistic regression and GIS.- *4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4): Problems, Prospect and Research Needs*, Banff, Alberta.

- 47 Grad, K., Ferjančič, L., 1974: Osnovna geološka karta SFRJ, list Kranj, 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- 48 Grad, K., Ferjančič, L., 1976: Tolmač za list Kranj L 33–65. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- 49 Gupta, R. P. 1991: Remote sensing geology.- Springer- Verlag, 356 str., Berlin.
- 50 Guo, D., Fraichard, Th., Xie, M. & Laugier, C. 2000: Color modeling by spherical influence field in sensing driving environment.- In: *Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicle Symposium, Dearborn, MI (US), October 2000*, IEEE, p 249–254, Dearborn.
- 51 Guo, D., Boey, K. H. & Yan, C. H. 2001: Feature discrimination in large scale satellite image browsing and retrieval.- *Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing*, Centre for Remote Imaging, Vol. 1, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore, Singapore Institute of Surveyors and Valuers (SISV) & Asian Association on Remote Sensing (AARS), p. 203–207 , Singapore.
- 52 Hafner, J. & Komac, M. 1998: Landsat TM lithological classification of Koper-Kozina area: Neural network approach versus statistical clustering.- *International Conference on GIS for Earth Science Applications, Ljubljana 98 – proceedings*, IGGS, p. 41–55, Ljubljana.
- 53 Halounová, L. 1999: Landslide risk assessment maps using GIS tools.- *2nd International Symposium on Operationalization of Remote Sensing, Enschede, The Netherlands, 16–20 August, 1999*, ITC, Enschede.
- 54 Hansen, A. 1984: Landslide hazard analysis.- In: Brundsen, D. & Prior, D. B. (Eds.) *Slope instability*, John Wiley & Sons, p. 523–602, Chichester.
- 55 Hočevar, M., Kobler, A., Vrščaj, B., Poljak, M. & Kušar, B. 2001: Corine karta rabe tal in pokrovnosti Slovenije = Corine land cover phare project Slovenia: Podprojekt: Fotointerpretacija in rezultati: zaključno poročilo.- *Gozdarski inštitut Slovenije*, 83 str., Ljubljana.
- 56 Hutchinson, J. N., 1995: Landslide hazard assessment (Keynote paper).- In: Bell (Ed.) *Landslides, Proceedings of the Sixth International Symposium on Landslides*, Christchurch, New Zealand, Balkema, p. 1805–1841, Rotterdam.
- 57 IAEA, 1994: Spatial data integration for mineral exploration, resource assessment and environmental studies: A gudebook (IAEA-TECDOC-782).- *International Atomic Energy Agency*, 192 str., Dunaj.
- 58 Janža, M., Ribičič, M. 1998: Prediction of landslide occurrence possibilities with spatial decision support system.- *International Conference on GIS for Earth Science Applications, Ljubljana 98 – proceedings*, IGGS, p. 91–99, Ljubljana.
- 59 Jensen, J. R. 1996: Introductory digital image processing – A remote sensing perspective.- *Prentice Hall Inc*, p. 197–256, Upper Saddle River.

- 60 Kim, J. O. & Mueller, C. W. 1987: Introduction to factor analysis: What it is and how to do it.- Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, Series 07–013, Sage Publications, Inc., 80 p., Beverly Hills.
- 61 Kojima, H. & Chung, C.-J. F. 2001: Testing on the time-robustness of a landslide prediction model.- V: Proceedings 2001 [Annual Conference of the] International Association for Mathematical Geology, Cancún, [Mexico, September 6-12] 2001.
- 62 Komac, M. 2002a: Vpliv prostorskih dejavnikov na pojavljanje plazov.- V: Horvat, A. (ur.), Košir, A. (ur.), Vreča, P. (ur.), Brenčič, M. (ur.) Knjiga povzetkov, 1. slovenski geološki kongres, Črna na Koroškem, 9. – 11. oktober 2002, Geološki zavod Slovenije, str. 41, Ljubljana.
- 63 Komac, M. 2002b: Vpliv prostorskih dejavnikov na pojavljanje plazov (analiza prekrivanja).- Geologija, 45, 2, Geološki zavod Slovenije, str. 439-444, Ljubljana.
- 64 Komac, M. & Ribičič, M. 1998: The application of remote sensing – satellite imagery in engineering geology.- International Conference on GIS for Earth Science Applications, Ljubljana 98 – proceedings, IGCG, p. 111–119, Ljubljana.
- 65 Kuehni, R. G. 1997: Color: an introduction to practice and principles.- John Wiley & Sons, Inc., 186 p., New York.
- 66 Kvamme, K., Oštir-Sedej, K., Stančič, Z. & Šumrada, R. 1997: Geografski informacijski sistemi.- Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, 476 str., Ljubljana.
- 67 Lessing, P., Kulander, B. R., Wilson, B. D., Dean, S. L. & Woodring, S. M. 1976: West Virginia landslides and slide-prone areas.- Environmental Geology Bulletin, No. 15, West Virginia Geological and Economic Survey, 72 p.+ 28 maps, Morgantown.
- 68 Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W. 1999: Remote sensing and image interpretation.- John Wiley & Sons, 736 p., New York.
- 69 Maselli, F., Rodolfi, A. & Conese, C. 1996: Fuzzy classification of spatially degraded Thematic Mapper data for estimation of sub-pixel components.- *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 17(3), Taylor & Francis Ltd., p. 537–551, London.
- 70 Martínez-Alegria, R., Taboada-Castro, J., Ordóñez-Galán, C. & Lanaja del Busto, J. M. 1998: Characterization of unstable areas in the confluence of Pisuergra and Duero Rivers.- International Conference on GIS for Earth Science Applications, Ljubljana 98 – proceedings, IGCG, p. 135–141, Ljubljana.
- 71 Mather, P. M. 1999: Computer processing of remotely-sensed images – An introduction.- John Wiley & Sons Ltd., 292 p., Chichester.
- 72 McDonald, R. 1997: Colour physics for industry.- 2nd ed., Society of Dyers and Colourists, 534 pp., Bradford.

- 73 McKean, J., Buechel, S. & Gaydos, L. 1991: Remote sensing and landslide hazard assessment.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 57(9), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 1185–1193, Falls Church.
- 74 Melgani, F, Al Hashemy, B. A. R., Taha, S. M. R. 2000: An explicit fuzzy supervised classification method for multispectral remote sensing images.- *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 38 (1), GRSS IEEE, p. 287–295, New York.
- 75 Meneroud, J.-P. 1978: Cartographie des risques dans les Alpes-Maritimes (France).- 3rd International Congress, Sec. I, Vol. 2, International Association of Engineering Geology, p. 98–107, Madrid.
- 76 Miller, G. T. 1992: Living in the environment: principles, connections, and solutions.- 8th ed., Wadsworth Publishing Company, 705 pp., Belmont.
- 77 Montgomery, D. R. & Dietrich, W. E. 1994: A physically based model for the topographic control on shallow landsliding.- *Water resources research*, Vol. 30/4, American Geophysical Union, p. 1153–1171, Washington.
- 78 Montgomery, D. R., Schmidt, K. M., Greenberg, H. M. & Dietrich, W. E. 2000: Forest clearing and regional sliding.- *Geology*, Vol. 28/4, The Geologic Society of America, p. 311–314, Boulder.
- 79 Montgomery, D. R., Sullivan, K. & Greenberg, H. M. 1998: Regional test of a model for shallow landsliding.- *Hydrological Processes*, Vol 12, John Wiley & Sons, Ltd., p. 943–955, New York.
- 80 Mwasi, B. 2001: Land use conflicts resolution in a fragile ecosystem using multi-criteria evaluation (MCE) and a GIS-based decision support system (DSS).- International Conference on Spatial Information for Sustainable Development, Nairobi, Kenya, 2-5 October, FIG – International Federation of Surveyors, 11 p., Nairobi.
- 81 Neuland, H. A. 1976: A prediction model of landslides.- *Catena*, Vol. 3, Elsevier Science B.V., p. 215–230, Amsterdam.
- 82 Nie, H. F., Diao, S. J., Liu, J. X. & Huang, H. 2001: The application of remote sensing technique and AHP-fuzzy method in comprehensive analysis and assessment for regional stability of Chongqing City, China.- Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, Vol. 1, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore, Singapore Institute of Surveyors and Valuers (SISV) & Asian Association on Remote Sensing (AARS), p. 660–665, Singapore.
- 83 Nonveiller, E. 1979: Mehanika tla i temeljenje građevina.- Školska knjiga Zagreb, str. 431, Zagreb.

- 84 Oštir, K. 2000: Analiza vpliva združevanja radarskih interferogramov na natančnost modelov višin in premikov zemeljskega površja – doktorska disertacija.- Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, 175 str., Ljubljana.
- 85 Othman, M. A., Hassan, N. R. N. & Aziz, H. M. A. 1992: A statistical approach to cut slope instability problems in Peninsular Malaysia.- *Proceedings of the 6th International Symposium on Landslides*, New Zealand Geomechanics Society, Christchurch, New Zealand, Vol. 2, p. 1379–1385, Christchurch.
- 86 Park, C. 1997: *The Environment*.- Routledge, p. 173–179, London.
- 87 Petkovšek, B. & Marolt, P. 1994: Rezultati študije ogroženosti republike Slovenije z zemeljskimi plazovi.- Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih, Idrija, 17. in 18. november 1994. – Idrija : Rudnik živega srebra, str. 21–29, Idrija.
- 88 Pike, R. J. 1988: The geometric signature: Quantifying landslide-terrain types from digital elevation models.- *Mathematical Geology*, Vol. 20, Kluwer Academic Publishers, p. 491–511, Dordrecht.
- 89 Pollini, G., Aleotti, P., Baldelli, P., Noretto, A. & Casavecchia, K., 1996: Heavy rain triggered landslides in the Alba area during November 1994 flooding event in the Piemonte region (Italy).- In: Senneset, K. (Eds.) *Landslides, Proceedings of the Seventh International Symposium on Landslides*, Trondheim, Norway, Balkema, p. 1955–1960, Rotterdam.
- 90 Pleničar, M., 1970: Tolmač za list Postojna L 33–77. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- 91 Rao, M., Sastry, S. V. C., Yadav, P. D., Kharod, K., Pathan, S. K., Dhinwa, P. S., Majumdar, K. L., Sampat K. D., Patkar, V. N. & Phatak, V. K. 1991: A Weighted Index Model for Urban Suitability Assessment – A GIS Approach.- Bombay Metropolitan Regional Development Authority, Bombay.
- 92 Reger, J. P. 1979: Discriminant analysis as a possible tool in landslide investigations.- *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 4, British Geomorphological Research Group, John Wiley & Sons, p. 267–273, Chichester.
- 93 Ribičič, M., Buser, I. & Hobljaj, R. 1994: Digitalno atributna / tabelarična baza zemeljskih plazov Slovenije za terenskizajem podatkov.- Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih, Idrija, 17. in 18. november 1994. – Idrija : Rudnik živega srebra, str. 139–153, Idrija.
- 94 Ribičič, M. & Šinigoj, J. 1996: Karte ogroženosti in tveganja zaradi plazov na območju Slovenije.- V *Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1995–1996*, Zveza geodetov Slovenije, str. 115–124, Ljubljana.
- 95 Ricchetti, E. 2000: Multispectral satellite image and ancillary data integration for geological classification.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 66(4), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 429–435, Falls Church.

- 96 Richards, J. A. 1993: Remote sensing digital image analysis: An introduction.- Springer-Verlag, 340 p., Berlin.
- 97 Saaty, T. L. 1977: A scaling method for priorities in hierarchical structures.- *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15, Society for Mathematical Psychology, Academic Press, p. 234–281, New York.
- 98 Saaty, T. L. 1990: Multicriteria decision making. The analytic hierarchy process : planning, priority setting, resource allocation.- RWS Publications, 287 p., Pittsburgh.
- 99 Saaty, T. L. 1999: The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process.- International Symposium on the Analytical Hierarchy Process Proceedings, pp. 15, Kobe.
- 100 Sabins, F. F. 1986: Remote Sensing : Principles and Interpretation.- W.H.Freeman and Company, 449 str., New York.
- 101 Sasahara, K. & Tsunaki, R., 1994: Landslide disasters triggered by heavy rainfall in Kagoshima Prefecture, July to September 1993.- *Landslide News*, Japan Landslide Society, No. 8, p. 36–38, Tokyo.
- 102 Schowengerdt, R. 1980: Reconstruction of multispatial, multispectral image data using spatial frequency content.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 46(10), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 1325–1334, Falls Church.
- 103 Schroeder, L. D., Sjoquist, D. L. & Stephan, P. E. 1986: Understanding regression analysis: An introductory guide.- Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, Series 07–057, Sage Publications, Inc., 95 p., Beverly Hills.
- 104 Skaberne, D. 2001: Predlog slovenskega izrazoslovja pobočnih premikanj – pobočnega transporta.- *Geologija*, knj. 44/1, str. 89–100, Ljubljana.
- 105 Skidmore, A. K., Bijker, W., Schmidt, K. & Kumar, L. 1997: Use of remote sensing and GIS for sustainable land management.- *ITC-Journal*, 1997(3/4), ITC, p. 302–315, Enschede.
- 106 Sluban, B. 1993: Nekatere modifikacije na teoriji Kubelke in Munka slonečih algoritmov za računalniško receptiranje barv – doktorska disertacija.- Univerza v Mariboru, 68 str., Maribor.
- 107 Shapiro, S. S., Wilk, M. B. & Chen, H. J. 1968: A comparative study of various tests of normality.- *Journal of the American Statistical Society*, Vol. 63, American Statistical Association, p. 1343–1372, Alexandria.
- 108 Smith, J. H., Wicham, J. D., Stehman, S. V. & Yang, L. 2002: Impacts of patch size and land-cover heterogeneity on thematic image classification accuracy.- *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 68 (1), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 65–70, Falls Church.

- 109 Snedecor, G. W. & Cochran, W. G. 1994: Statistical methods 8th ed.- Iowa State University Press, 503 str., Ames.
- 110 Stančič, Z. & Veljanovski, T. 1998: Arheološki napovedovalni modeli in GIS.- V: uredniki Marko Krevs [et al.] Geografski informacijski sistemi v Sloveniji, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, str. 175–185, Ljubljana.
- 111 Stančič, Z. & Veljanovski, T. 2000a: Understanding Roman settlement patterns through multivariate statistics and predictive modelling.- Beyond the map, edited by Gary Lock., IOS Press, p. 147–156, Washington.
- 112 Stančič, Z. & Veljanovski, T. 2000b: Understanding Roman settlement patterns through multivariate statistics and predictive modelling.- Geoarchaeology of the landscapes of classical antiquity, edited by Frank Vermeulen & Morgan De Dapper, Stichting Babesch, p. 179–187, Leiden.
- 113 StatSoft, Inc. 1995: STATISTICA for Windows [Computer program manual].- StatSoft, Inc., Tulsa.
- 114 Stevenson, P. C. 1977: An empirical method for the evaluation of relative landslide risk.- *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, Vol. XVI, International Association of Engineering Geologists, p. 69–72, Amsterdam.
- 115 SURS, 2003: Statistične informacije št. 2 – Okolje št. 1.- Statistični urad Republike Slovenije, 8 str., Ljubljana.
- 116 Swain, P. H. & Davis, S. M. 1978: Remote sensing: The quantitative approach.- McGraw–Hill International Book Co., 396 str., New York.
- 117 Šinigoj, J., Ribičič, M. 1994: Stabilitetni kriteriji za gradnjo cest na primeru odseka avtoceste Čebulovica-Koper.- Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih, Idrija, 17. in 18. november 1994. – Idrija : Rudnik živega srebra, str. 87–98, Idrija.
- 118 Terlien, M. T. J., Van Asch, Th. W. J. & Van Westen, C. J. 1995: Deterministic modelling in GIS-based landslide hazard assessment.- In: Carrara, A. & Guzzetti, F. (Eds.) *Geographical Information Systems in Assessing natural hazards*, Kulver Academic Publishers, p. 55–77, Dordrecht.
- 119 Tobutt, D. C. & Richards, E. A. 1979: The reliability of earth slopes.- *International Journal of Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol 3(4), John Wiley & Sons, Inc., p. 323–354, London/New York.
- 120 Van Westen, C. J. 1993a: GISSIZ - training package for geographic information systems in slope instability zonation. vol. 1, Theory.- ITC, 1993, ITC, 254 str., Enschede.
- 121 Van Westen, C. J. 1993b: Remote Sensing and Geographic Information Systems for Geological Hazard Mitigation.- *ITC-Journal*, 1993(4), ITC, p. 393–399, Enschede.

- 122 Van Westen, C. J., Soeters, R. & Sijmons, K 2000: Digital geomorphological landslide hazard mapping of the Alpago area, Italy.- *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 2/1, ITC, p. 51–60, Enschede.
- 123 Van Westen, C.J. & Terlien, M.T.J. 1996: Deterministic landslide hazard analysis in GIS. A case study from Manizales (Colombia).- *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 21, British Geomorphological Research Group, John Wiley & Sons, p. 853–868, Chichester.
- 124 Varnes, D. J. 1984: Landslide hazard zonation: a review of principles and practice.- IAEG – UNESCO, Natural Hazard Series, Vol. 3, UNESCO, 63 pp, Paris.
- 125 Vecchia, O. 1978: A simple terrain index for the stability of hillsides or scarps.- In: Geddes, J. D. (Ed.) *Large Ground Mass Movements and Structures*, John Wiley & Sons, Inc., p. 449–461, New York/Toronto.
- 126 Vestal, W. D. 2002: A multivariate analysis of landslide susceptibility on an overgrazed rangeland, Santa Cruz island, California.- North-Central Section (36th) and Southeastern Section (51st), GSA Joint Annual Meeting (April 3–5, 2002), The Geological Society of America, Paper No. 13–0, Lexington.
- 127 Vidrih, R. & Ribičič M. 1994: Vpliv potresov na nastanek plazov v Sloveniji.- Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih: Idrija, 17. in 18. november 1994. – Idrija : Rudnik živega srebra, str. 33–52, Idrija.
- 128 Vidrih, R. & Ribičič M. 1998: Porušitve naravnega ravnotežja v hribinah ob potresu v Posočju 12. aprila 1998 in Evropska makroseizmična lestvica (EMS-98).- *Geologija*, knj. 41, str. 365–410, Ljubljana.
- 129 Voogd, H. 1983: Multicriteria evaluation for urban and regional planning.- Pion Ltd., London.
- 130 Vrišer, I. 1997: Metodologija ekonomske geografije: metode, viri in bibliografija na primeru Slovenije.- Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Univerza v Ljubljani, str. 25–26, Ljubljana.
- 131 Vukadin, V. & Ribičič, M. 1998: Modelling of road construction risk and hazard assesment of current road-network in Slovenia from landslides and rock falling with GIS.- International Conference on GIS for Earth Science Applications, Ljubljana 98 – proceedings, IGGS, p. 195–205, Ljubljana.
- 132 Welch, R. & Ehlers, W. 1987: Merging multiresolution SPOT RHV and Landsat TM data.- *Photogrammetric engineering and remote sensing*, Vol. 53(3), American Society of Photogrammetry and Remote Sensing, p. 301–303, Falls Church.
- 133 Wieczorek, G. F. 1984: Preparing a detailed landslide-inventory map for hazard evaluation and reduction.- *Bulletin of Association of Engineering Geologists*, Vol. 21(3), Association of Engineering Geologists, p. 337–342, Dallas.

- 134 Wieczorek, G. F. 1987: Effect of rainfall and duration on debris flows in central Santa Cruz Mountains, California.- In: Costa, J. E. & Wieczorek, G. F. (Eds.) Debris flows/avalanches: Processes, recognition, and Mitgation, Geological Society of America Reviews in Engineering Geology, Vol. VII, Geological Society of America, p. 93–104, Boulder.
- 135 Wieczorek, G. F. & Sarmiento, J. 1983: Significance of storm intensity-duration for triggering of debris flows near La Honda, California.- Geological Society of America, Abstracts with Programs, Vol. 15, No. 5, Geological Society of America, p. 289, Boulder.
- 136 Woldai, T. 1995: Lithologic and structural mapping in a vegetated low-relief terrain using multiple-source remotely sensed data: a case study of the Calañas area in southwest Spain.- *ITC-Journal*, 1995(2), ITC, p. 95–115, Enschede.
- 137 Yong, R. N., Alonso, E., Tabba, M. M. & Fransham, P. B. 1977: Application of risk analysis to the prediction of slope instability.- *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 14(4), NRC Research Press, p. 540–553, Ottawa.
- 138 ZRC SAZU & Mobitel, 2000: InSAR DMV 25 (Digitalni model višin).- (c) ZRC SAZU, Ljubljana.
- 139 Zupančič, B. 1995: Klimatografija Slovenije. Količina padavin : obdobje 1961 – 1990.- Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, 366 str., Ljubljana.

9.2. Neobjavljena literatura

- 138 Antoine, P. 1977: Réflexions sur la cartographie ZERMOS et bilan des expériences en cours.- Bulletin de Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Sec. III, No. 1–2, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, p. 9–20, Orelans.
- 139 Blanc, R. P. & Cleveland, G. B. 1968: Natural slope stability as related to geology, San Clemente area, Orange and San Diego counties, California.- California Division of Mines and Geology Special Report 98, California Division of Mines and Geology, 19 pp., Sacramento.
- 140 Brabb, E. E., Pampeyan, E. H. & Bonilla, M. G. 1972: Landslide susceptibility in San Mateo county, California.- Misc. Field Studies Map – ME 360 (Reprinted 1978), US Geological Survey, Reston.
- 141 Buser, S. 1996: Manuskriptna geološka karta Slovenije v merilu 1 : 200000.- Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana.
- 142 Campbell, R. H. 1975: Soil slips, debris flows, and rainstorms in the Santa Monica mountains nad vicinity, southern California (Professional Paper 851).- U.S. Geological Survey, 51 pp., Reston.
- 143 Dozet, S. 2000: Geološke karte - Izdelava in tiskanje geoloških kart s tolmači : letno poročilo o rezultatih dela v letu 2000.- Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

- 144 Dyrness, C. T. 1967: Mass soil movements in the H. J. Andrews Experimental Forest (Research paper RNW-42).- USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, 12 p., Portland.
- 145 Fazarinc, R. & Kovačič, I. 2000: Jalovišče Boršt – hidrotehnična študija.- Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana.
- 146 Ferlinc, D. 1994: Inženirskogeološka analiza plazenja na območju vzhodno od Maribora (diplomsko delo).- FNT – Montanistika, oddelek za geologijo, 40 str., Ljubljana.
- 147 Fifer-Bizjak, K. 1999: Uporabnost nevronske mreže v inženirski geologiji: doktorska disertacija.- FNT – Montanistika, oddelek za geologijo, 171 str., Ljubljana.
- 148 Geodetska uprava Republike Slovenije, 1994: Skanogrami TK 50 – topografske karte merila 1 : 50.000. Datum vira: 1978 – 1987.- Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana.
- 149 Geodetska uprava Republike Slovenije, 2000: Generalizirana kartografska baza v M 1 : 25 000 – ceste. Datum vira: 1994 – 2000.- Geodetska uprava Republike Slovenije, Ljubljana.
- 150 Hafner, J. 1999: Integracija GIS-a in umetne inteligence v geologiji: doktorska disertacija.- FNT – Montanistika, oddelek za geologijo, 170 str., Ljubljana.
- 151 Howes, D. E. 1987: A terrain evaluation method for predicting terrain susceptible to post-logging landslide activity.- MOEP Technical Report 28, British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks, Victoria.
- 152 HMZ R Slovenije, 2001a: Karta povprečnih letnih padavin v Sloveniji za referenčno obdobje 1961 – 1990.- Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, digitalna oblika, Ljubljana.
- 153 HMZ R Slovenije, 2001b: Maksimalne 24-urne padavine: 100 letna povratna doba.- Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, digitalna oblika, Ljubljana.
- 154 Humbert, M. 1977: La cartographie ZERMOS. Modalités d'établissement des cartes des zones exposées à des risques liés aux mouvements du sol et du sous-sol.- Bulletin de Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Sec. III, No. 1–2, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, p. 5–8, Orlans.
- 155 Klugman, M. A. & Chung, P. 1976: Slope stability study of the regional municipality of Ottawa-Carleton, Ontario, Canada.- Ontario Geological Survey Misc. Paper – MP 68, Ontario Geological Survey, 13 p.+ 5 maps, Ottawa.
- 156 Komac, M. 1997: Uporaba satelitskih posnetkov v inženirski geologiji (diplomsko delo).- FNT – Montanistika, oddelek za geologijo, 84 str. + priloge, Ljubljana.

- 157 Komac, M., Buser, S., Urbanc, J. & Šinigoj, J. 1999: Obdelava digitalnih prostorskih podatkov za potrebe Agencije RAO – litostratigrafska karta 1 : 250.000.- Geološki zavod Slovenije, 28 str. + karta, Ljubljana.
- 158 Košmelj, B. 1983: Uvod v multivariatno analizo.- Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Ekonomska fakulteta Borisa Kidriča, 272 str., Ljubljana.
- 159 Landry, J 1979: Carte ZERMOS. Zones exposées a des risques liée aux mouvements du sol et du sous-sol. Région de Lons-le-Saunier à Poligny (Jura).- Bureau de Recherches Geologiques et Minières, 14 p.+ 1 carte à 1:25.000, Orelans.
- 160 Laprade, W. T., Kirkland, T. E., Nashem, W. D. & Robertson, C. A. 2000: Seattle landslide study (Internal Report W-7992-01).- Shannon and Wilson Inc., 164 p., Seattle.
- 161 Luzi, L. 1994: Principal steps in landslide hazard zonation using a GIS (Fabriano N. 301 Geological map, Italy). – ITC, 30 p., Enschede.
- 162 Meneroud, J.-P. & Calvino, A. 1976: Carte ZERMOS. Zones exposées a des risques liée aux mouvements du sol et du sous-sol à 1 : 25.000, région de la Moyenne Vesubie (Alpes-Maritimes).- Bureau de Recherches Geologiques et Minières, 11 p.+ 1 carte, Orelans.
- 163 MOP – ARSO, 2002: Podatki o dnevnih padavinah.- arhiv Ministrstva za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje, Urah za meteorologijo, Ljubljana.
- 164 Nilsen, T.H., Wright, R.H., Vlastic, T.C. & Spangle, W. 1979: Relative slope stability and land-use planning in the San Francisco Bay region, California (U.S. Geological Survey Profesional Paper, 944).- US Geological Survey, Reston.
- 165 O'Loughlin, C. L. 1972: The stability of steepland forest soils in the Coast Mountains, southwestern British Columbia, Ph. D. Thesis. – University of British Columbia, Department for Geology, Vancouver.
- 166 Oštir-Sedej, K. 2001 – osebni kontakt (28.3.2001).
- 167 Pack, R. T. 1982: Selected annotated bibliography on factors controlling debris torrents and slope stability mapping for forest land.- MOF Unpublished Report, British Columbia Ministry of Forest, Victoria.
- 168 Petkovšek, B., Fifer, K., Hafner, J., Volk, J., Hoblaj, R., Buser, I., Grubišič, Z., Čepon, D., Jakopin, D. & Ribičič, M. 1993: Poročilo o opravljeni raziskovalni nalogi o ogroženosti republike Slovenije pred zemeljskimi plazovi.- Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, 7 str. + priloge, Ljubljana.
- 169 Ribičič, M. 1999: Kataster plazov.- Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana. (dopolnjeno s podatki Geoinženiring, d.o.o. 2001)
- 170 Ribičič, M. 2001a: Proučevanje plazov na terenu za opredelitev optimalnih korakov sanacije.- Strokovna delavnica, Gradbeni inštitut ZRMK, Ljubljana.

- 171 Ribičič, M. 2001b – osebni kontakt (jesen 2001).
- 172 Ribičič, M. 2002: Inženirska geologija.- str. nn, Ljubljana. (Skripta k predavanjem pri predmetu inženirska geologija. Knjižnica Geološkega zavoda Slovenije).
- 173 Ribičič, M., Kočevár, M. & Popovič, Z., 1995: Ocena tveganja nastanka plazov in nestabilnih območij : letno poročilo za leto 1995.- V Geologija okolja, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, 12 str., Ljubljana.
- 174 Richards, P. B. 1982: The utility of Landsat-D and other satellite imaging systems in disaster management, Final report (NASA DPR S-70677).- NASA Goddard Space Flight Center Disaster Management Workshop, Naval Research Laboratory, Washington.
- 175 Sovinformsputnik, 2001b: MK-4 images over Slovenia (10.9.1991).- Skenirani satelitski posnetki MK-4, Sovinformsputnik, Moskva.
- 176 Statistični urad Republike Slovenije, 1993: Georeferencirani mozaik Slovenije iz satelitskih podatkov LandsatTM93. Skenirano pomladi '93.- Statistični urad Republike Slovenije, Ljubljana.
- 177 Urad RS za prostorsko planiranje, Statistični urad Republike Slovenije & Geodetska uprava RS 1997: Gostota prebivalcev na hektar po razredih.- Podatkovna zbirka, 1,28 MB, Ljubljana.
- 178 Urbanc, J., Komac, M., Lapanje, A., Marinko, M., Rikanović, R., Poljak, M. & Ribičič, M. 2000: Obdelava digitalnih geoloških prostorskih podatkov za potrebe Agencije RAO – hidrogeološka, tektonska in inženirsko-geološka karta.- Geološki zavod Slovenije, 68 str., Ljubljana.
- 179 U.S. Army Corps of Engineers, 1997: Post event report: Winter storm of 1996/1997 (Federal Disaster DR 1159, Western Washington Summary).- Document prepared for the Federal Emergency Management Agency, 49 p., Washington.
- 180 Veljanovski, T. 1999: Prostorsko modeliranje in napovedovanje lokacij arheoloških najdišč: diplomska naloga.- Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, 164 str., Ljubljana.
- 181 Zupančič, B. 2001: Metoda izdelave karte maksimalnih 24-urnih padavin za povratno dobo 100-tih let.- osebni kontakt.

9.3. Splet

- 183 Association for Geographic Information, 1999: GIS Dictionary – Alphabetical Search.- AGI, United Kingdom. (<http://www.agi.org.uk/index.htm>, 2001)
- 184 Atkinson, P. M. & Massari, R. 1996: Predicting the relative likelihood of landsliding in the central Appennines, Italy.- Extended Abstracts from the 1st International Conference on GeoComputation University of Leeds United Kingdom 17 – 19

- September 1996, University of Leeds, Leeds.
(<http://www.ashville.demon.co.uk/gc1996/abs005.htm>, 2002)
- 185 Baum, R. L., Chleborad, A. F. & Schuster, R. L. 1998: Landslides triggered by the winter 1996 – 97 storms in the Puget Lowland, Washington (online edition) (Open file Report 98–239).- U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 10 p., Reston. (<http://geohazards.cr.usgs.gov/pubs/ofr/ofr98-0239/ofr98-0239.html>)
- 186 Carlson, S. & Taylor, S. 1995: A case study of landslide capabilities to support disaster relief.- Proc. of the International Symposium on Spectral Sensing Research, ISSSR'95, Melbourne, Australia. (<http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/ISSSR-95/acasestu.htm>, 2000)
- 187 Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F. & Reichenbach, P. 1998: GIS-based techniques for mapping landslide hazard.- GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche – publ. No. 1157, Consiglio Nazionale delle Ricerche – Universita' degli Studi di Bologna – Centro di Studio per l'Informatica e i Sistemi di Telecomunicazioni, Bologna. (<http://deis158.deis.unibo.it/welcome.html>, 2001)
- 188 Chleborad, A. F. 2000: Preliminary method for anticipating the occurrence of precipitation-induced landslides in Seattle, Washington (Open file Report 00-469).- U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 29 p., Reston. (<http://geology.cr.usgs.gov/pub/open-file-reports/ofr-00-0469/ofr-00-0469.html>, 2000)
- 189 Chung, C. F. & Shaw, J.M. 2000: Qualitative prediction models for landslide hazard mapping.- Natural Resources Canada, Mineral Resources Division, Spatial Data Analysis Laboratory, Ottawa. (http://www.nrcan.gc.ca/gsc/mrd/sdalweb/sdi_cd/, 2000)
- 190 Colourware, 2001: Frequently asked questions about Colour Physics.- Colourware, 20 p., Newcastle-under-Lyme. (<http://www.colourware.co.uk/cpfaq.htm>, 2001)
- 191 CORINE Land cover - Part 2: Nomenclature.- Commission of the European Communities OPOCE, 190 pp., Brussels. (<http://reports.eea.eu.int/COR0-landcover/en>, 2002)
- 192 Galloway, J. 2001: Geologic Hazards.- Cañada College, p. 7, Redwood City. (<http://www.pls.lib.ca.us/smcccd/faculty/galloway/haz.9.html>, 2001)
- 193 Geological Survey Branch B.C., Ministry of Employment and Investment, 1999: Landslides in British Columbia.- Government of British Columbia, Victoria. (<http://www.em.gov.bc.ca/Mining/Geolsurv/Surficial/landslid/default.htm>, 2001)
- 194 Griffiths, J.A., Collison, A.J.C. & Wade, S. 1999: The validity of using a simplified distributed hydrological model for estimation of landslide probability under a climate change scenario.- GeoComputation 99, Fredericksburg. (http://www.geovista.psu.edu/geocomp/geocomp99/Gc99/048/gc_048.htm, 2001)
- 195 Hongzhou, G. & Yongjun, S. 2001: Application of remote sensing technology in engineering geological survey of Datong-Yuncheng highway (Huozhonu-Linfen

- part).- 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5–9 November 2001, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore, Singapur. (<http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/pdf/349quo.pdf>, 2002)
- 196 Irvin, B.J., Ventura, S.J., & Slater, B.K. 1995: Landform classification for soil – landscape studies.- The 1995 ESRI User Conference Proceedings, Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands. (<http://pasture.ecn.purdue.edu/~aggrass/esri95/to200/p153.html>, 2001)
- 197 Jäger, S. & Wiecezorek, F. 1994: Landslide susceptibility in the Tully Valley area, Finger Lakes region, New York.- Open-file Report 94-615, US Geological Survey, Reston. (<http://pubs.usgs.gov/of/1994/ofr-94-0615/tvstudy.htm>, 2002)
- 198 Jibson, R.W., Harp, E.L. & Michael, J.A. 1998: A method for producing digital probabilistic seismic landslide hazard maps: An example from the Los Angeles, California, area.- Open-file Report 98-113, US Geological Survey, Reston. (<http://geohazards.cr.usgs.gov/pubs/ofr/98-113/ofr98-113.html>, 2001)
- 199 Jibson, R. W. & Baum, R. L. 1999: Assessment of landslide hazards in Kaluanui and Maakua gulches, Oahu, Hawaii, following the 9 May 1999 Sacret falls landslide (Open-file report 99-364.- U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Denver Federal Center, Denver. (<http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/open-file-reports/ofr-99-0364/>, 2000)
- 200 Khazai, B. & Sitar, N. 2001: Landsliding in native ground: A GIS-based approach to regional seismic slope stability assessment – Report.- Poročilo o izdelavi modela, Berkeley, University of California, Berkeley. (<http://www2.ced.berkeley.edu:8002/Report/index.html>, 2001)
- 201 Millard, T., Rollerson, T. P. & Thompson, B. 2002: Post-logging landslide rates in the Cascade Mountains, southwestern British Columbia – Technical report TR-023/2002.- Vancouver Forest Region, British Columbia Ministry of Forest, 18 p., Nanaimo. (<http://www.for.gov.bc.ca/vancouver/research/georeports/tr023.pdf>, 2002)
- 202 NIST/SEMATECH, 2002:e-Handbook of Statistical Methods.- NIST/SEMATECH, Gaithersburg. (<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>, 2002)
- 203 OAS, 1991: Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning.- Department of Regional Development and Environment Executive Secretariat for Economic and Social Affairs, Organization of American States, Washington. (<http://www.oas.org/en/cdmp/document/NHP/oea66e/begin.htm>, 2001)
- 204 Okunishi, K. 2000: Landslides in the tropical cyclone areas – Significance of hydro-meteorological approaches.- DPRI, Kyoto University, Kyoto. (<http://slope.dpri.kyoto-u.ac.jp/keishach/TCPreport/TCPreport.html>, 2000)
- 205 Qin, Q., Liu, D. & Liu, H. 2001: Images fusing in remote sensing mapping.- 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5–9 November 2001, Centre for Remote

- Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore, Singapur. (<http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/pdf/318qin.pdf>, 2002)
- 206 Rautela, P., Paul, S.K. & Thakur, V.C. 1999: Landslide hazard zonation in Kumaun – Garhwal Himalaya: A GIS based approach with case studies from Kali, Kaliganga & Madhyamaheshwar river valleys.- The Post Conference Proceedings Volume (Net Edition) of Geoinformatics: Beyond 2000 – An International Conference on Geoinformatics for Natural Resource Assessment, Monitoring and Management, Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun.
(<http://pages.hotbot.com/edu/geoinformatics/f103.html>, 2001)
- 207 Resources Inventory Committee, Government of British Columbia, 1997: Terrain stability mapping in British Columbia – A review and suggested methods for landslide hazard and risk mapping.- Resources Inventory Committee, Canada.
(www.for.gov.bc.ca/ric, 2001)
- 208 Sanjeevi, S., Vani, K. & Lakshmi, K. 2001: Comparison of conventional and wavelet transformation techniques for fusion of IRS-1C LISS-III and PAN images.- 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5–9 November 2001, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore, Singapur. (<http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/pdf/176sanj.pdf>, 2002)
- 209 Singhroy, V., van Westen, C.J., Bannert, D., Wasowski, J., Lacoul, M., Ohkura, H., Mitchell, C. & Massonnet, D. 2000: Report of the Landslide Hazard Team – Executive Summary.- The CEOS Group, Committee on Earth Observation Satellites Disaster Management Support Group, USA. (<http://disaster.ceos.org/landslide.htm>, 2001)
- 210 Sinha, L.K., Paul, R.S. & Mehta, S.D. 1999: Landslide hazard zonation in a part of Giri basin, Sirmur district (H.P.) using remote sensing techniques & GIS.- GIS Forum South Asia'99, Centre for Spatial Database Management & Solutions, Katmandu.
(http://www.csdms.org/tech-papers/gisf99_proceed.htm#sdmetha, 2001)
- 211 Sovinform Sputnik, 2001a: MK-4 Camera.- Sovinform Sputnik, Moskva.
(<http://www-com.sovinform-sputnik.ru/index.html>, 2001)
- 212 Syarief, E.A., Nitihardjo, S. Siagian, Y.O.P. & Sugalang, 1999: Landslides disaster in Indonesia and mitigation using remote sensing and geographic information system with sample area north of Bandung, West Java.- The Post Conference Proceedings Volume (Net Edition) of Geoinformatics: Beyond 2000 – An International Conference on Geoinformatics for Natural Resource Assessment, Monitoring and Management, Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun.
(<http://pages.hotbot.com/edu/geoinformatics/f146.html>, 2001)
- 213 Sassa, K., Canuti, P. & Carreno, P. 2001: Landslide Risk Mitigation and Protection of Cultural and Natural Heritage (UNESCO – IGCP No. 425, 1998-2002).- Science Council of Japan, Tokyo. (<http://landslide.dpri.kyoto-u.ac.jp/igcp>, 2001)
- 214 Schulz, M. G. 1980: The quantification of soil mass movements and their relationship to bedrock geology in the Bull Run Watershed, Multnomah and Clackamas Counties, Oregon (M.S. thesis).- Oregon State University, 170 p, Corvallis.

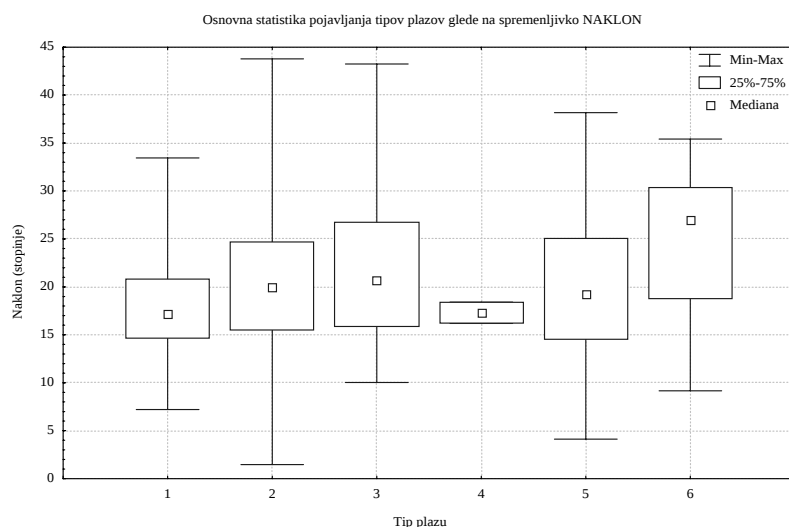
(<http://www.fsl.orst.edu/lter/pubs/webdocs/reports/bibslid/template.cfm?next=0580&topnav=55>, 2002)

- 215 Telsat, 2001: Telsat Guide: Satellites and Sensors.- National Remote Sensing Research Programme of the Belgian Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs (OSTC), Bruselj. (<http://telsat.belspo.be/index.html>, 2001)
- 216 USGS, 2000: Geologic hazards – Landslides.- United States Geological Survey, Reston. (<http://landslides.usgs.gov/>, 2000)
- 217 Vani, K., Shanmugavel, S. & Marruthachalam, M. 2001: Fusion of IRS-LISS and pan images using different resolution ratios.- 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore, Singapore.
(<http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/pdf/036kaliy.pdf>, 2002)
- 218 Vaugeois, L.M. & Shaw, S.C. 2001: Modeling Shallow Landslide Potential for Watershed Management.- ESRI Library, Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands.
(<http://www.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/PAP310/p310.htm>, 2001)
- 219 Weerasinghe, K.M. 1999: Integration of causative factors for landslide hazard zonation mapping in Sri Lanka.- International conference on disaster management cooperative networking in South Asia 1999, New Delhi.
(<http://www.ignoudismgtconf.org/papers.htm>, 2001)
- 220 Wisher, P. A. 1998: Causes of Landslide Activity Following Heavy Precipitation in the Fall of 1995 and Spring of 1996 in Clearwater County near Orofino, Idaho (M.S. thesis).- Central Washington University, 125 p, Ellensburg.
(<http://www.serve.com/garden/aaron/thesis-mast.shtml>, 2002)
- 221 Zinck, J.A. 1999: GIS-assisted approaches to modelling soil-induced gully and mass movement hazard.- The Post Conference Proceedings Volume (Net Edition) of Geoinformatics: Beyond 2000 – An International Conference on Geoinformatics for Natural Resource Assessment, Monitoring and Management, Indian Institute of Remote Sensing, Dehradun.
(<http://pages.hotbot.com/edu/geoinformatics/f3.html>, 2001)

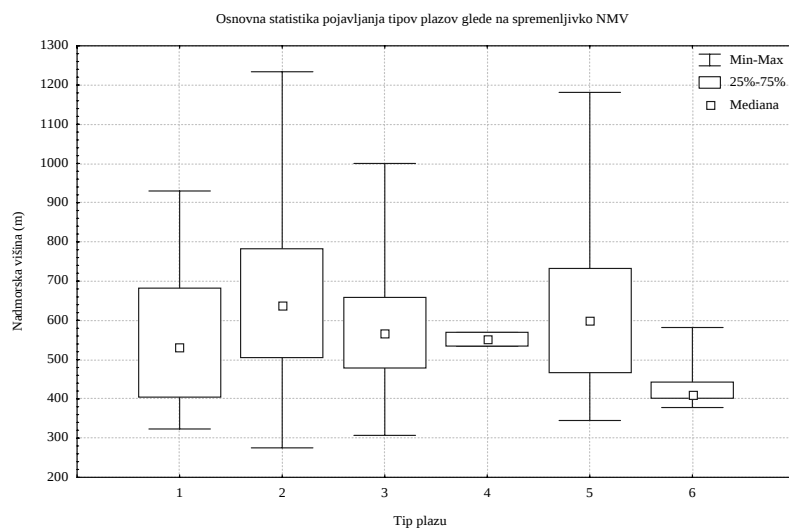
10. Priloge

10.1. Priloga I – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na neodvisne spremenljivke in njihove derivate

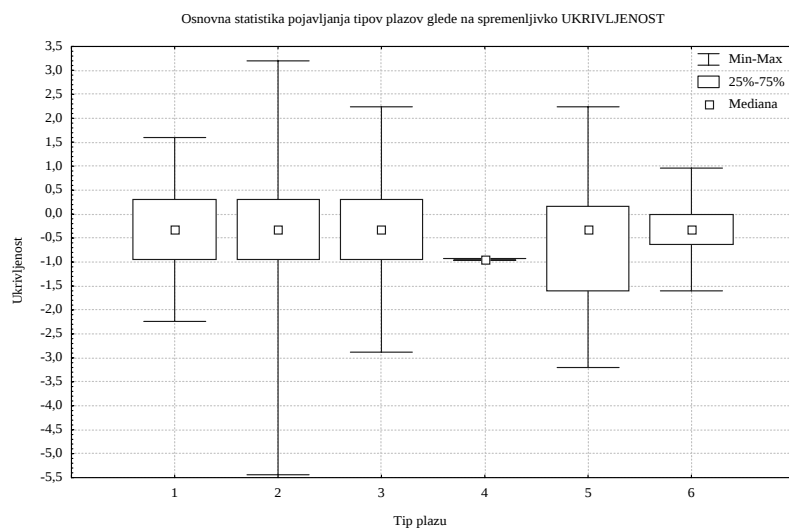
Na naslednjih slikah (Slika 10.1 do Slika 10.10) so prikazane osnovne statistične lastnosti pojavljanja posameznih tipov plazov glede na lastnosti neodvisnih spremenljivk. Prikazane so vrednosti mediane, prvega in tretjega kvartila ter razpon pojavljanja plazov.



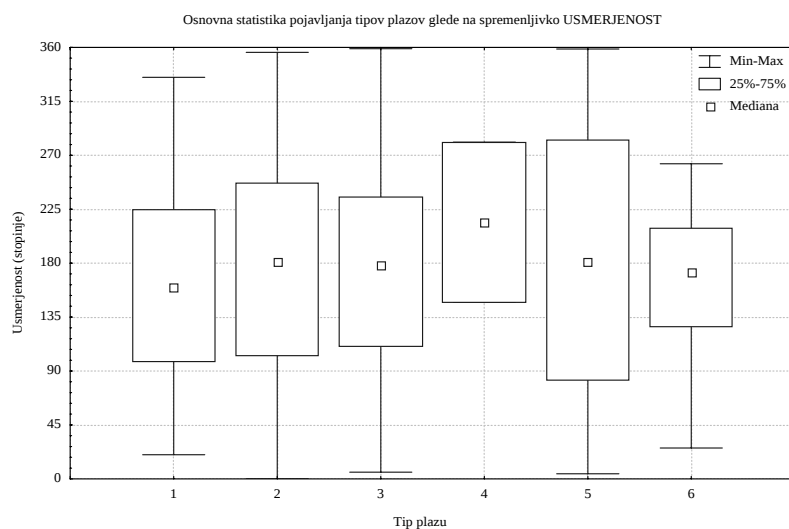
Slika 10.1 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na naklon pobočja.



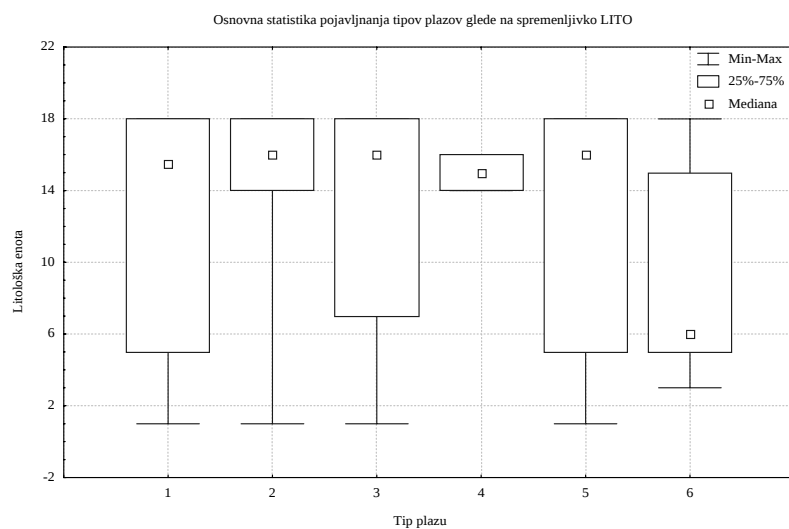
Slika 10.2 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na nadmorsko višino lokacije.



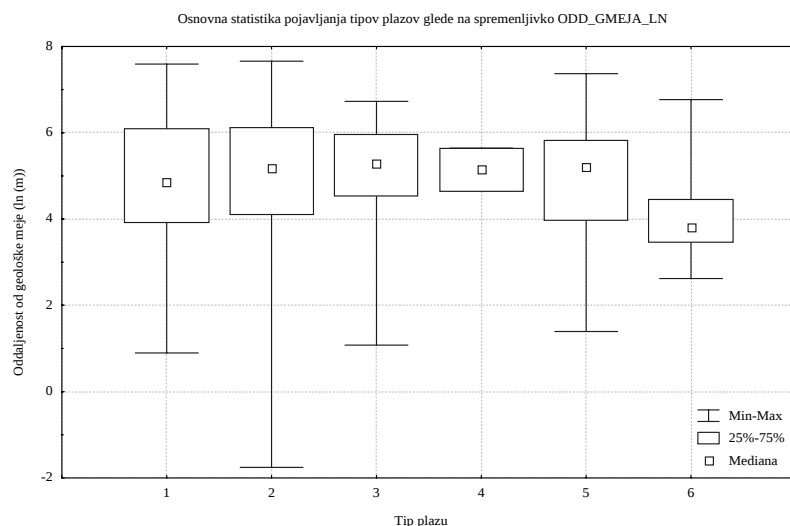
Slika 10.3 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na ukrivljenost pobočja.



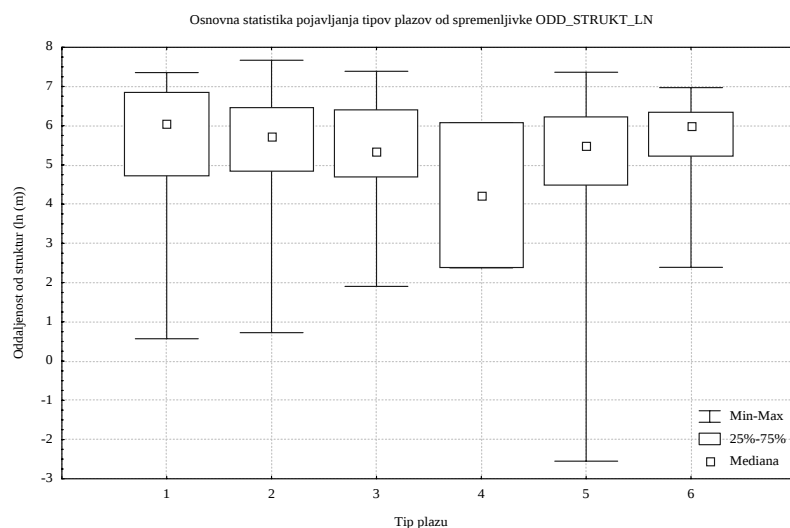
Slika 10.4 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na usmerjenost pobočja.



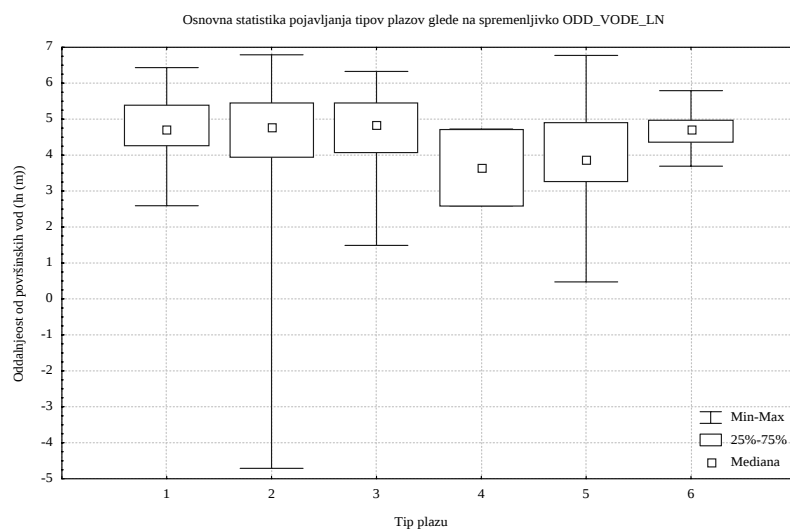
Slika 10.5 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na litološke enote.



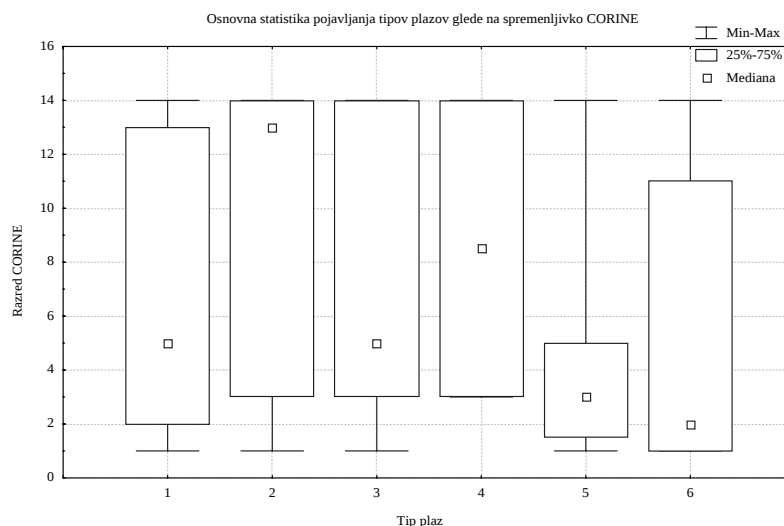
Slika 10.6 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na logaritmirane vrednosti oddaljenosti od geoloških mej.



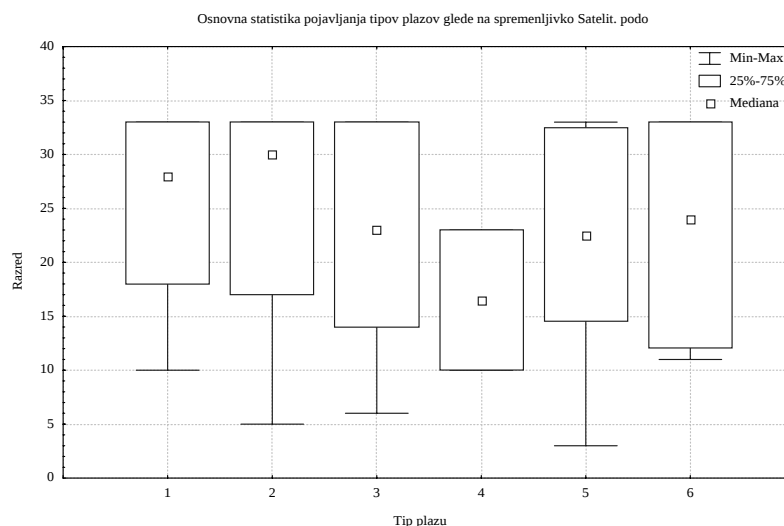
Slika 10.7 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na logaritmirane vrednosti oddaljenosti od strukturnih elementov.



Slika 10.8 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na logaritmirane vrednosti oddaljenosti od površinskih vod.



Slika 10.9 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na razrede nomenklature CORINE.



Slika 10.10 – Osnovna statistika pojavljanja tipov plazov glede na razrede satelitske podobe 345.

V spodnjih preglednicah (Preglednica 10.1 – Preglednica 10.5) so podani statistični opisi derivatov osnovnih spremenljivk, ki so bili uporabljeni pri multivariatnih analizah. Najprej so predstavljene lastnosti vseh plazov skupaj, nato pa lastnosti po posameznih tipih plazov. V preglednicah so podane naslednje lastnosti – srednja vrednost (SV), mediana (Med), najmanjša (Min) in največja vrednost (Max), vrednosti prvega (Q_{25}) in tretjega kvartila (Q_{75}), razpon vrednosti (Razpon), razpon med prvim in tretjim kvartilom ($Q_{75} - Q_{25}$) ter standardni odklon (STD).

Preglednica 10.1 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema vse plazove ($n = 614$).

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q_{25}	Q_{75}	Razpon	$Q_{75} - Q_{25}$	STD
NAKL_MAX	31,50	31,50	6,26	55,57	26,57	36,48	49,31	9,91	7,29

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q ₂₅	Q ₇₅	Razpon	Q ₇₅ - Q ₂₅	STD
NAKL_MEAN	20,18	19,62	2,72	40,30	16,89	23,46	37,58	6,57	5,33
NAKL_STD	5,85	5,60	0,75	14,10	4,40	6,98	13,35	2,58	2,07
UKR_MAX_ABS	3,53	3,52	0,96	6,08	3,00	4,00	5,12	1,00	0,90
UKRIV_MEAN	-0,08	-0,06	-1,39	0,99	-0,15	0,00	2,38	0,15	0,21
UKRIV_STD	1,08	1,01	0,40	2,86	0,88	1,24	2,46	0,36	0,31
USM_MEAN_COS	-0,30	-0,59	-1,00	0,97	-0,81	0,10	1,97	0,91	0,61
GM_MEAN	5,22	5,03	3,22	7,52	4,42	6,02	4,30	1,60	1,00
STR_MEAN	5,57	5,52	3,25	7,63	4,77	6,34	4,38	1,57	0,98
VOD_MEAN	4,97	4,96	3,37	6,91	4,58	5,34	3,54	0,76	0,60
LITO_VAR	2,32	2,00	1,00	8,00	1,00	3,00	7,00	2,00	1,36
LITO_MAJ	14,03	16,00	1,00	18,00	14,00	18,00	17,00	4,00	5,45
LITO_MED	14,21	16,00	1,00	18,00	14,00	18,00	17,00	4,00	5,13
SAT_VAR	23,74	25,00	2,00	32,00	21,00	29,00	30,00	8,00	6,14
SAT_MAJ	23,64	33,00	9,00	33,00	12,00	33,00	24,00	21,00	10,44
SAT_MED	19,02	17,00	9,00	33,00	12,00	23,00	24,00	11,00	7,28

Preglednica 10.2 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema fosilne plazove (n = 68).

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q ₂₅	Q ₇₅	Razpon	Q ₇₅ - Q ₂₅	STD
NAKL_MAX	30,92	31,82	18,27	43,79	27,32	34,85	25,52	7,53	5,71
NAKL_MEAN	18,70	18,56	8,59	27,32	15,79	21,70	18,73	5,91	3,97
NAKL_STD	6,24	5,83	2,56	14,10	4,42	7,70	11,54	3,28	2,50
UKR_MAX_ABS	3,35	3,20	2,00	4,48	3,00	3,68	2,48	0,68	0,57
UKRIV_MEAN	-0,04	-0,04	-0,45	0,80	-0,17	0,03	1,25	0,19	0,21
UKRIV_STD	1,03	0,96	0,69	1,69	0,87	1,15	1,00	0,29	0,23
USM_MEAN_COS	-0,40	-0,63	-1,00	0,78	-0,78	-0,03	1,78	0,75	0,53
GM_MEAN	5,04	4,85	3,30	7,52	4,09	6,01	4,22	1,92	1,04
STR_MEAN	5,78	5,84	3,72	7,27	5,02	6,63	3,55	1,61	0,97
VOD_MEAN	4,94	4,92	4,04	6,25	4,60	5,29	2,21	0,70	0,51
LITO_VAR	2,00	2,00	1,00	6,00	1,00	2,00	5,00	1,00	1,01
LITO_MAJ	13,74	18,00	1,00	18,00	7,00	18,00	17,00	11,00	5,97
LITO_MED	13,65	17,00	1,00	18,00	7,00	18,00	17,00	11,00	5,93
SAT_VAR	23,71	25,00	6,00	31,00	23,00	26,50	25,00	3,50	4,79
SAT_MAJ	25,88	33,00	11,00	33,00	12,00	33,00	22,00	21,00	10,00
SAT_MED	20,07	19,00	11,00	33,00	13,00	24,50	22,00	11,50	7,04

Preglednica 10.3 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema plazove, ki se gibljejo s prekinitvami (n = 413).

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q ₂₅	Q ₇₅	Razpon	Q ₇₅ - Q ₂₅	STD
NAKL_MAX	31,62	31,59	8,10	55,57	26,22	37,03	47,47	10,81	7,45
NAKL_MEAN	20,37	19,64	2,72	40,30	17,07	23,67	37,58	6,60	5,25
NAKL_STD	5,69	5,44	0,75	13,74	4,33	6,76	12,99	2,43	2,00
UKR_MAX_ABS	3,54	3,52	0,96	6,08	3,00	4,16	5,12	1,16	0,92
UKRIV_MEAN	-0,08	-0,05	-0,94	0,99	-0,14	0,00	1,93	0,14	0,19

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q ₂₅	Q ₇₅	Razpon	Q ₇₅ - Q ₂₅	STD
UKRIV_STD	1,06	0,99	0,40	2,86	0,86	1,19	2,46	0,33	0,31
USM_MEAN_COS	-0,29	-0,60	-1,00	0,96	-0,81	0,21	1,96	1,03	0,63
GM_MEAN	5,28	5,05	3,22	7,52	4,44	6,05	4,30	1,61	1,00
STR_MEAN	5,60	5,55	3,25	7,63	4,89	6,34	4,38	1,45	0,96
VOD_MEAN	5,01	5,01	3,40	6,91	4,62	5,36	3,51	0,74	0,62
LITO_VAR	2,38	2,00	1,00	8,00	1,00	3,00	7,00	2,00	1,43
LITO_MAJ	14,33	16,00	1,00	18,00	14,00	18,00	17,00	4,00	5,16
LITO_MED	14,58	16,00	1,00	18,00	14,00	18,00	17,00	4,00	4,71
SAT_VAR	24,02	25,00	2,00	32,00	21,00	29,00	30,00	8,00	6,19
SAT_MAJ	24,26	33,00	9,00	33,00	12,00	33,00	24,00	21,00	10,37
SAT_MED	19,49	18,00	9,00	33,00	13,00	24,00	24,00	11,00	7,41

Preglednica 10.4 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema počasi plazeče se plazove (n = 57).

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q ₂₅	Q ₇₅	Razpon	Q ₇₅ - Q ₂₅	STD
NAKL_MAX	32,66	31,73	17,57	52,34	27,52	38,13	34,77	10,61	7,20
NAKL_MEAN	21,28	21,33	7,73	34,08	16,13	25,58	26,35	9,45	6,08
NAKL_STD	6,47	6,10	2,74	11,52	4,74	7,48	8,78	2,74	2,20
UKR_MAX_ABS	3,63	3,52	1,60	6,08	3,00	4,16	4,48	1,16	0,93
UKRIV_MEAN	-0,12	-0,08	-1,39	0,92	-0,14	-0,02	2,31	0,12	0,29
UKRIV_STD	1,13	1,01	0,73	2,41	0,89	1,32	1,68	0,43	0,33
USM_MEAN_COS	-0,28	-0,52	-1,00	0,97	-0,82	0,14	1,97	0,97	0,64
GM_MEAN	5,08	4,99	3,56	6,68	4,42	5,86	3,12	1,44	0,90
STR_MEAN	5,22	4,87	3,56	7,28	4,49	6,12	3,72	1,63	1,02
VOD_MEAN	4,95	4,88	3,37	6,32	4,61	5,26	2,95	0,65	0,61
LITO_VAR	2,53	2,00	1,00	6,00	1,00	4,00	5,00	3,00	1,49
LITO_MAJ	13,07	16,00	1,00	18,00	7,00	18,00	17,00	11,00	6,01
LITO_MED	13,26	16,00	1,00	18,00	7,00	18,00	17,00	11,00	5,65
SAT_VAR	23,11	25,00	4,00	32,00	18,00	29,00	28,00	11,00	6,64
SAT_MAJ	24,51	33,00	11,00	33,00	12,00	33,00	22,00	21,00	10,39
SAT_MED	20,02	18,00	11,00	33,00	13,00	25,00	22,00	12,00	7,71

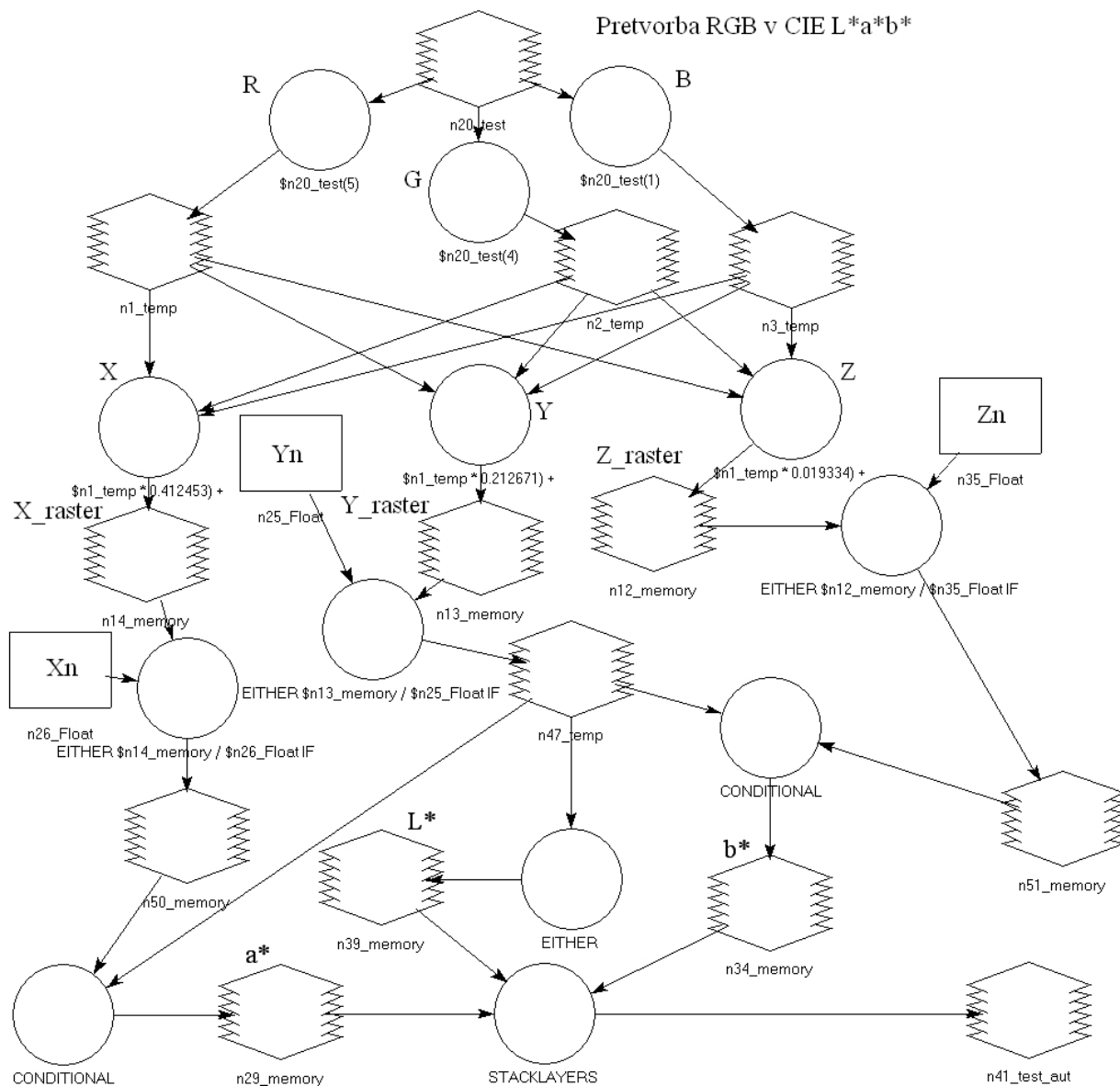
Preglednica 10.5 – Statistične lastnosti 17-ih derivatov osnovnih spremenljivk, uporabljenih v multivariatnih analizah. Vzorec zajema trenutne zdrse (n = 60).

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q ₂₅	Q ₇₅	Razpon	Q ₇₅ - Q ₂₅	STD
NAKL_MAX	30,10	30,58	6,26	45,59	25,76	36,77	39,33	11,01	8,00
NAKL_MEAN	19,82	19,56	2,91	31,85	16,97	23,56	28,94	6,59	5,88
NAKL_STD	5,60	5,63	1,79	9,64	4,58	6,59	7,85	2,01	1,68
UKR_MAX_ABS	3,62	3,84	1,00	6,08	3,00	4,16	5,08	1,16	1,08
UKRIV_MEAN	-0,07	-0,07	-0,37	0,52	-0,15	-0,02	0,89	0,13	0,16
UKRIV_STD	1,21	1,19	0,48	2,09	0,99	1,40	1,61	0,41	0,35
USM_MEAN_COS	-0,20	-0,09	-1,00	0,87	-0,74	0,14	1,87	0,88	0,59
GM_MEAN	5,32	5,27	3,88	7,40	4,48	5,96	3,52	1,48	0,93
STR_MEAN	5,44	5,21	3,89	7,26	4,64	6,24	3,37	1,60	0,97
VOD_MEAN	4,81	4,77	3,68	6,65	4,41	5,14	2,97	0,73	0,55

Spremenljivka	SV	Med	Min	Max	Q ₂₅	Q ₇₅	Razpon	Q ₇₅ - Q ₂₅	STD
LITO_VAR	2,02	2,00	1,00	5,00	1,00	2,00	4,00	1,00	1,13
LITO_MAJ	14,20	18,00	1,00	18,00	14,00	18,00	17,00	4,00	5,82
LITO_MED	14,27	17,00	1,00	18,00	14,00	18,00	17,00	4,00	5,71
SAT_VAR	23,20	25,00	6,00	31,00	20,50	28,50	25,00	8,00	6,23
SAT_MAJ	16,25	12,00	11,00	33,00	12,00	12,00	22,00	0,00	8,41
SAT_MED	14,07	12,00	11,00	32,00	12,00	15,50	21,00	3,50	4,08

10.2. Priloga II – CIELAB

10.2.1. Shema modela pretvorbe RGB v CIE $L^*a^*b^*$.



Slika 10.11 – Shema modela pretvorbe RGB v CIE $L^*a^*b^*$.

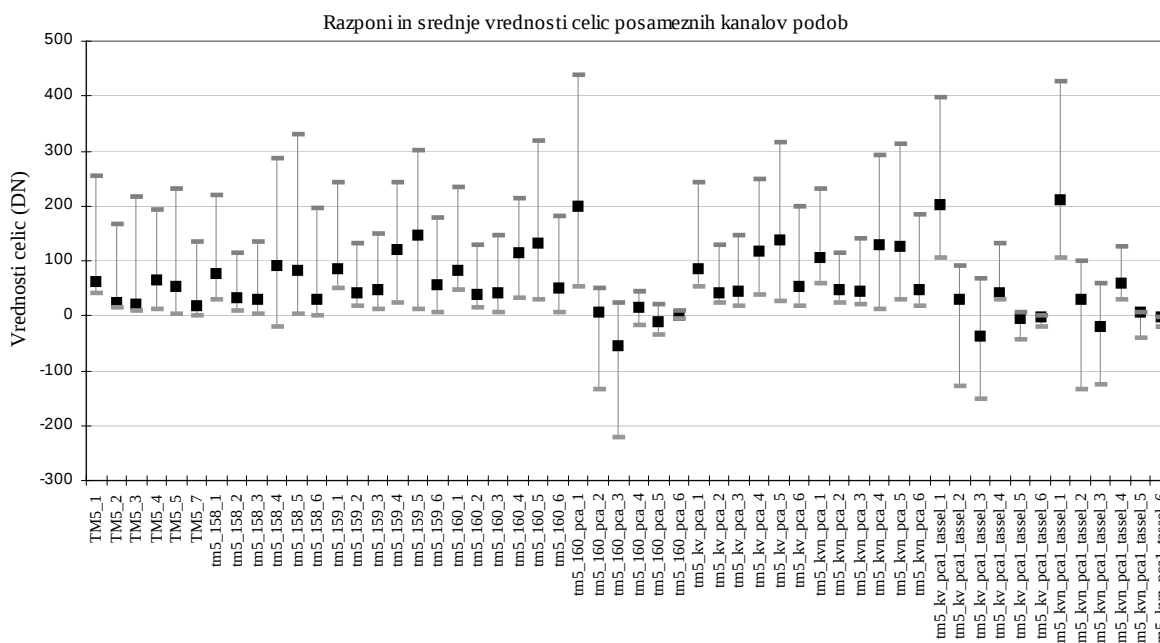
10.3. Priloga III – OIF

Osnovne značilnosti vrednosti celic (DN – ang. digital number) posameznih kanalov uporabljenih podob so prikazane v spodnji preglednici (Preglednica 10.6). Stolpec “DN_{min}” predstavlja najmanjše, stolpec “DN_{max}” predstavlja največje in stolpec “DN_{sr}” srednje vrednosti celic za dani kanal. Stolpec “ δ ” predstavlja vrednosti standardnega odklona. Slika 10.12 prikazuje vrednosti celic v grafični obliki.

Preglednica 10.6 – Osnovne značilnosti vrednosti celic posameznih kanalov uporabljenih podob.

Podoba	Kanal	DN _{min}	DN _{max}	DN _{sr}	δ
TM5	TM1	43	255	61,096	9,832
TM5	TM2	14	168	24,772	5,998
TM5	TM3	10	217	22,394	8,094
TM5	TM4	13	193	65,991	17,516
TM5	TM5	5	231	54,541	23,059
TM5	TM7	2	136	19,083	10,699
TM5_158	1	30	219	77,898	22,304
TM5_158	2	10	114	32,553	11,567
TM5_158	3	5	136	30,61	13,61
TM5_158	4	-19	286	89,926	30,708
TM5_158	5	3	332	81,066	40,195
TM5_158	6	1	197	29,027	17,411
TM5_159	1	50	242	86,732	14,062
TM5_159	2	18	132	42,46	9,479
TM5_159	3	12	150	46,071	12,585
TM5_159	4	25	242	121,612	34,023
TM5_159	5	13	302	145,406	49,547
TM5_159	6	6	180	57,542	20,531
TM5_160	1	48	235	82,764	11,122
TM5_160	2	14	129	39,707	6,987
TM5_160	3	8	146	42,407	9,525
TM5_160	4	32	214	113,251	20,527
TM5_160	5	29	318	131,725	31,036
TM5_160	6	7	183	51,693	14,092
TM5_160_pca	1	52,176	439,58	199,561	39,915
TM5_160_pca	2	-134,54	50,502	5,29	13,177
TM5_160_pca	3	-220,53	23,424	-53,291	8,37
TM5_160_pca	4	-16,824	44,652	16,307	2,544
TM5_160_pca	5	-34,243	21,559	-10,739	1,548
TM5_160_pca	6	-4,0469	10,765	0,848	0,804
TM5_mk_pca	1	54	243	84,624	12,221
TM5_mk_pca	2	23	130	40,998	7,993
TM5_mk_pca	3	19	147	44,12	10,772
TM5_mk_pca	4	38	250	117,167	26,493
TM5_mk_pca	5	28	315	138,131	39,310
TM5_mk_pca	6	17	198	54,437	16,923
TM5_mkn_pca	1	60	231	106,508	17,814
TM5_mkn_pca	2	25	114	46,378	9,642
TM5_mkn_pca	3	20	140	45,306	11,531
TM5_mkn_pca	4	12	293	129,369	30,579
TM5_mkn_pca	5	29	313	125,526	38,034
TM5_mkn_pca	6	18	184	46,452	15,803
TM5_mk_pca1_tassel	1	106	397	202,322	42,899
TM5_mk_pca1_tassel	2	-129	92	28,697	14,714
TM5_mk_pca1_tassel	3	-151	69	-38,011	18,466
TM5_mk_pca1_tassel	4	31	133	42,448	4,48
TM5_mk_pca1_tassel	5	-42	7	-5,178	2,502
TM5_mk_pca1_tassel	6	-20	1	-2,727	1,071

Podoba	Kanal	DN_{min}	DN_{max}	DN_{sr}	δ
TM5_mkn_pca1_tassel	1	105	427	210,439	47,249
TM5_mkn_pca1_tassel	2	-134	100	30,103	15,058
TM5_mkn_pca1_tassel	3	-126	60	-18,445	14,684
TM5_mkn_pca1_tassel	4	31	127	60,505	7,914
TM5_mkn_pca1_tassel	5	-40	6	5,408	2,521
TM5_mkn_pca1_tassel	6	-19	-1	-2,811	1,1



Slika 10.12 – Grafični prikaz vrednosti celic posameznih kanalov uporabljenih podob.

Vrednosti OIF za posamezne podobe, uporabljene pri klasifikaciji so prikazane v spodnjih preglednicah (Preglednica 10.7 – Preglednica 10.15). V prvi vrstici so podana imena podob, kjer stolpec “C” pomeni kombinacijo treh od n -možnih kanalov podobe. Tretji stolpec “ $\Sigma\delta_i$ ” podaja vrednosti vsote spektralnih odklonov, četrti, “ $\Sigma|r_i|$ ”, vsote absolutnih vrednosti korelacijskih koeficientov in zadnji vrednosti OIF, ki predstavlja količnik prejšnjih dveh stolpcev. Vrednosti v tabeli so razvrščene po velikosti, od največje do najmanjše vrednosti OIF. Za 6 (n) kanalov je po enačbi za kombinacije brez ponavljanja ($C_n^r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$) možnih 20 različnih kombinacij po 3 kanale (r).

Preglednica 10.7 – Vrednosti OIF za podobo Landsat TM5, kanali 1-5 in 7.

TM5_17				
#	C	$\Sigma\delta_i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	134	35,44	0,42	84,25
2	147	38,05	0,57	67,33
3	124	33,35	0,50	67,28
4	145	50,41	0,78	65,00
5	135	40,99	0,82	49,75
6	125	38,89	0,82	47,67
7	157	43,59	1,03	42,21
8	137	28,63	0,96	29,79
9	127	26,53	0,93	28,59
10	345	48,67	1,73	28,15

<i>TM5_17</i>				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
11	245	46,57	1,79	26,08
12	457	51,27	2,08	24,71
13	123	23,92	1,08	22,17
14	347	36,31	1,67	21,74
15	247	34,21	1,70	20,10
16	234	31,61	1,72	18,42
17	357	41,85	2,50	16,75
18	257	39,76	2,45	16,24
19	235	37,15	2,40	15,50
20	237	24,79	2,66	9,32

Preglednica 10.8 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (158). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).

<i>TM5_158</i>				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	145	93,21	2,60	35,80
2	345	84,51	2,60	32,55
3	456	88,31	2,72	32,42
4	245	82,47	2,64	31,19
5	156	79,91	2,76	28,90
6	135	76,11	2,75	27,65
7	146	70,42	2,56	27,49
8	125	74,07	2,77	26,69
9	134	66,62	2,57	25,92
10	356	71,22	2,82	25,25
11	124	64,58	2,63	24,59
12	256	69,17	2,82	24,55
13	346	61,73	2,57	23,98
14	235	65,37	2,80	23,39
15	246	59,69	2,61	22,91
16	234	55,89	2,60	21,47
17	136	53,33	2,83	18,84
18	126	51,28	2,84	18,08
19	123	47,48	2,95	16,10
20	236	42,59	2,88	14,81

Preglednica 10.9 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (159). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).

<i>TM5_159</i>				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	145	97,63	2,52	38,79
2	456	104,10	2,79	37,28
3	345	96,16	2,64	36,48
4	245	93,05	2,66	35,01
5	156	84,14	2,69	31,28
6	356	82,66	2,83	29,20
7	256	79,56	2,82	28,24
8	135	76,19	2,70	28,18
9	146	68,62	2,51	27,38
10	125	73,09	2,71	26,97
11	235	71,61	2,80	25,62
12	346	67,14	2,63	25,57
13	246	64,03	2,64	24,27
14	134	60,67	2,52	24,07
15	124	57,56	2,55	22,55
16	234	56,09	2,62	21,44
17	136	47,18	2,79	16,92
18	126	44,07	2,79	15,82

TM5_159				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
19	236	42,60	2,87	14,84
20	123	36,13	2,93	12,31

Preglednica 10.10 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (160). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).

TM5_160				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	145	62,69	1,94	32,28
2	345	61,09	2,13	28,70
3	245	58,55	2,16	27,13
4	456	65,66	2,43	27,06
5	146	45,74	1,91	23,92
6	156	56,25	2,42	23,24
7	134	41,17	1,94	21,27
8	135	51,68	2,43	21,25
9	346	44,14	2,10	21,06
10	356	54,65	2,66	20,57
11	125	49,15	2,44	20,18
12	256	52,12	2,62	19,90
13	246	41,61	2,11	19,70
14	124	38,64	1,99	19,38
15	235	47,55	2,58	18,46
16	234	37,04	2,08	17,80
17	136	34,74	2,63	13,23
18	126	32,20	2,62	12,31
19	236	30,60	2,75	11,12
20	123	27,63	2,89	9,55

Preglednica 10.11 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 in MK-4 (160). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA), nova podoba pa je bila nato analizirana na 6 med seboj neodvisnih komponent z metodo glavnih komponent (PCA).

TM5_160_pca				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	124	55,64	0,00010	569886,38
2	146	43,26	0,00012	350833,99
3	134	50,83	0,00016	316503,18
4	126	53,90	0,00019	278704,69
5	145	44,01	0,00025	173894,28
6	123	61,46	0,00037	165329,59
7	136	49,09	0,00032	152539,81
8	125	54,64	0,00037	146664,41
9	156	42,27	0,00041	103960,13
10	135	49,83	0,00065	76906,96
11	246	16,53	0,00028	58078,56
12	234	24,09	0,00046	52854,72
13	236	22,35	0,00068	32927,31
14	245	17,27	0,00054	31824,62
15	346	11,72	0,00046	25483,12
16	256	15,53	0,00076	20489,02
17	235	23,10	0,00113	20378,52
18	345	12,46	0,00086	14408,29
19	356	10,72	0,00115	9358,73
20	456	4,90	0,00063	7763,68

Preglednica 10.12 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 s prvo komponento podobe MK-4, analizirane z metodo glavnih komponent (PCA). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).

<i>TM5_mk_pca1</i>				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	145	78,02	2,25	34,60
2	345	76,58	2,42	31,69
3	456	82,73	2,65	31,25
4	245	73,80	2,44	30,18
5	156	68,45	2,55	26,80
6	146	55,64	2,24	24,87
7	356	67,01	2,75	24,38
8	135	62,30	2,57	24,26
9	256	64,23	2,73	23,57
10	125	59,52	2,58	23,11
11	346	54,19	2,40	22,61
12	134	49,49	2,25	21,98
13	235	58,08	2,69	21,58
14	246	51,41	2,41	21,31
15	124	46,71	2,30	20,33
16	234	45,26	2,38	19,02
17	136	39,92	2,70	14,76
18	126	37,14	2,70	13,76
19	236	35,69	2,81	12,68
20	123	30,99	2,91	10,64

Preglednica 10.13 – Vrednosti OIF za združeno podobo posnetka Landsat TM5 in prve komponente podobe MK-4, ki je bila analizirana z metodo glavnih komponent in “očiščena” šuma. Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA).

<i>TM5_mk_noise_pca1</i>				
#	C	$\Sigma\delta i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	145	86,43	2,57	33,61
2	345	80,14	2,51	31,96
3	456	84,42	2,67	31,64
4	245	78,26	2,59	30,17
5	156	71,65	2,75	26,05
6	146	64,20	2,50	25,67
7	135	67,38	2,72	24,76
8	134	59,92	2,49	24,09
9	125	65,49	2,76	23,71
10	356	65,37	2,78	23,51
11	346	57,91	2,47	23,43
12	256	63,48	2,79	22,71
13	124	58,04	2,57	22,56
14	246	56,02	2,53	22,13
15	235	59,21	2,76	21,45
16	234	51,75	2,51	20,59
17	136	45,15	2,81	16,08
18	126	43,26	2,82	15,33
19	123	38,99	2,93	13,29
20	236	36,98	2,85	12,95

Preglednica 10.14 – Vrednosti OIF za združeno podobo Landsat TM5 s prvo komponento podobe MK-4, analizirane z metodo glavnih komponent (PCA). Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA), vrednosti pa transformirane z metodo Tassel Cap.

<i>TM5_mk_pca1_tassel</i>				
#	C	$\Sigma\delta_i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	256	18,29	0,25	72,81
2	235	35,68	0,50	71,76
3	125	60,12	0,87	69,05
4	156	46,47	0,83	55,76
5	135	63,87	1,15	55,30
6	145	49,88	0,92	54,06
7	345	25,45	0,47	53,90
8	124	62,09	1,20	51,62
9	126	58,68	1,17	50,32
10	134	65,85	1,44	45,81
11	234	37,66	0,83	45,45
12	123	76,08	1,88	40,57
13	146	48,45	1,30	37,22
14	245	21,70	0,62	35,25
15	356	22,04	0,64	34,64
16	236	34,25	1,05	32,76
17	136	62,44	1,93	32,37
18	246	20,27	0,77	26,37
19	346	24,02	1,10	21,76
20	456	8,05	0,80	10,07

Preglednica 10.15 – Vrednosti OIF za združeno podobo posnetka Landsat TM5 in prve komponente podobe MK-4, ki je bila analizirana z metodo glavnih komponent in “očiščena” šuma. Podobi sta bili združeni po principu združevalne metode glavnih komponent (PCA), vrednosti pa transformirane z metodo Tassel Cap.

<i>TM5_mk_noise_pca1_tassel</i>				
#	C	$\Sigma\delta_i$	$\Sigma r_i $	OIF
1	235	32,26	0,44	73,77
2	256	18,68	0,25	73,33
3	125	64,83	0,95	68,55
4	135	64,45	1,11	58,04
5	156	50,87	0,92	55,25
6	126	63,41	1,18	53,84
7	123	76,99	1,75	43,91
8	124	70,22	1,71	41,04
9	145	57,68	1,41	40,95
10	245	25,49	0,66	38,56
11	136	63,03	1,94	32,49
12	236	30,84	0,96	32,13
13	234	37,66	1,20	31,50
14	134	69,85	2,26	30,94
15	146	56,26	1,94	28,96
16	345	25,12	0,88	28,58
17	246	24,07	0,89	27,11
18	356	18,31	0,69	26,59
19	346	23,70	1,70	13,91
20	456	11,54	0,96	12,05

10.4. Priloga IV – Zloženke

Osnovne značilnosti uporabljenih zloženek so predstavljene v spodnji preglednici (Preglednica 10.16). Za vsako zloženko so podane osnovna podoba, iz katere je bila posamezne zloženka narejena, ime zloženke – podobe, metoda klasifikacije, ki je bila opravljena na njej, uporabljeni kanali, število razredov pri klasifikaciji, razdelitev učnega in kontrolnega niza ter število učnih in kontrolnih plazov.

Preglednica 10.16 – Osnovne značilnosti uporabljenih zloženek.

#	#_Metoda	Osnovna podoba	Posnetek/Podoba	Metoda klasifikacije	Uporabljeni kanali	Št. razredov	Razdelitev plazov	Št. učnih plazov	Št. kontrolnih plazov
39	39_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_134_kvn_pca1_arc_39_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
40	40_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_147_kvn_pca1_arc_40_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-147	1023	časovna	293	321
58	58_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_124_kvn_pca1_arc_58_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
59	59_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_145_kvn_pca1_arc_59_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
60	60_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_135_kvn_pca1_arc_60_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
154	154_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_125_kvn_pca1_arc_154_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
155	155_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_157_kvn_pca1_arc_155_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-157	1023	časovna	293	321
156	156_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_137_kvn_pca1_arc_156_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-137	1023	časovna	293	321
157	157_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_127_kvn_pca1_arc_157_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-127	1023	časovna	293	321
158	158_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_345_kvn_pca1_arc_158_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
159	159_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_245_kvn_pca1_arc_159_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
160	160_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_457_kvn_pca1_arc_160_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-457	1023	časovna	293	321
161	161_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_123_kvn_pca1_arc_161_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
162	162_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_347_kvn_pca1_arc_162_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-347	1023	časovna	293	321
163	163_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_247_kvn_pca1_arc_163_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-247	1023	časovna	293	321
164	164_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_234_kvn_pca1_arc_164_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
165	165_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_357_kvn_pca1_arc_165_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-357	1023	časovna	293	321
166	166_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_257_kvn_pca1_arc_166_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-257	1023	časovna	293	321
167	167_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_235_kvn_pca1_arc_167_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
168	168_LAB_ARC	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_237_kvn_pca1_arc_168_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-237	1023	časovna	293	321
41	41_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_145_tm5b160_arc_41_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
42	42_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_345_tm5b160_arc_42_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
43	43_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_245_tm5b160_arc_43_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
61	61_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_160_tm5b456_arc_61_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
44	44_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_146_tm5b160_arc_44_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
229	229_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_156_tm5b160_arc_229_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
230	230_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_134_tm5b160_arc_230_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
231	231_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_135_tm5b160_arc_231_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
232	232_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_346_tm5b160_arc_232_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
233	233_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_356_tm5b160_arc_233_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
234	234_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_125_tm5b160_arc_234_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
235	235_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_256_tm5b160_arc_235_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
236	236_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_246_tm5b160_arc_236_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
237	237_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_124_tm5b160_arc_237_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
238	238_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_235_tm5b160_arc_238_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
239	239_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_234_tm5b160_arc_239_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
240	240_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_136_tm5b160_arc_240_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
241	241_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_126_tm5b160_arc_241_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
242	242_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_236_tm5b160_arc_242_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
243	243_LAB_ARC	tm5_160_lab	plazt_lab_123_tm5b160_arc_243_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
79	79_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_124_arc_79_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
80	80_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_146_arc_80_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
81	81_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_134_arc_81_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
82	82_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_126_arc_82_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
83	83_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_145_arc_83_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
103	103_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_123_arc_103_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
104	104_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_126_arc_104_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
105	105_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_125_arc_105_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
106	106_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_156_arc_106_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
107	107_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_135_arc_107_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
108	108_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_246_arc_108_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
109	109_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_234_arc_109_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
110	110_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_236_arc_110_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
111	111_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_245_arc_111_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
112	112_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_346_arc_112_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
98	98_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_lab456_arc_98_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321

#	#_Metoda	Osnovna podoba	Posnetek/Podoba	Metoda klasifikacije	Uporabljeni kanali	Št. razredov	Razdelitev plazov	Št.učnih plazov	Št.kontrolnih plazov
99	99_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_lab356_arc_99_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
100	100_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_lab345_arc_100_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
101	101_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_lab235_arc_101_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
102	102_LAB_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_lab256_arc_102_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
45	45_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab145_tm5bkvpca1_arc_45_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
46	46_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab345_tm5bkvpca1_arc_46_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
48	48_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab456_tm5bkvpca1_arc_48_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
47	47_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab245_tm5bkvpca1_arc_47_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
63	63_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab156_tm5bkvpca1_arc_63_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
113	113_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab146_tm5bkvpca1_arc_113_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
114	114_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab135_tm5bkvpca1_arc_114_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
115	115_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab134_tm5bkvpca1_arc_115_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
116	116_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab125_tm5bkvpca1_arc_116_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
117	117_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab356_tm5bkvpca1_arc_117_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
118	118_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab346_tm5bkvpca1_arc_118_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
119	119_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab256_tm5bkvpca1_arc_119_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
120	120_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab124_tm5bkvpca1_arc_120_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
121	121_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab246_tm5bkvpca1_arc_121_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
122	122_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab235_tm5bkvpca1_arc_122_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
123	123_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab234_tm5bkvpca1_arc_123_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
124	124_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab136_tm5bkvpca1_arc_124_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
125	125_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab126_tm5bkvpca1_arc_125_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
126	126_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab123_tm5bkvpca1_arc_126_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
127	127_LAB_ARC	tm5_kvnpca1	plazt_lab236_tm5bkvpca1_arc_127_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
51	51_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab145_tm5b158_arc_51_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
52	52_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab345_tm5b158_arc_52_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
53	53_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab456_tm5b158_arc_53_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
54	54_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab245_tm5b158_arc_54_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
55	55_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab156_tm5b158_arc_55_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
199	199_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab135_tm5b158_arc_199_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
200	200_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab146_tm5b158_arc_200_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
201	201_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab125_tm5b158_arc_201_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
202	202_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab134_tm5b158_arc_202_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
203	203_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab356_tm5b158_arc_203_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
204	204_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab124_tm5b158_arc_204_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
205	205_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab256_tm5b158_arc_205_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
206	206_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab346_tm5b158_arc_206_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
207	207_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab235_tm5b158_arc_207_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
208	208_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab246_tm5b158_arc_208_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
209	209_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab234_tm5b158_arc_209_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
210	210_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab136_tm5b158_arc_210_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
211	211_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab126_tm5b158_arc_211_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
212	212_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab123_tm5b158_arc_212_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
213	213_LAB_ARC	tm5_158_lab	plazt_lab236_tm5b158_arc_213_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
49	49_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab456_tm5b159_arc_49_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
50	50_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab156_tm5b159_arc_50_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
56	56_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab145_tm5b159_arc_56_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
57	57_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab345_tm5b159_arc_57_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
62	62_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab245_tm5b159_arc_62_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
214	214_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab356_tm5b159_arc_214_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
215	215_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab256_tm5b159_arc_215_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
216	216_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab135_tm5b159_arc_216_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
217	217_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab146_tm5b159_arc_217_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
218	218_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab125_tm5b159_arc_218_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
219	219_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab235_tm5b159_arc_219_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
220	220_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab346_tm5b159_arc_220_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
221	221_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab246_tm5b159_arc_221_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
222	222_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab134_tm5b159_arc_222_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
223	223_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab124_tm5b159_arc_223_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
224	224_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab234_tm5b159_arc_224_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
225	225_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab136_tm5b159_arc_225_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
226	226_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab126_tm5b159_arc_226_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
227	227_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab236_tm5b159_arc_227_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
228	228_LAB_ARC	tm5_159_lab	plazt_lab123_tm5b159_arc_228_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
69	69_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab145_arc_69_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
70	70_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab345_arc_70_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
71	71_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab456_arc_71_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
72	72_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab245_arc_72_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
73	73_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab156_arc_73_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
169	169_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab146_arc_169_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
170	170_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab356_arc_170_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
171	171_LAB_ARC	tm5bkvpca1	plazt_tm5_kvnpca1_lab135_arc_171_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321

#	#_Metoda	Osnovna podoba	Posnetek/Podoba	Metoda klasifikacije	Uporabljeni kanali	Št. razredov	Razdelitev plazov	Št. učnih plazov	Št. kontrolnih plazov
172	172_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab256_arc_172_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
173	173_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab125_arc_173_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
174	174_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab346_arc_174_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
175	175_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab134_arc_175_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
176	176_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab235_arc_176_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
177	177_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab246_arc_177_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
178	178_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab124_arc_178_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
179	179_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab234_arc_179_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
180	180_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab136_arc_180_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
181	181_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab126_arc_181_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
182	182_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab236_arc_182_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
183	183_LAB_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_lab123_arc_183_1024	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
84	84_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab84	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
85	85_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab85	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
86	86_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab86	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
87	87_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab87	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
88	88_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab88	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
89	89_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab89	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
90	90_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab90	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
141	141_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_141	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
142	142_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_142	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
143	143_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_143	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
144	144_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_144	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
145	145_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_145	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
146	146_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_146	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
147	147_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_147	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
148	148_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_148	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
149	149_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_149	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
150	150_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_150	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
151	151_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_151	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
152	152_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_152	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
153	153_LAB_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_153	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
91	91_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab91	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
92	92_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab92	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
93	93_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab93	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
94	94_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab94	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
95	95_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab95	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
96	96_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab96	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
97	97_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab97	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
128	128_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab128	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
129	129_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab129	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
130	130_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab130	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
131	131_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab131	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
132	132_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab132	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
133	133_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab133	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
134	134_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab134	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
135	135_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab135	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
136	136_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab136	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
137	137_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab137	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
138	138_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab138	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
139	139_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab139	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
140	140_LAB_ARC	tm5b_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_lab140	L*a*b* Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
39	39_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_134_kv_pca1_arc_39_1024	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
40	40_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_147_kv_pca1_arc_40_1024	Adv_RGB_class	RGB-147	1023	časovna	293	321
58	58_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_124_kv_pca1_arc_58_1024	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
59	59_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_145_kv_pca1_arc_59_1024	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
60	60_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_135_kv_pca1_arc_60_1024	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
154	154_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_125_kv_pca1_arc_154_1024	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
155	155_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_157_kv_pca1_arc_155_1024	Adv_RGB_class	RGB-157	1023	časovna	293	321
156	156_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_137_kv_pca1_arc_156_1024	Adv_RGB_class	RGB-137	1023	časovna	293	321
157	157_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_127_kv_pca1_arc_157_1024	Adv_RGB_class	RGB-127	1023	časovna	293	321
158	158_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_345_kv_pca1_arc_158_1024	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
159	159_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_245_kv_pca1_arc_159_1024	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
160	160_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_457_kv_pca1_arc_160_1024	Adv_RGB_class	RGB-457	1023	časovna	293	321
161	161_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_123_kv_pca1_arc_161_1024	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
162	162_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_347_kv_pca1_arc_162_1024	Adv_RGB_class	RGB-347	1023	časovna	293	321
163	163_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_247_kv_pca1_arc_163_1024	Adv_RGB_class	RGB-247	1023	časovna	293	321
164	164_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_234_kv_pca1_arc_164_1024	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
165	165_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_357_kv_pca1_arc_165_1024	Adv_RGB_class	RGB-357	1023	časovna	293	321
166	166_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_257_kv_pca1_arc_166_1024	Adv_RGB_class	RGB-257	1023	časovna	293	321
167	167_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_235_kv_pca1_arc_167_1024	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
168	168_ARC	tm5_res_merge	plaz_t_237_kv_pca1_arc_168_1024	Adv_RGB_class	RGB-237	1023	časovna	293	321

#	#_Metoda	Osnovna podoba	Posnetek/Podoba	Metoda klasifikacije	Uporabljeni kanali	Št. razredov	Razdelitev plazov	Št.učnih plazov	Št.kontrolnih plazov
41	41_ARC	tm5_160	plazt_145_tm5b160_arc_41_1024	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
42	42_ARC	tm5_160	plazt_345_tm5b160_arc_42_1024	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
43	43_ARC	tm5_160	plazt_245_tm5b160_arc_43_1024	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
61	61_ARC	tm5_160	plazt_456_tm5b160_arc_61_1024	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
44	44_ARC	tm5_160	plazt_146_tm5b160_arc_44_1024	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
229	229_ARC	tm5_160	plazt_156_tm5b160_arc_229_1024	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
230	230_ARC	tm5_160	plazt_134_tm5b160_arc_230_1024	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
231	231_ARC	tm5_160	plazt_135_tm5b160_arc_231_1024	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
232	232_ARC	tm5_160	plazt_346_tm5b160_arc_232_1024	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
233	233_ARC	tm5_160	plazt_356_tm5b160_arc_233_1024	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
234	234_ARC	tm5_160	plazt_125_tm5b160_arc_234_1024	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
235	235_ARC	tm5_160	plazt_256_tm5b160_arc_235_1024	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
236	236_ARC	tm5_160	plazt_246_tm5b160_arc_236_1024	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
237	237_ARC	tm5_160	plazt_124_tm5b160_arc_237_1024	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
238	238_ARC	tm5_160	plazt_235_tm5b160_arc_238_1024	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
239	239_ARC	tm5_160	plazt_234_tm5b160_arc_239_1024	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
240	240_ARC	tm5_160	plazt_136_tm5b160_arc_240_1024	Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
241	241_ARC	tm5_160	plazt_126_tm5b160_arc_241_1024	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
242	242_ARC	tm5_160	plazt_236_tm5b160_arc_242_1024	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
243	243_ARC	tm5_160	plazt_123_tm5b160_arc_243_1024	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
79	79_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_124_arc_79_1024	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
80	80_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_146_arc_80_1024	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
81	81_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_134_arc_81_1024	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
82	82_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_126_arc_82_1024	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
83	83_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_145_arc_83_1024	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
103	103_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_123_arc_103_1024	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
104	104_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_126_arc_104_1024	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
105	105_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_125_arc_105_1024	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
106	106_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_156_arc_106_1024	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
107	107_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_135_arc_107_1024	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
108	108_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_246_arc_108_1024	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
109	109_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_234_arc_109_1024	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
110	110_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_236_arc_110_1024	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
111	111_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_245_arc_111_1024	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
112	112_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_346_arc_112_1024	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
98	98_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_456_arc_98_1024	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
99	99_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_356_arc_99_1024	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
100	100_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_345_arc_100_1024	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
101	101_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_235_arc_101_1024	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
102	102_ARC	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_256_arc_102_1024	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
45	45_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_145_tm5bkvnpc1_arc_45_1024	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
46	46_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_345_tm5bkvnpc1_arc_46_1024	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
48	48_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_456_tm5bkvnpc1_arc_48_1024	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
47	47_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_245_tm5bkvnpc1_arc_47_1024	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
63	63_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_156_tm5bkvnpc1_arc_63_1024	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
113	113_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_146_tm5bkvnpc1_arc_113_1024	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
114	114_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_135_tm5bkvnpc1_arc_114_1024	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
115	115_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_134_tm5bkvnpc1_arc_115_1024	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
116	116_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_125_tm5bkvnpc1_arc_116_1024	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
117	117_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_356_tm5bkvnpc1_arc_117_1024	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
118	118_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_346_tm5bkvnpc1_arc_118_1024	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
119	119_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_256_tm5bkvnpc1_arc_119_1024	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
120	120_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_124_tm5bkvnpc1_arc_120_1024	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
121	121_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_246_tm5bkvnpc1_arc_121_1024	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
122	122_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_235_tm5bkvnpc1_arc_122_1024	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
123	123_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_234_tm5bkvnpc1_arc_123_1024	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
124	124_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_136_tm5bkvnpc1_arc_124_1024	Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
125	125_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_126_tm5bkvnpc1_arc_125_1024	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
126	126_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_123_tm5bkvnpc1_arc_126_1024	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
127	127_ARC	tm5_kvn_pca1	plazt_236_tm5bkvnpc1_arc_127_1024	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
51	51_ARC	tm5_158	plazt_145_tm5b158_arc_51_1024	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
52	52_ARC	tm5_158	plazt_345_tm5b158_arc_52_1024	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
53	53_ARC	tm5_158	plazt_456_tm5b158_arc_53_1024	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
54	54_ARC	tm5_158	plazt_245_tm5b158_arc_54_1024	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
55	55_ARC	tm5_158	plazt_156_tm5b158_arc_55_1024	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
199	199_ARC	tm5_158	plazt_135_tm5b158_arc_199_1024	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
200	200_ARC	tm5_158	plazt_146_tm5b158_arc_200_1024	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
201	201_ARC	tm5_158	plazt_125_tm5b158_arc_201_1024	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
202	202_ARC	tm5_158	plazt_134_tm5b158_arc_202_1024	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
203	203_ARC	tm5_158	plazt_356_tm5b158_arc_203_1024	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
204	204_ARC	tm5_158	plazt_124_tm5b158_arc_204_1024	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
205	205_ARC	tm5_158	plazt_256_tm5b158_arc_205_1024	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321

#	#_Metoda	Osnovna podoba	Posnetek/Podoba	Metoda klasifikacije	Uporabljeni kanali	Št. razredov	Razdelitev plazov	Št.učnih plazov	Št.kontrolnih plazov
206	206_ARC	tm5_158	plazt_346_tm5b158_arc_206_1024	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
207	207_ARC	tm5_158	plazt_235_tm5b158_arc_207_1024	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
208	208_ARC	tm5_158	plazt_246_tm5b158_arc_208_1024	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
209	209_ARC	tm5_158	plazt_234_tm5b158_arc_209_1024	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
210	210_ARC	tm5_158	plazt_136_tm5b158_arc_210_1024	Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
211	211_ARC	tm5_158	plazt_126_tm5b158_arc_211_1024	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
212	212_ARC	tm5_158	plazt_123_tm5b158_arc_212_1024	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
213	213_ARC	tm5_158	plazt_236_tm5b158_arc_213_1024	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
56	56_ARC	tm5_159	plazt_145_tm5b159_arc_56_1024	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
49	49_ARC	tm5_159	plazt_456_tm5b159_arc_49_1024	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
57	57_ARC	tm5_159	plazt_345_tm5b159_arc_57_1024	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
62	62_ARC	tm5_159	plazt_245_tm5b159_arc_62_1024	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
50	50_ARC	tm5_159	plazt_156_tm5b159_arc_50_1024	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
214	214_ARC	tm5_159	plazt_356_tm5b159_arc_214_1024	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
215	215_ARC	tm5_159	plazt_256_tm5b159_arc_215_1024	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
216	216_ARC	tm5_159	plazt_135_tm5b159_arc_216_1024	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
217	217_ARC	tm5_159	plazt_146_tm5b159_arc_217_1024	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
218	218_ARC	tm5_159	plazt_125_tm5b159_arc_218_1024	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
219	219_ARC	tm5_159	plazt_235_tm5b159_arc_219_1024	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
220	220_ARC	tm5_159	plazt_346_tm5b159_arc_220_1024	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
221	221_ARC	tm5_159	plazt_246_tm5b159_arc_221_1024	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
222	222_ARC	tm5_159	plazt_134_tm5b159_arc_222_1024	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
223	223_ARC	tm5_159	plazt_124_tm5b159_arc_223_1024	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
224	224_ARC	tm5_159	plazt_234_tm5b159_arc_224_1024	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
225	225_ARC	tm5_159	plazt_136_tm5b159_arc_225_1024	Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
226	226_ARC	tm5_159	plazt_126_tm5b159_arc_226_1024	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
227	227_ARC	tm5_159	plazt_236_tm5b159_arc_227_1024	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
228	228_ARC	tm5_159	plazt_123_tm5b159_arc_228_1024	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
69	69_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_145_arc_69_1024	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
70	70_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_345_arc_70_1024	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
71	71_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_456_arc_71_1024	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
72	72_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_245_arc_72_1024	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
73	73_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_156_arc_73_1024	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
169	169_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_146_arc_169_1024	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
170	170_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_356_arc_170_1024	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
171	171_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_135_arc_171_1024	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
172	172_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_256_arc_172_1024	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
173	173_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_125_arc_173_1024	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
174	174_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_346_arc_174_1024	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
175	175_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_134_arc_175_1024	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
176	176_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_235_arc_176_1024	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
177	177_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_246_arc_177_1024	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
178	178_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_124_arc_178_1024	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
179	179_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_234_arc_179_1024	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
180	180_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_136_arc_180_1024	Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
181	181_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_126_arc_181_1024	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
182	182_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_236_arc_182_1024	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
183	183_ARC	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_123_arc_183_1024	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
84	84_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_84	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
85	85_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_85	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
86	86_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_86	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
87	87_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_87	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
88	88_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_88	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321
89	89_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_89	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
90	90_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_arc_90	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
141	141_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_345arc_141	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
142	142_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_124arc_142	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
143	143_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_126arc_143	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
144	144_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_134arc_144	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
145	145_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_234arc_145	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
146	146_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_146arc_146	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
147	147_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_245arc_147	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
148	148_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_356arc_148	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
149	149_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_236arc_149	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
150	150_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_136arc_150	Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
151	151_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_246arc_151	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
152	152_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_346arc_152	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
153	153_ARC	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_456arc_153	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
91	91_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_91	Adv_RGB_class	RGB-235	1023	časovna	293	321
92	92_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_92	Adv_RGB_class	RGB-256	1023	časovna	293	321
93	93_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_93	Adv_RGB_class	RGB-125	1023	časovna	293	321
94	94_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_94	Adv_RGB_class	RGB-135	1023	časovna	293	321

#	#_Metoda	Osnovna podoba	Posnetek/Podoba	Metoda klasifikacije	Uporabljeni kanali	Št. razredov	Razdelitev plazov	Št. učnih plazov	Št. kontrolnih plazov
95	95_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_95	Adv_RGB_class	RGB-156	1023	časovna	293	321
96	96_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_96	Adv_RGB_class	RGB-123	1023	časovna	293	321
97	97_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_97	Adv_RGB_class	RGB-145	1023	časovna	293	321
128	128_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_128	Adv_RGB_class	RGB-126	1023	časovna	293	321
129	129_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_129	Adv_RGB_class	RGB-124	1023	časovna	293	321
130	130_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_130	Adv_RGB_class	RGB-245	1023	časovna	293	321
131	131_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_131	Adv_RGB_class	RGB-136	1023	časovna	293	321
132	132_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_132	Adv_RGB_class	RGB-236	1023	časovna	293	321
133	133_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_133	Adv_RGB_class	RGB-234	1023	časovna	293	321
134	134_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_134	Adv_RGB_class	RGB-134	1023	časovna	293	321
135	135_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_135	Adv_RGB_class	RGB-146	1023	časovna	293	321
136	136_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_136	Adv_RGB_class	RGB-345	1023	časovna	293	321
137	137_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_137	Adv_RGB_class	RGB-246	1023	časovna	293	321
138	138_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_138	Adv_RGB_class	RGB-356	1023	časovna	293	321
139	139_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_139	Adv_RGB_class	RGB-346	1023	časovna	293	321
140	140_ARC	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_arc_140	Adv_RGB_class	RGB-456	1023	časovna	293	321
41	41_UN	tm5_160_lab	plaz_lab_145_41_un1024	un	RGB-145	1024	časovna	293	321
42	42_UN	tm5_160_lab	plaz_lab_345_42_un1024	un	RGB-345	1024	časovna	293	321
43	43_UN	tm5_160_lab	plaz_lab_245_43_un1024	un	RGB-245	1024	časovna	293	321
61	61_UN	tm5_160_lab	plaz_lab_456_61_un1024	un	RGB-456	1024	časovna	293	321
44	44_UN	tm5_160_lab	plaz_lab_146_44_un1024	un	RGB-146	1024	časovna	293	321
79	79_UN	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_124_79_un1024	un	RGB-124	1024	časovna	293	321
80	80_UN	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_146_80_un1024	un	RGB-146	1024	časovna	293	321
81	81_UN	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_134_81_un1024	un	RGB-134	1024	časovna	293	321
82	82_UN	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_126_82_un1024	un	RGB-126	1024	časovna	293	321
83	83_UN	tm5_160_pca	plazt_tm5b_160_pca_145_83_un1024	un	RGB-145	1024	časovna	293	321
51	51_UN	tm5_158_lab	plaz_lab_145_51_un1024	un	RGB-145	1024	časovna	293	321
52	52_UN	tm5_158_lab	plaz_lab_345_52_un1024	un	RGB-345	1024	časovna	293	321
53	53_UN	tm5_158_lab	plaz_lab_456_53_un1024	un	RGB-456	1024	časovna	293	321
54	54_UN	tm5_158_lab	plaz_lab_245_54_un1024	un	RGB-245	1024	časovna	293	321
55	55_UN	tm5_158_lab	plaz_lab_156_55_un1024	un	RGB-156	1024	časovna	293	321
56	56_UN	tm5_159_lab	plaz_lab_145_56_un1024	un	RGB-145	1024	časovna	293	321
49	49_UN	tm5_159_lab	plaz_lab_456_49_un1024	un	RGB-456	1024	časovna	293	321
57	57_UN	tm5_159_lab	plaz_lab_345_57_un1024	un	RGB-345	1024	časovna	293	321
62	62_UN	tm5_159_lab	plaz_lab_245_62_un1024	un	RGB-245	1024	časovna	293	321
50	50_UN	tm5_159_lab	plaz_lab_156_50_un1024	un	RGB-156	1024	časovna	293	321
45	45_UN	tm5_kvn_pca1	plaz_lab_145_45_un1024	un	RGB-145	1024	časovna	293	321
46	46_UN	tm5_kvn_pca1	plaz_lab_345_46_un1024	un	RGB-345	1024	časovna	293	321
48	48_UN	tm5_kvn_pca1	plaz_lab_456_48_un1024	un	RGB-456	1024	časovna	293	321
47	47_UN	tm5_kvn_pca1	plaz_lab_245_47_un1024	un	RGB-245	1024	časovna	293	321
63	63_UN	tm5_kvn_pca1	plaz_lab_156_63_un1024	un	RGB-156	1024	časovna	293	321
39	39_UN	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_134_kvnpca1_39un1024	un	RGB-134	1025	časovna	293	321
40	40_UN	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_147_kvnpca1_40un1024	un	RGB-147	1024	časovna	293	321
58	58_UN	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_124_kvnpca1_58un1024	un	RGB-124	1024	časovna	293	321
59	59_UN	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_145_kvnpca1_59un1024	un	RGB-145	1024	časovna	293	321
60	60_UN	tm5_lab_res_merge	plaz_t_lab_135_kvnpca1_60un1024	un	RGB-135	1024	časovna	293	321
69	69_UN	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_145_69_un1024	un	RGB-145	1024	časovna	293	321
70	70_UN	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_345_70_un1024	un	RGB-345	1024	časovna	293	321
71	71_UN	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_456_71_un1024	un	RGB-456	1024	časovna	293	321
72	72_UN	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_245_72_un1024	un	RGB-245	1024	časovna	293	321
73	73_UN	tm5bkv_pca1	plazt_tm5_kvpcal_156_73_un1024	un	RGB-156	1024	časovna	293	321
84	84_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_84_un	un	RGB-256	1023	časovna	293	321
85	85_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_85_un	un	RGB-235	1023	časovna	293	321
86	86_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_86_un	un	RGB-125	1023	časovna	293	321
87	87_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_87_un	un	RGB-156	1023	časovna	293	321
88	88_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_88_un	un	RGB-135	1023	časovna	293	321
89	89_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_89_un	un	RGB-145	1023	časovna	293	321
90	90_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_90_un	un	RGB-123	1023	časovna	293	321
91	91_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_91_un	un	RGB-235	1023	časovna	293	321
92	92_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_92_un	un	RGB-256	1023	časovna	293	321
93	93_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_93_un	un	RGB-125	1023	časovna	293	321
94	94_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_94_un	un	RGB-135	1023	časovna	293	321
95	95_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_95_un	un	RGB-156	1023	časovna	293	321
96	96_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_96_un	un	RGB-123	1023	časovna	293	321
97	97_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5_kvn_pca1_tassel_97_un	un	RGB-145	1023	časovna	293	321
VSI	VSI_UN	tm5_kv_pca1_tassel	plazt_tm5_kv_pca1_tassel_vse_un	un	vsi	1023	časovna	293	321
VSI	VSI_UN	tm5b_kvn_pca1_tassel	plazt_tm5b_kvn_pca1_tassel_vse_un	un	vsi	1024	časovna	293	321
VSI	LOG_VSI	logični kanali	plaz_t_logicni_class_un1024	un	logični k.	1024	časovna	293	321
134567	LOG_134567	logični kanali	plaz_t_log_class134567_un1024	un	logični k.	1024	časovna	293	321
13567	LOG_13567	logični kanali	plaz_t_log_class13567_un1024	un	logični k.	1024	časovna	293	321
3567	LOG_3567	logični kanali	plaz_t_log_class3567_un1024	un	logični k.	1024	časovna	293	321
123	LOG_123	logični kanali	plaz_t_log_class123_un_1024	un	logični k.	1024	časovna	293	321

Priloge – 21

10.5. Priloga V – IUK

Preglednica 10.17 prikazuje vrednosti indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK) za posamezne podobe glede na metodo klasifikacije. Stolpec “Osnovna podoba” podaja ime izhodne podobe, iz katere je bila podoba – zloženska narejena, njeno ime je predstavljeno v stolpcu “Podoba – zloženska”. Vrednosti IUK pri metodi klasifikacije z metodo RGB gruč, podobe, obdelane z $L^*a^*b^*$ modelom, so podane v tretjem stolpcu; “IUK_ARC_LAB”, vrednosti IUK pri metodi klasifikacije z metodo RGB gruč, so za posamezne podobe podane v stolpcu “IUK_ARC” in vrednosti IUK pri metodi nenadzirane klasifikacije so podane v četrtem stolpcu z imenom “IUK_UN”.

Preglednica 10.17 – Vrednosti indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK) za posamezne podobe.

Osnovna podoba	Podoba - zloženska	IUK_ARC_LAB	IUK_ARC	IUK_UN
tm5_lab_res_merge	lab_134_mkn_pca1_arc_39_1024	0,218618295	0,1787774	0,189288392
tm5_lab_res_merge	lab_147_mkn_pca1_arc_40_1024	0,355660607	0,245649972	0,114870558
tm5_lab_res_merge	lab_124_mkn_pca1_arc_58_1024	0,168448345	0,048023429	0,164445386
tm5_lab_res_merge	lab_145_mkn_pca1_arc_59_1024	0,702464135	0,149722524	0,145763502
tm5_lab_res_merge	lab_135_mkn_pca1_arc_60_1024	0,26335145	0,093221794	0,128336197
tm5_lab_res_merge	lab_125_mkn_pca1_arc_154_1024	0,114410681	0,062145689	
tm5_lab_res_merge	lab_157_mkn_pca1_arc_155_1024	0,225062848	0,130789424	
tm5_lab_res_merge	lab_137_mkn_pca1_arc_156_1024	0,212130942	0,075936117	
tm5_lab_res_merge	lab_127_mkn_pca1_arc_157_1024	0,128347742	0,069787204	
tm5_lab_res_merge	lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024	0,882989966	0,16806411	0,15403722
tm5_lab_res_merge	lab_245_mkn_pca1_arc_159_1024	0,857231499	0,17974474	0,144162325
tm5_lab_res_merge	lab_457_mkn_pca1_arc_160_1024	0,092335079	0,069133957	
tm5_lab_res_merge	lab_123_mkn_pca1_arc_161_1024	0,055113278	0,149823639	
tm5_lab_res_merge	lab_347_mkn_pca1_arc_162_1024	0,402784584	0,15856709	
tm5_lab_res_merge	lab_247_mkn_pca1_arc_163_1024	0,6019982	0,153219671	0,191528342
tm5_lab_res_merge	lab_234_mkn_pca1_arc_164_1024	0,450261399	0,080623596	
tm5_lab_res_merge	lab_357_mkn_pca1_arc_165_1024	0,165853127	0,136581349	
tm5_lab_res_merge	lab_257_mkn_pca1_arc_166_1024	0,135063187	0,060260541	
tm5_lab_res_merge	lab_235_mkn_pca1_arc_167_1024	0,311546051	0,121608024	
tm5_lab_res_merge	lab_237_mkn_pca1_arc_168_1024	0,277495349	0,116885736	
tm5_160_lab	lab_145_tm5b160_arc_41_1024	0,585673968	0,315695591	0,263460012
tm5_160_lab	lab_345_tm5b160_arc_42_1024	0,744072888	0,323486339	0,305455308
tm5_160_lab	lab_245_tm5b160_arc_43_1024	0,654982089	0,344453467	0,296423936
tm5_160_lab	lab_160_tm5b160_arc_61_1024	0,051006935	0,237965346	0,312682181
tm5_160_lab	lab_146_tm5b160_arc_44_1024	0,614591028	0,313084644	0,180894751
tm5_160_lab	lab_156_tm5b160_arc_229_1024	0,075994813	0,093500526	
tm5_160_lab	lab_134_tm5b160_arc_230_1024	0,489967593	0,205235204	
tm5_160_lab	lab_135_tm5b160_arc_231_1024	0,318986362	0,100258608	
tm5_160_lab	lab_346_tm5b160_arc_232_1024	0,541077892	0,266005574	0,288284658
tm5_160_lab	lab_356_tm5b160_arc_233_1024	0,116950215	0,077752358	
tm5_160_lab	lab_125_tm5b160_arc_234_1024	0,224546428	0,109817419	
tm5_160_lab	lab_256_tm5b160_arc_235_1024	0,130193685	0,154538547	
tm5_160_lab	lab_246_tm5b160_arc_236_1024	0,39845937	0,361638581	
tm5_160_lab	lab_124_tm5b160_arc_237_1024	0,289698954	0,066789335	
tm5_160_lab	lab_235_tm5b160_arc_238_1024	0,11102361	0,137840572	
tm5_160_lab	lab_234_tm5b160_arc_239_1024	0,307991523	0,078725833	
tm5_160_lab	lab_136_tm5b160_arc_240_1024	0,451935027	0,078537841	
tm5_160_lab	lab_126_tm5b160_arc_241_1024	0,365921226	0,14193179	
tm5_160_lab	lab_236_tm5b160_arc_242_1024	0,081544876	0,158287649	
tm5_160_lab	lab_123_tm5b160_arc_243_1024	0,075218378	0,196142197	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_124_arc_79_1024	0,386604111	0,569465703	0,54772116
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_146_arc_80_1024	0,117644555	0,795367145	0,094295356
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_134_arc_81_1024	0,517095848	0,853101831	0,134236242
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_126_arc_82_1024	0,488905825	0,778455203	0,534034555

Osnovna podoba	Podoba - zloženka	IUK_ARC_LAB	IUK_ARC	IUK_UN
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_145_arc_83_1024	0,105922352	0,696163302	0,138558406
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_123_arc_103_1024	0,525454594	0,663532067	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_126_arc_104_1024	0,537688523	0,770580664	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_125_arc_105_1024	0,53694478	0,664907803	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_156_arc_106_1024	0,081287353	0,733442682	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_135_arc_107_1024	0,506467521	0,740325089	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_246_arc_108_1024	0,112122291	0,696673602	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_234_arc_109_1024	0,207576206	0,565830583	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_236_arc_110_1024	0,079783432	0,692873298	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_245_arc_111_1024	0,125196761	0,546799731	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_346_arc_112_1024	0,134875681	0,634288668	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_lab456_arc_98_1024	0,204438065	0,68744501	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_lab356_arc_99_1024	0,319322452	0,637191393	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_lab345_arc_100_1024	0,241623497	0,59806137	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_lab235_arc_101_1024	0,102605907	0,57277757	
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_lab256_arc_102_1024	0,084966343	0,614404214	
tm5_mkn_pca1	lab145_tm5bmknpc1_arc_45_1024	0,551817326	0,327233115	0,233791052
tm5_mkn_pca1	lab345_tm5bmknpc1_arc_46_1024	0,568663135	0,160129836	0,278247572
tm5_mkn_pca1	lab456_tm5bmknpc1_arc_48_1024	0,294789218	0,104274372	0,425344245
tm5_mkn_pca1	lab245_tm5bmknpc1_arc_47_1024	0,463618749	0,114389531	0,246765282
tm5_mkn_pca1	lab156_tm5bmknpc1_arc_63_1024	0,087941621	0,073613738	0,112887286
tm5_mkn_pca1	lab146_tm5bmknpc1_arc_113_1024	0,411583622	0,143936348	
tm5_mkn_pca1	lab135_tm5bmknpc1_arc_114_1024	0,358335682	0,024720943	
tm5_mkn_pca1	lab134_tm5bmknpc1_arc_115_1024	0,553559937	0,109443765	
tm5_mkn_pca1	lab125_tm5bmknpc1_arc_116_1024	0,218379329	0,061218021	
tm5_mkn_pca1	lab356_tm5bmknpc1_arc_117_1024	0,109451806	0,105689252	
tm5_mkn_pca1	lab346_tm5bmknpc1_arc_118_1024	0,413509539	0,161487715	
tm5_mkn_pca1	lab256_tm5bmknpc1_arc_119_1024	0,054800891	0,068138177	
tm5_mkn_pca1	lab124_tm5bmknpc1_arc_120_1024	0,274938282	0,069540901	
tm5_mkn_pca1	lab246_tm5bmknpc1_arc_121_1024	0,323555652	0,140962745	
tm5_mkn_pca1	lab235_tm5bmknpc1_arc_122_1024	0,107042583	0,065783533	
tm5_mkn_pca1	lab234_tm5bmknpc1_arc_123_1024	0,255449196	0,080859633	
tm5_mkn_pca1	lab136_tm5bmknpc1_arc_124_1024	0,467783192	0,074388435	
tm5_mkn_pca1	lab126_tm5bmknpc1_arc_125_1024	0,359372222	0,083555879	
tm5_mkn_pca1	lab123_tm5bmknpc1_arc_126_1024	0,07352216	0,16911976	
tm5_mkn_pca1	lab236_tm5bmknpc1_arc_127_1024	0,057094202	0,105726492	
tm5_158_lab	lab145_tm5b158_arc_51_1024	0,492914173	0,438667607	0,225362099
tm5_158_lab	lab345_tm5b158_arc_52_1024	0,515792562	0,478474316	0,386730307
tm5_158_lab	lab456_tm5b158_arc_53_1024	0,378113387	0,48396403	0,263031872
tm5_158_lab	lab245_tm5b158_arc_54_1024	0,55837154	0,417268176	0,32166265
tm5_158_lab	lab156_tm5b158_arc_55_1024	0,051438233	0,18218575	0,138942288
tm5_158_lab	lab135_tm5b158_arc_199_1024	0,618396622	0,171796524	0,127805276
tm5_158_lab	lab146_tm5b158_arc_200_1024	0,424708176	0,485229003	0,106451605
tm5_158_lab	lab125_tm5b158_arc_201_1024	0,198792025	0,182658945	
tm5_158_lab	lab134_tm5b158_arc_202_1024	0,663021223	0,160612524	0,176073943
tm5_158_lab	lab356_tm5b158_arc_203_1024	0,065506269	0,20881624	
tm5_158_lab	lab124_tm5b158_arc_204_1024	0,410942974	0,211778823	
tm5_158_lab	lab256_tm5b158_arc_205_1024	0,10554671	0,188984927	
tm5_158_lab	lab346_tm5b158_arc_206_1024	0,36417754	0,260309337	
tm5_158_lab	lab235_tm5b158_arc_207_1024	0,152547262	0,205242197	
tm5_158_lab	lab246_tm5b158_arc_208_1024	0,36587174	0,337882346	
tm5_158_lab	lab234_tm5b158_arc_209_1024	0,227102477	0,202029191	
tm5_158_lab	lab136_tm5b158_arc_210_1024	0,414254163	0,138688816	
tm5_158_lab	lab126_tm5b158_arc_211_1024	0,579386997	0,220919478	0,309198743
tm5_158_lab	lab123_tm5b158_arc_212_1024	0,142515895	0,355328467	
tm5_158_lab	lab236_tm5b158_arc_213_1024	0,095764841	0,250111268	
tm5_159_lab	lab456_tm5b159_arc_49_1024	0,183406348	0,073691653	0,319036643
tm5_159_lab	lab156_tm5b159_arc_50_1024	0,152861258	0,119561666	0,149796979
tm5_159_lab	lab145_tm5b159_arc_56_1024	0,340371342	0,03973657	0,177599069
tm5_159_lab	lab345_tm5b159_arc_57_1024	0,410701037	0,093386341	0,24512371
tm5_159_lab	lab245_tm5b159_arc_62_1024	0,283223928	0,073061815	0,27719545
tm5_159_lab	lab356_tm5b159_arc_214_1024	0,071453194	0,180783099	
tm5_159_lab	lab256_tm5b159_arc_215_1024	0,134368455	0,184740839	
tm5_159_lab	lab135_tm5b159_arc_216_1024	0,11437762	0,138220124	

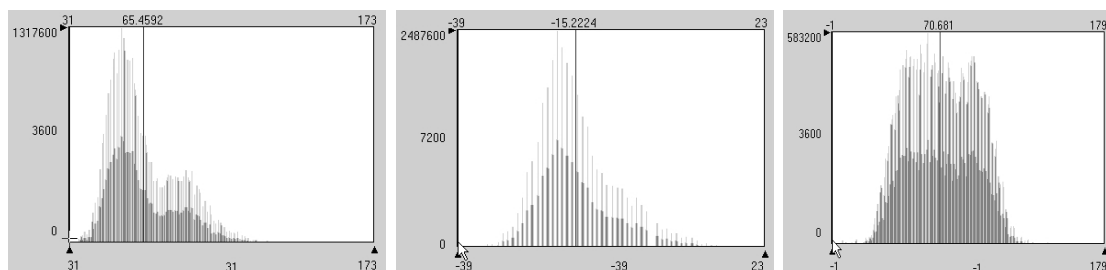
Osnovna podoba	Podoba - zloženka	IUK_ARC_LAB	IUK_ARC	IUK_UN
tm5_159_lab	lab146_tm5b159_arc_217_1024	0,2216492	0,103637323	
tm5_159_lab	lab125_tm5b159_arc_218_1024	0,05306567	0,093436849	
tm5_159_lab	lab235_tm5b159_arc_219_1024	0,060513463	0,18291745	
tm5_159_lab	lab346_tm5b159_arc_220_1024	0,234642604	0,064133992	
tm5_159_lab	lab246_tm5b159_arc_221_1024	0,199656307	0,071197406	
tm5_159_lab	lab134_tm5b159_arc_222_1024	0,346778557	0,052566858	
tm5_159_lab	lab124_tm5b159_arc_223_1024	0,168482955	0,041651897	
tm5_159_lab	lab234_tm5b159_arc_224_1024	0,134227767	0,084884663	
tm5_159_lab	lab136_tm5b159_arc_225_1024	0,379083514	0,092188736	
tm5_159_lab	lab126_tm5b159_arc_226_1024	0,297799308	0,119066663	
tm5_159_lab	lab236_tm5b159_arc_227_1024	0,094308101	0,192290439	
tm5_159_lab	lab123_tm5b159_arc_228_1024	0,184370638	0,263081458	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab145_arc_69_1024	0,393491496	0,149829765	0,189959672
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab345_arc_70_1024	0,470563962	0,1092037	0,285574825
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab456_arc_71_1024	0,309161083	0,10848985	0,478203051
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab245_arc_72_1024	0,397919135	0,159563554	0,237637486
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab156_arc_73_1024	0,078450334	0,077719029	0,115626458
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab146_arc_169_1024	0,28408143	0,229374907	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab356_arc_170_1024	0,022062369	0,137338183	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab135_arc_171_1024	0,210572309	0,080651385	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab256_arc_172_1024	0,072887606	0,073657835	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab125_arc_173_1024	0,101330664	0,08270273	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab346_arc_174_1024	0,402490892	0,132305924	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab134_arc_175_1024	0,386545708	0,181097209	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab235_arc_176_1024	0,090144483	0,118028367	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab246_arc_177_1024	0,257860787	0,186255336	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab124_arc_178_1024	0,287763721	0,076771264	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab234_arc_179_1024	0,229016034	0,056863806	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab136_arc_180_1024	0,435009762	0,086950489	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab126_arc_181_1024	0,238148786	0,106647135	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab236_arc_182_1024	0,054735451	0,142161546	
tm5bmk_pca1	tm5_mkpca1_lab123_arc_183_1024	0,087434542	0,187102276	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_141	0,137895049	0,194786007	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_142	0,280501608	0,353654236	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_143	0,43646401	0,044571734	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_144	0,794120628	0,183913943	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_145	0,619614747	0,420416139	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_146	0,097136074	0,051494385	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_147	0,044433513	0,129475097	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_148	0,103805917	0,091171851	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_149	0,437042665	0,097627855	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_150	0,801092389	0,112969559	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_151	0,137749566	0,04596964	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_152	0,183673395	0,150277317	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_153	0,593121439	0,217688821	
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_lab84	0,087798374	0,059124076	0,561265873
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_lab85	0,309849132	0,382014611	0,208309784
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_lab86	0,09038514	0,376323818	0,095771609
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_lab87	0,059596854	0,053106127	0,207681881
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_lab88	0,134179419	0,169629793	0,110310958
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_lab89	0,142362633	0,146776892	0,134384281
tm5_mk_pca1_tassel	tm5_mk_pca1_tassel_arc_lab90	0,052093287	0,279782388	0,120095094
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab91	0,313659645	0,287942086	0,332834122
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab92	0,094243315	0,037965103	0,361525857
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab93	0,090332283	0,345109966	0,120582068
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab94	0,320442452	0,142582119	0,107898374
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab95	0,072647771	0,046163292	0,247546844
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab96	0,139260262	0,506651578	0,131130402
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab97	0,278394146	0,248481114	0,1115739
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab128	0,496752482	0,085939484	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab129	0,287049841	0,309695827	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab130	0,024817577	0,3885106	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab131	0,744874448	0,097921322	

Osnovna podoba	Podoba - zloženka	IUK_ARC_LAB	IUK_ARC	IUK_UN
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab132	0,484980707	0,094652005	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab133	0,665225504	0,593875541	0,206281202
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab134	0,593501297	0,326127009	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab135	0,072094451	0,056230868	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab136	0,408404814	0,25026114	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab137	0,069865275	0,136351263	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab138	0,103569433	0,137280183	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab139	0,092951457	0,073915316	
tm5b_mkn_pca1_tassel	tm5_mkn_pca1_tassel_arc_lab140	0,500667997	0,059984793	

Tri največje vrednosti indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK) so prikazane v spodnji preglednici (Preglednica 10.18). Največjo uspešnost napovedi plazov je dala podoba *lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024*, obdelana z CIE L*a*b* modelom in nato klasificirana z metodo RGB gruč. Osnovna podoba predstavlja združeni satelitski podobi Landsat-5 TM in prvo glavno komponento (PCA1) podobe s satelita Resurs-F2. Za najbolj primerne so se izkazali kanali 3, 4 in 5, vendar pa te vrednosti celic v teh kanalih niso več originalne, saj so bile pretvorjene pri združevanju in pri obdelavi z modelom CIE L*a*b*. Po uspešnosti napovedi sledita podoba *lab_245_mkn_pca1_arc_159_1024*, dobljena z enakim modelom kot najboljša, le da jo tvorijo kanali 2, 4 in 5 ter podoba *tm5b_160_pca_134_arc_81_1024*, dobljena neposredno z združevanjem podob Landsat-5 TM in podobe zelenega del spektra (mk160) s satelita Resurs-F2.

Preglednica 10.18 – Tri največje vrednosti indeksov uspešnosti klasifikacije (IUK).

Osnovna podoba	Podoba - zloženka	IUK_ARC_LAB	IUK_ARC	IUK_UN	Model
tm5_res_merge	lab_345_mkn_pca1_arc_158_1024	0,882989965	0,1680641	0,15403722	Arc_Lab
tm5_res_merge	lab_245_mkn_pca1_arc_159_1024	0,857231499	0,17974474	0,14416232	Arc_Lab
tm5_160_pca	tm5b_160_pca_134_arc_81_1024	0,517095848	0,85310183	0,13423624	Lab



Slika 10.13 – Histogrami kanalov 3, 4 in 5 podobe *lab_345_mkn_pca1_arc_158*. Na zgornji abscisi so podane najmanjša, srednja in največja vrednost celic podobe 158 znotraj enega kanala.

10.6. Priloga VI – Natančnejši opis razredov klasificirane satelitske podobe 345

Preglednica 10.19 prikazuje število plazov po razredih klasificirane satelitske podobe 345, vrednosti testa χ^2 (“(D-P)²/P”), predznak razlike dejanskega in pričakovanega števila plazov v razredu, ki pove relacijo med razredom in pojavljanjem plazov (“D-P”). V stolpcu “Ocena” je podana ocena možnosti pojavljanja plazov na podlagi vrednosti χ^2 , v zadnjem stolpcu (“Napaka”) pa je naveden tip napake pri klasifikaciji.

Preglednica 10.19 – Natančnejši opis razredov klasificirane satelitske podobe 345.

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
1016	28	43,4229	+	1		687	0	0,3176	-	0,26354	
1019	5	33,0237	+	1		400	0	0,3169	-	0,26354	
562	9	21,2268	+	1		535	0	0,3167	-	0,26354	
885	4	20,7782	+	1		916	0	0,3167	-	0,26354	
980	59	19,7765	+	1		173	0	0,3166	-	0,26354	
905	3	17,2184	+	1		725	0	0,3165	-	0,26354	
143	2	15,4636	+	1	alfa	150	0	0,3162	-	0,26354	
902	32	14,7356	+	1		488	0	0,3156	-	0,26354	
1023	4	14,6616	+	1		298	0	0,3152	-	0,26354	
1011	3	11,5830	+	1		174	0	0,3148	-	0,26354	
320	2	11,2386	+	1		549	0	0,3145	-	0,26354	
876	6	11,1891	+	1		576	0	0,3137	-	0,26354	
1001	3	10,4668	+	1		602	0	0,3136	-	0,26354	
114	2	9,0441	+	1		102	0	0,3135	-	0,26354	
875	26	8,9062	+	1		14	0	0,3123	-	0,26354	
808	2	8,6487	+	1	beta	208	0	0,3122	-	0,26354	
899	2	8,6122	+	1		345	0	0,3118	-	0,26354	
1007	2	8,5244	+	1	alfa	81	0	0,3115	-	0,26354	
920	2	7,4138	+	1	alfa	606	1	0,3108	+	0,26354	alfa
739	3	7,1989	+	1	beta	10	0	0,3098	-	0,26354	
363	6	6,4441	+	1		451	0	0,3094	-	0,26354	
963	2	5,8622	+	1	beta	106	0	0,3091	-	0,26354	
183	2	5,8531	+	1	beta	160	0	0,3090	-	0,26354	
1020	2	5,7921	+	1	beta	771	0	0,3089	-	0,26354	
983	8	5,5947	+	1		517	0	0,3081	-	0,26354	
539	2	5,2864	+	1		538	0	0,3081	-	0,26354	
705	7	5,1243	+	1		607	0	0,3080	-	0,26354	
146	2	5,1138	+	1		112	0	0,3075	-	0,26354	
950	2	4,9562	+	1		583	0	0,3074	-	0,26354	
1022	3	4,8428	+	1		37	0	0,3073	-	0,26354	
252	4	4,7571	+	1		334	0	0,3073	-	0,26354	
981	6	4,6894	+	1		419	0	0,3070	-	0,26354	
429	4	4,3738	+	1		149	0	0,3062	-	0,26354	
260	1	4,1459	+	1	beta	477	0	0,3059	-	0,26354	
569	2	3,9727	+	1	beta	548	0	0,3058	-	0,26354	
958	5	3,9202	+	1		341	0	0,3055	-	0,26354	
727	2	3,8911	+	1		152	0	0,3049	-	0,26354	
1000	2	3,7480	+	1	beta	800	0	0,3049	-	0,26354	
240	2	3,5794	+	1	alfa	408	0	0,3049	-	0,26354	
367	3	3,4606	+	1		69	0	0,3049	-	0,26354	
368	4	3,3979	+	1		59	0	0,3046	-	0,26354	
744	1	3,3754	+	0,97500	beta	142	0	0,3045	-	0,26354	
128	1	3,3734	+	0,97500	beta	20	0	0,3043	-	0,26354	
510	1	3,2752	+	0,97500	alfa	63	0	0,3043	-	0,26354	
664	1	3,2574	+	0,97500	alfa	604	0	0,3038	-	0,26354	
129	1	3,2465	+	0,97500	beta	166	0	0,3036	-	0,26354	
82	2	3,2133	+	0,97500	alfa	1017	1	0,3032	+	0,26354	alfa
887	1	3,1980	+	0,97500	alfa	831	1	0,3027	-	0,26354	alfa
937	27	3,1476	+	0,97500		619	0	0,3025	-	0,26354	
3	0	3,0414	-	0,97500		976	0	0,3022	-	0,26354	
1010	2	3,0380	+	0,97500		729	0	0,3020	-	0,26354	
747	1	3,0191	+	0,95837	beta	238	0	0,3011	-	0,26354	

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
388	1	2,9598	+	0,95837	alfa	380	0	0,3008	-	0,26354	
291	1	2,9073	+	0,95837	alfa	753	1	0,3006	-	0,26354	alfa
1009	2	2,8748	+	0,95837	alfa	531	0	0,3005	-	0,26354	
746	1	2,8315	+	0,95837	alfa	736	0	0,3001	-	0,26354	
910	2	2,8067	+	0,95287	beta	387	0	0,2999	-	0,26354	
788	1	2,7805	+	0,95287	beta	724	0	0,2999	-	0,26354	
616	1	2,7511	+	0,95287	alfa	61	0	0,2995	-	0,26354	
919	7	2,6998	+	0,95287		119	0	0,2994	-	0,26354	
892	1	2,6892	+	0,95287	beta	617	0	0,2986	-	0,26354	
1013	2	2,6832	+	0,95287		426	0	0,2986	-	0,26354	
782	1	2,6811	+	0,95287	beta	775	1	0,2984	+	0,26354	beta
903	2	2,6397	+	0,95287		454	0	0,2983	-	0,26354	
927	7	2,6363	+	0,94657		350	0	0,2983	-	0,26354	
773	1	2,5955	+	0,94657	alfa	462	0	0,2981	-	0,26354	
378	1	2,5808	+	0,94657	beta	228	0	0,2978	-	0,26354	
798	0	2,5402	-	0,94657		829	0	0,2978	-	0,26354	
989	1	2,5080	+	0,94657	beta	486	0	0,2975	-	0,26354	
968	2	2,5052	+	0,94657		317	0	0,2973	-	0,26354	
103	1	2,4834	+	0,93933	alfa	518	0	0,2970	-	0,26354	
977	1	2,4168	+	0,93933	beta	693	0	0,2965	-	0,26354	
439	3	2,3909	+	0,93933		522	0	0,2959	-	0,26354	
190	2	2,3289	+	0,93933		353	0	0,2955	-	0,26354	
1002	2	2,3252	+	0,93933	beta	157	0	0,2953	-	0,26354	
638	1	2,2951	+	0,93933	alfa	609	0	0,2952	-	0,26354	
24	1	2,2924	+	0,93933	beta	221	0	0,2942	-	0,26354	
715	1	2,2808	+	0,93933	alfa	96	0	0,2941	-	0,26354	
272	1	2,2755	+	0,93099	alfa	354	0	0,2934	-	0,26354	
860	1	2,2646	+	0,93099	alfa	68	0	0,2932	-	0,26354	
18	0	2,2525	-	0,93099		777	0	0,2930	-	0,26354	
554	1	2,2194	+	0,93099	alfa	137	1	0,2923	-	0,26354	alfa
95	1	2,1975	+	0,93099	alfa	533	0	0,2921	-	0,26354	
618	1	2,1972	+	0,93099	alfa	778	0	0,2920	-	0,26354	
752	6	2,1528	+	0,93099		575	0	0,2919	-	0,26354	
8	0	2,1492	-	0,92135		818	0	0,2916	-	0,26354	
932	1	2,1221	+	0,92135	beta	830	0	0,2912	-	0,26354	
44	0	2,0605	-	0,92135		669	0	0,2909	-	0,26354	
54	1	2,0546	+	0,92135	alfa	100	0	0,2903	-	0,26354	
719	1	2,0125	+	0,92135	beta	169	0	0,2903	-	0,26354	
766	1	1,9919	+	0,92135	alfa	720	0	0,2902	-	0,26354	
820	1	1,9753	+	0,92135	beta	379	0	0,2899	-	0,26354	
421	1	1,9569	+	0,92135	alfa	327	0	0,2897	-	0,26354	
853	2	1,9446	+	0,92135		405	0	0,2893	-	0,26354	
65	1	1,9408	+	0,91014	alfa	210	0	0,2890	-	0,26354	
810	1	1,9365	+	0,91014	beta	154	0	0,2890	-	0,26354	
397	1	1,9045	+	0,91014	beta	971	0	0,2887	-	0,26354	
735	1	1,8785	+	0,91014	beta	815	0	0,2880	-	0,26354	
737	1	1,8521	+	0,91014	beta	731	0	0,2875	-	0,26354	
58	1	1,7963	+	0,91014	alfa	990	0	0,2873	-	0,26354	
692	1	1,7764	+	0,91014	alfa	244	0	0,2870	-	0,26354	
772	1	1,7540	+	0,91014	beta	726	0	0,2869	-	0,26354	
765	1	1,7514	+	0,91014	alfa	243	0	0,2865	-	0,26354	
954	1	1,7506	+	0,91014	alfa	348	0	0,2860	-	0,26354	
874	3	1,7436	+	0,91014	alfa	668	0	0,2860	-	0,26354	
877	3	1,7087	+	0,91014		311	0	0,2856	-	0,26354	
544	1	1,7059	+	0,89705	alfa	423	0	0,2856	-	0,26354	
620	1	1,6954	+	0,89705	alfa	1018	1	0,2848	+	0,26354	alfa
66	1	1,6915	+	0,89705	beta	508	1	0,2848	+	0,26354	alfa
612	2	1,6763	+	0,89705	beta	413	0	0,2840	-	0,26354	
322	1	1,6476	+	0,89705	beta	118	0	0,2834	-	0,26354	
656	1	1,6150	-	0,89705	alfa	944	0	0,2833	-	0,26354	
263	1	1,5770	+	0,89705	alfa	682	0	0,2827	-	0,26354	
84	0	1,5555	-	0,89705		541	0	0,2824	-	0,26354	
563	0	1,5458	-	0,89705		281	0	0,2823	-	0,26354	
392	1	1,5379	+	0,89705	alfa	312	0	0,2822	-	0,26354	
1005	2	1,5361	+	0,88164		425	0	0,2812	-	0,26354	
996	1	1,5232	+	0,88164	beta	943	0	0,2809	-	0,26354	

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
163	1	1,5223	+	0,88164	alfa	176	0	0,2805	-	0,26354	
38	0	1,5021	-	0,88164		475	0	0,2798	-	0,26354	
302	0	1,4984	-	0,88164		814	0	0,2786	-	0,26354	
371	0	1,4847	-	0,88164		56	0	0,2776	-	0,26354	
813	1	1,4824	+	0,88164	alfa	525	0	0,2776	-	0,26354	
621	7	1,4742	+	0,88164		97	0	0,2775	-	0,26354	
528	1	1,4511	+	0,88164	alfa	493	0	0,2774	-	0,26354	
248	1	1,4199	+	0,88164	alfa	452	0	0,2772	-	0,26354	
866	2	1,4081	+	0,88164	alfa	450	0	0,2768	-	0,26354	
922	0	1,3953	-	0,88164		214	0	0,2761	-	0,26354	
236	1	1,3871	+	0,86334	beta	679	0	0,2756	-	0,26354	
975	1	1,3780	+	0,86334	alfa	945	0	0,2756	-	0,26354	
314	1	1,3547	+	0,86334	alfa	172	0	0,2755	-	0,26354	
369	0	1,3367	-	0,86334		482	0	0,2755	-	0,26354	
706	3	1,3281	+	0,86334	beta	384	0	0,2753	-	0,26354	
827	2	1,3161	+	0,86334	alfa	688	0	0,2752	-	0,26354	
155	1	1,2943	+	0,86334	alfa	235	0	0,2739	-	0,26354	
707	4	1,2930	+	0,86334		179	0	0,2736	-	0,26354	
574	1	1,2725	+	0,86334	alfa	809	0	0,2732	-	0,26354	
909	6	1,2499	+	0,84134		992	0	0,2730	-	0,26354	
79	0	1,2432	-	0,84134		203	0	0,2727	-	0,26354	
509	3	1,2324	+	0,84134		28	0	0,2718	-	0,26354	
88	0	1,2290	-	0,84134		416	0	0,2716	-	0,26354	
158	1	1,2234	+	0,84134	alfa	467	0	0,2714	-	0,26354	
558	1	1,2208	+	0,84134	alfa	287	0	0,2713	-	0,26354	
16	0	1,1981	-	0,84134		120	0	0,2710	-	0,26354	
2	1	1,1918	-	0,84134	alfa	942	0	0,2709	-	0,26354	
690	0	1,1894	-	0,84134		587	0	0,2705	-	0,26354	
134	0	1,1869	-	0,84134		275	0	0,2693	-	0,26354	
346	1	1,1807	+	0,81445	beta	494	0	0,2692	-	0,26354	
987	7	1,1157	+	0,81445		577	0	0,2674	-	0,26354	
466	1	1,1129	+	0,81445	beta	32	0	0,2673	-	0,26354	
254	0	1,1022	-	0,81445		593	0	0,2663	-	0,26354	
622	0	1,0981	-	0,81445		608	0	0,2663	-	0,26354	
46	1	1,0679	+	0,81445	beta	784	0	0,2661	-	0,26354	
970	1	1,0653	+	0,81445	alfa	73	0	0,2655	-	0,26354	
530	1	1,0339	+	0,81445	beta	676	0	0,2652	-	0,26354	
949	2	1,0336	+	0,81445		610	0	0,2649	-	0,26354	
940	1	1,0197	+	0,81445	alfa	594	0	0,2648	-	0,26354	
0	0	1,0079	-	0,81445		673	0	0,2645	-	0,26354	
589	1	1,0028	+	0,81445	alfa	742	0	0,2640	-	0,26354	
567	0	0,9844	-	0,81445		550	0	0,2636	-	0,26354	
536	1	0,9769	+	0,78071	beta	11	0	0,2634	-	0,26354	
701	1	0,9749	-	0,78071	alfa	783	0	0,2632	-	0,26354	
192	1	0,9626	-	0,78071	beta	145	0	0,2630	-	0,26354	
768	1	0,9605	+	0,78071	beta	685	0	0,2629	-	0,26354	
878	3	0,9543	+	0,78071	alfa	471	0	0,2629	-	0,26354	
182	2	0,9346	+	0,78071		74	0	0,2624	-	0,26354	
881	1	0,9041	-	0,78071	alfa	398	0	0,2614	-	0,26354	
994	1	0,8890	+	0,78071	alfa	180	0	0,2609	-	0,26354	
709	1	0,8859	-	0,78071	beta	60	0	0,2601	-	0,26354	
1	1	0,8743	-	0,78071	alfa	427	0	0,2597	-	0,26354	
358	0	0,8560	-	0,78071		555	0	0,2591	-	0,26354	
858	1	0,8470	+	0,78071	alfa	29	0	0,2591	-	0,26354	
26	0	0,8416	-	0,78071		352	0	0,2588	-	0,26354	
812	0	0,8401	-	0,78071		463	0	0,2588	-	0,26354	
873	0	0,8367	-	0,78071		721	0	0,2587	-	0,26354	
304	3	0,8296	+	0,78071		770	0	0,2586	-	0,26354	
959	1	0,8225	+	0,78071	beta	694	0	0,2583	-	0,26354	
30	0	0,8200	-	0,73646		278	0	0,2580	-	0,26354	
41	0	0,8155	-	0,73646		144	0	0,2579	-	0,26354	
504	0	0,8113	-	0,73646		580	0	0,2571	-	0,26354	
212	1	0,8103	+	0,73646	beta	819	0	0,2566	-	0,26354	
366	0	0,8035	-	0,73646		381	0	0,2562	-	0,26354	
1012	1	0,8007	+	0,73646	beta	245	0	0,2556	-	0,26354	
862	0	0,7947	-	0,73646		151	0	0,2554	-	0,26354	

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
848	2	0,7928	+	0,73646	beta	202	0	0,2551	-	0,26354	
564	0	0,7862	-	0,73646		776	0	0,2550	-	0,26354	
526	1	0,7854	+	0,73646	alfa	389	0	0,2546	-	0,26354	
832	1	0,7833	+	0,73646	beta	175	0	0,2544	-	0,26354	
434	0	0,7783	-	0,73646		70	0	0,2534	-	0,26354	
828	1	0,7724	+	0,73646	beta	859	0	0,2530	-	0,26354	
807	0	0,7659	-	0,73646		965	0	0,2512	-	0,26354	
17	0	0,7639	-	0,73646		124	0	0,2511	-	0,26354	
973	0	0,7635	-	0,73646		337	0	0,2511	-	0,26354	
565	0	0,7571	-	0,67264		357	2	0,2510	-	0,26354	alfa
438	0	0,7559	-	0,67264		284	0	0,2506	-	0,26354	
660	0	0,7397	-	0,67264		404	0	0,2506	-	0,26354	
998	0	0,7196	-	0,67264		6	1	0,2504	+	0,26354	alfa
957	0	0,7116	-	0,67264		148	0	0,2504	-	0,26354	
45	0	0,7094	-	0,67264		986	0	0,2502	-	0,26354	
515	0	0,7045	-	0,62409		489	0	0,2499	-	0,26354	
257	2	0,7041	+	0,62409		478	0	0,2499	-	0,26354	
717	1	0,6812	+	0,62409	beta	571	0	0,2499	-	0,26354	
440	2	0,6788	+	0,62409		698	0	0,2497	-	0,26354	
871	0	0,6784	-	0,62409		195	0	0,2496	-	0,26354	
908	0	0,6711	-	0,62409		330	0	0,2496	-	0,26354	
880	0	0,6693	-	0,62409		310	0	0,2475	-	0,26354	
545	1	0,6671	+	0,62409	alfa	923	1	0,2475	+	0,26354	beta
802	0	0,6643	-	0,62409		412	0	0,2471	-	0,26354	
849	2	0,6623	-	0,62409		360	0	0,2466	-	0,26354	
929	1	0,6512	+	0,62409	beta	33	0	0,2465	-	0,26354	
822	0	0,6448	-	0,62409		293	0	0,2463	-	0,26354	
941	2	0,6448	-	0,62409	alfa	743	0	0,2462	-	0,26354	
305	1	0,6439	+	0,50000	alfa	764	0	0,2459	-	0,26354	
758	1	0,6407	+	0,50000	beta	1003	1	0,2459	+	0,26354	alfa
889	0	0,6405	-	0,50000		225	0	0,2456	-	0,26354	
865	0	0,6378	-	0,37592		492	0	0,2453	-	0,26354	
952	0	0,6355	-	0,37592		988	0	0,2452	-	0,26354	
769	0	0,6282	-	0,37592		1008	0	0,2448	-	0,26354	
497	0	0,6282	-	0,37592		613	0	0,2448	-	0,26354	
1014	0	0,6269	-	0,37592		516	0	0,2445	-	0,26354	
191	0	0,6256	-	0,37592		460	0	0,2442	-	0,26354	
935	0	0,6238	-	0,37592		323	0	0,2442	-	0,26354	
984	0	0,6237	-	0,37592		760	0	0,2438	-	0,26354	
15	0	0,6205	-	0,37592		446	0	0,2435	-	0,26354	
130	0	0,6186	-	0,37592		91	0	0,2434	-	0,26354	
861	0	0,6154	-	0,37592		615	0	0,2430	-	0,26354	
695	1	0,6129	+	0,37592	alfa	816	0	0,2429	-	0,26354	
132	0	0,6119	-	0,32736		109	0	0,2422	-	0,26354	
763	0	0,6113	-	0,32736		355	0	0,2421	-	0,26354	
678	0	0,6100	-	0,32736		178	0	0,2420	-	0,26354	
974	1	0,6084	+	0,32736	alfa	511	0	0,2419	-	0,26354	
9	0	0,6031	-	0,32736		547	0	0,2419	-	0,26354	
34	0	0,6005	-	0,32736		232	0	0,2414	-	0,26354	
599	0	0,5973	-	0,32736		456	0	0,2413	-	0,26354	
406	0	0,5942	-	0,32736		662	0	0,2405	-	0,26354	
67	0	0,5914	-	0,32736		598	0	0,2405	-	0,26354	
111	0	0,5863	-	0,32736		53	0	0,2402	-	0,26354	
683	1	0,5857	+	0,32736	beta	269	0	0,2401	-	0,26354	
247	0	0,5848	-	0,32736		863	0	0,2400	-	0,26354	
133	0	0,5847	-	0,32736		805	0	0,2400	-	0,26354	
71	1	0,5845	+	0,32736	beta	285	0	0,2399	-	0,26354	
5	0	0,5801	-	0,32736		207	0	0,2398	-	0,26354	
672	0	0,5800	-	0,32736		361	0	0,2397	-	0,26354	
592	0	0,5792	-	0,32736		519	0	0,2397	-	0,26354	
684	0	0,5773	-	0,32736		204	0	0,2394	-	0,26354	
72	0	0,5710	-	0,32736		277	0	0,2392	-	0,26354	
444	0	0,5707	-	0,32736		512	0	0,2390	-	0,26354	
117	0	0,5706	-	0,32736		123	0	0,2382	-	0,26354	
7	0	0,5705	-	0,32736		670	0	0,2382	-	0,26354	
665	0	0,5689	-	0,32736		821	0	0,2382	-	0,26354	

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
62	0	0,5672	-	0,32736		663	0	0,2380	-	0,26354	
496	0	0,5650	-	0,32736		242	0	0,2377	-	0,26354	
857	0	0,5643	-	0,32736		898	5	0,2376	+	0,26354	
105	0	0,5625	-	0,32736		804	0	0,2376	-	0,26354	
1015	0	0,5613	-	0,32736		432	0	0,2374	-	0,26354	
713	0	0,5603	-	0,32736		667	0	0,2367	-	0,26354	
781	0	0,5593	-	0,32736		864	0	0,2364	-	0,26354	
712	0	0,5590	-	0,32736		249	0	0,2363	-	0,26354	
442	0	0,5581	-	0,32736		633	0	0,2359	-	0,26354	
31	0	0,5577	-	0,32736		218	0	0,2358	-	0,26354	
907	0	0,5572	-	0,32736		697	0	0,2358	-	0,26354	
422	0	0,5545	-	0,32736		36	0	0,2357	-	0,26354	
507	0	0,5540	-	0,32736		855	0	0,2357	-	0,26354	
585	0	0,5522	-	0,32736		279	0	0,2356	-	0,26354	
754	3	0,5484	+	0,32736		396	0	0,2353	-	0,26354	
165	0	0,5422	-	0,32736		290	0	0,2353	-	0,26354	
924	0	0,5401	-	0,32736		250	0	0,2349	-	0,26354	
886	0	0,5385	-	0,32736		344	0	0,2346	-	0,26354	
227	1	0,5381	+	0,32736	alfa	591	0	0,2342	-	0,26354	
171	0	0,5367	-	0,32736		283	0	0,2340	-	0,26354	
206	0	0,5363	-	0,32736		833	0	0,2337	-	0,26354	
689	1	0,5336	+	0,32736	beta	643	0	0,2335	-	0,26354	
35	0	0,5324	-	0,32736		761	0	0,2334	-	0,26354	
27	0	0,5323	-	0,32736		374	0	0,2333	-	0,26354	
762	0	0,5312	-	0,32736		811	0	0,2331	-	0,26354	
573	0	0,5312	-	0,32736		779	0	0,2330	-	0,26354	
962	0	0,5294	-	0,32736		741	0	0,2307	-	0,26354	
390	0	0,5251	-	0,32736		570	0	0,2304	-	0,26354	
894	1	0,5230	+	0,32736	alfa	856	0	0,2287	-	0,26354	
76	0	0,5228	-	0,32736		420	0	0,2278	-	0,26354	
377	0	0,5223	-	0,32736		605	0	0,2275	-	0,26354	
122	0	0,5222	-	0,32736		728	0	0,2274	-	0,26354	
552	1	0,5217	+	0,32736	alfa	789	0	0,2273	-	0,26354	
586	0	0,5210	-	0,32736		946	0	0,2269	-	0,26354	
87	0	0,5173	-	0,32736		92	0	0,2269	-	0,26354	
834	0	0,5148	-	0,32736		115	0	0,2267	-	0,26354	
799	2	0,5142	+	0,32736	alfa	447	0	0,2267	-	0,26354	
979	0	0,5129	-	0,32736		691	0	0,2267	-	0,26354	
57	0	0,5082	-	0,32736		55	0	0,2262	-	0,26354	
722	0	0,5020	-	0,32736		499	0	0,2262	-	0,26354	
745	0	0,5019	-	0,32736		266	0	0,2261	-	0,26354	
99	0	0,4989	-	0,32736		639	0	0,2260	-	0,26354	
666	0	0,4986	-	0,32736		431	0	0,2259	-	0,26354	
455	0	0,4984	-	0,32736		955	0	0,2259	-	0,26354	
696	0	0,4984	-	0,32736		424	0	0,2258	-	0,26354	
872	0	0,4983	-	0,32736		185	0	0,2251	-	0,26354	
901	0	0,4967	-	0,32736		273	0	0,2251	-	0,26354	
928	1	0,4966	+	0,32736	alfa	271	0	0,2248	-	0,26354	
890	0	0,4917	-	0,32736		997	0	0,2243	-	0,26354	
177	0	0,4882	-	0,32736		584	0	0,2243	-	0,26354	
600	0	0,4851	-	0,32736		373	0	0,2238	-	0,26354	
253	0	0,4811	-	0,32736		306	0	0,2237	-	0,26354	
917	0	0,4787	-	0,32736		313	0	0,2230	-	0,26354	
578	0	0,4775	-	0,32736		556	0	0,2228	-	0,26354	
234	0	0,4768	-	0,32736		723	0	0,2219	-	0,26354	
792	0	0,4767	-	0,32736		239	0	0,2215	-	0,26354	
39	0	0,4751	-	0,32736		644	0	0,2214	-	0,26354	
991	0	0,4736	-	0,32736		785	0	0,2214	-	0,26354	
23	0	0,4716	-	0,32736		699	0	0,2205	-	0,26354	
750	1	0,4711	+	0,32736	beta	289	0	0,2202	-	0,26354	
931	0	0,4697	-	0,32736		485	0	0,2199	-	0,26354	
904	0	0,4688	-	0,32736		534	0	0,2197	-	0,26354	
153	0	0,4644	-	0,32736		445	0	0,2194	-	0,21929	
226	0	0,4620	-	0,32736		912	1	0,2193	+	0,21929	alfa
220	0	0,4611	-	0,32736		77	0	0,2188	-	0,21929	
579	0	0,4610	-	0,32736		714	0	0,2186	-	0,21929	

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
80	0	0,4598	-	0,32736		637	0	0,2181	-	0,21929	
86	0	0,4596	-	0,32736		572	0	0,2172	-	0,21929	
308	0	0,4596	-	0,32736		888	0	0,2172	-	0,21929	
677	0	0,4562	-	0,32736		307	0	0,2171	-	0,21929	
303	1	0,4561	+	0,32736	alfa	187	1	0,2171	+	0,21929	alfa
233	0	0,4535	-	0,32736		732	0	0,2170	-	0,21929	
568	3	0,4519	+	0,32736		125	0	0,2163	-	0,21929	
219	0	0,4518	-	0,32736		197	0	0,2160	-	0,21929	
748	1	0,4511	+	0,32736	beta	399	0	0,2155	-	0,21929	
127	0	0,4472	-	0,32736		716	0	0,2151	-	0,21929	
532	0	0,4466	-	0,32736		634	0	0,2150	-	0,21929	
961	0	0,4465	-	0,32736		767	0	0,2150	-	0,21929	
969	0	0,4459	-	0,32736		982	3	0,2140	+	0,21929	
787	0	0,4452	-	0,32736		433	0	0,2134	-	0,21929	
259	0	0,4428	-	0,32736		186	0	0,2127	-	0,21929	
469	0	0,4418	-	0,26354		104	0	0,2122	-	0,21929	
960	0	0,4411	-	0,26354		738	0	0,2120	-	0,21929	
921	0	0,4410	-	0,26354		500	0	0,2118	-	0,21929	
786	0	0,4402	-	0,26354		896	0	0,2118	-	0,21929	
951	0	0,4379	-	0,26354		647	0	0,2114	-	0,21929	
159	1	0,4361	+	0,26354	beta	527	0	0,2112	-	0,21929	
780	0	0,4359	-	0,26354		90	0	0,2112	-	0,21929	
315	0	0,4353	-	0,26354		453	0	0,2110	-	0,21929	
895	0	0,4344	-	0,26354		495	0	0,2110	-	0,21929	
448	0	0,4342	-	0,26354		359	0	0,2109	-	0,21929	
900	0	0,4342	-	0,26354		316	0	0,2108	-	0,21929	
700	0	0,4335	-	0,26354		972	0	0,2107	-	0,21929	
241	0	0,4326	-	0,26354		407	0	0,2105	-	0,21929	
847	0	0,4324	-	0,26354		75	0	0,2101	-	0,21929	
506	3	0,4314	+	0,26354		867	0	0,2100	-	0,21929	
52	0	0,4262	-	0,26354		211	0	0,2100	-	0,21929	
740	0	0,4239	-	0,26354		78	0	0,2087	-	0,21929	
342	0	0,4228	-	0,26354		657	1	0,2080	-	0,21929	alfa
671	0	0,4217	-	0,26354		181	0	0,2073	-	0,21929	
551	0	0,4210	-	0,26354		391	0	0,2071	-	0,21929	
925	0	0,4201	-	0,26354		868	0	0,2070	-	0,21929	
661	0	0,4194	-	0,26354		267	0	0,2070	-	0,21929	
94	0	0,4190	-	0,26354		759	0	0,2063	-	0,21929	
774	0	0,4190	-	0,26354		703	0	0,2061	-	0,21929	
200	0	0,4180	-	0,26354		110	0	0,2056	-	0,21929	
335	0	0,4168	-	0,26354		851	0	0,2050	-	0,21929	
42	0	0,4132	-	0,26354		891	0	0,2043	-	0,21929	
255	2	0,4127	+	0,26354		734	0	0,2040	-	0,21929	
473	0	0,4117	-	0,26354		184	0	0,2038	-	0,21929	
382	0	0,4114	-	0,26354		611	0	0,2034	-	0,21929	
1021	0	0,4112	-	0,26354		540	0	0,2021	-	0,21929	
21	0	0,4110	-	0,26354		642	0	0,2021	-	0,21929	
328	0	0,4091	-	0,26354		648	0	0,2019	-	0,21929	
332	0	0,4079	-	0,26354		628	0	0,2016	-	0,21929	
795	1	0,4062	-	0,26354	alfa	351	0	0,2014	-	0,21929	
402	0	0,4049	-	0,26354		139	0	0,2012	-	0,21929	
51	0	0,4041	-	0,26354		553	0	0,2010	-	0,21929	
465	0	0,4041	-	0,26354		560	0	0,2009	-	0,21929	
213	0	0,4027	-	0,26354		806	0	0,2007	-	0,21929	
394	0	0,4026	-	0,26354		296	0	0,2006	-	0,21929	
98	0	0,4019	-	0,26354		632	0	0,2005	-	0,21929	
936	0	0,4017	-	0,26354		50	0	0,2003	-	0,21929	
796	11	0,4015	+	0,26354		140	0	0,2000	-	0,21929	
349	0	0,4011	-	0,26354		559	0	0,1996	-	0,21929	
401	0	0,4010	-	0,26354		790	0	0,1996	-	0,21929	
4	1	0,4007	-	0,26354	beta	449	0	0,1995	-	0,21929	
995	0	0,3995	-	0,26354		265	0	0,1993	-	0,21929	
339	0	0,3979	-	0,26354		521	0	0,1992	-	0,21929	
372	0	0,3936	-	0,26354		414	1	0,1990	+	0,21929	beta
325	0	0,3920	-	0,26354		375	0	0,1979	-	0,21929	
854	0	0,3913	-	0,26354		428	0	0,1978	-	0,21929	

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
333	0	0,3907	-	0,26354		498	0	0,1975	-	0,21929	
529	0	0,3902	-	0,26354		513	0	0,1972	-	0,21929	
930	0	0,3895	-	0,26354		251	0	0,1966	-	0,21929	
147	0	0,3894	-	0,26354		362	0	0,1963	-	0,21929	
393	0	0,3881	-	0,26354		893	0	0,1961	-	0,21929	
410	0	0,3881	-	0,26354		415	0	0,1931	-	0,21929	
926	0	0,3855	-	0,26354		718	0	0,1925	-	0,21929	
409	0	0,3818	-	0,26354		659	0	0,1919	-	0,21929	
520	0	0,3818	-	0,26354		49	0	0,1916	-	0,21929	
13	0	0,3809	-	0,26354		365	0	0,1915	-	0,21929	
484	0	0,3806	-	0,26354		121	0	0,1909	-	0,21929	
19	0	0,3798	-	0,26354		295	0	0,1907	-	0,21929	
480	0	0,3784	-	0,26354		261	0	0,1904	-	0,21929	
83	0	0,3771	-	0,26354		711	0	0,1901	-	0,21929	
321	0	0,3770	-	0,26354		852	0	0,1900	-	0,21929	
537	0	0,3764	-	0,26354		40	0	0,1899	-	0,21929	
938	0	0,3762	-	0,26354		756	0	0,1899	-	0,21929	
546	0	0,3758	-	0,26354		884	0	0,1891	-	0,21929	
557	0	0,3757	-	0,26354		629	0	0,1882	-	0,21929	
340	0	0,3755	-	0,26354		198	0	0,1877	-	0,21929	
131	0	0,3751	-	0,26354		282	0	0,1868	-	0,21929	
596	0	0,3737	-	0,26354		702	0	0,1868	-	0,21929	
223	0	0,3737	-	0,26354		914	0	0,1863	-	0,21929	
825	0	0,3726	-	0,26354		276	0	0,1857	-	0,21929	
913	0	0,3719	-	0,26354		297	0	0,1851	-	0,21929	
474	0	0,3710	-	0,26354		704	0	0,1848	-	0,21929	
326	0	0,3689	-	0,26354		757	0	0,1845	-	0,21929	
823	0	0,3684	-	0,26354		430	0	0,1844	-	0,21929	
162	0	0,3669	-	0,26354		491	0	0,1844	-	0,21929	
230	0	0,3667	-	0,26354		246	0	0,1840	-	0,21929	
630	0	0,3665	-	0,26354		839	0	0,1839	-	0,21929	
472	0	0,3663	-	0,26354		646	0	0,1834	-	0,21929	
601	0	0,3657	-	0,26354		897	0	0,1834	-	0,21929	
749	0	0,3657	-	0,26354		883	0	0,1830	-	0,21929	
458	0	0,3654	-	0,26354		842	0	0,1825	-	0,21929	
483	0	0,3650	-	0,26354		658	0	0,1824	-	0,21929	
850	1	0,3637	+	0,26354	alfa	651	0	0,1823	-	0,21929	
370	1	0,3633	+	0,26354	beta	918	0	0,1821	-	0,21929	
205	0	0,3631	-	0,26354		280	0	0,1818	-	0,21929	
803	1	0,3625	+	0,26354	alfa	383	0	0,1818	-	0,21929	
476	0	0,3620	-	0,26354		286	0	0,1816	-	0,21929	
582	0	0,3619	-	0,26354		793	0	0,1812	-	0,21929	
588	0	0,3610	-	0,26354		627	0	0,1809	-	0,21929	
464	0	0,3609	-	0,26354		947	0	0,1795	-	0,21929	
141	0	0,3599	-	0,26354		189	1	0,1794	+	0,21929	alfa
523	0	0,3598	-	0,26354		437	0	0,1781	-	0,21929	
953	0	0,3592	-	0,26354		470	0	0,1774	-	0,21929	
222	0	0,3586	-	0,26354		652	0	0,1773	-	0,21929	
543	0	0,3583	-	0,26354		869	0	0,1773	-	0,21929	
161	0	0,3575	-	0,26354		561	0	0,1772	-	0,21929	
386	0	0,3570	-	0,26354		978	0	0,1764	-	0,21929	
309	0	0,3570	-	0,26354		645	0	0,1762	-	0,21929	
229	0	0,3555	-	0,26354		270	0	0,1759	-	0,21929	
481	0	0,3541	-	0,26354		501	0	0,1754	-	0,21929	
468	0	0,3539	-	0,26354		911	0	0,1753	-	0,21929	
216	0	0,3536	-	0,26354		436	0	0,1747	-	0,21929	
542	0	0,3533	-	0,26354		288	0	0,1742	-	0,21929	
733	0	0,3532	-	0,26354		262	0	0,1736	-	0,18555	
107	0	0,3518	-	0,26354		292	0	0,1725	-	0,18555	
156	0	0,3510	-	0,26354		274	0	0,1716	-	0,18555	
376	0	0,3498	-	0,26354		751	0	0,1710	-	0,18555	
385	0	0,3498	-	0,26354		640	0	0,1709	-	0,18555	
168	0	0,3491	-	0,26354		503	0	0,1699	-	0,18555	
595	0	0,3489	-	0,26354		710	0	0,1674	-	0,18555	
164	0	0,3482	-	0,26354		794	0	0,1670	-	0,18555	
418	0	0,3481	-	0,26354		845	0	0,1653	-	0,18555	

Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka	Razred	Št. plazov	(D-P) ² /P	D-P	Ocena	Napaka
331	0	0,3480	-	0,26354		635	0	0,1650	-	0,18555	
1006	0	0,3475	-	0,26354		649	0	0,1646	-	0,18555	
167	0	0,3473	-	0,26354		625	0	0,1643	-	0,18555	
188	0	0,3465	-	0,26354		836	0	0,1633	-	0,18555	
524	0	0,3465	-	0,26354		843	0	0,1630	-	0,18555	
116	0	0,3463	-	0,26354		300	0	0,1624	-	0,18555	
336	0	0,3449	-	0,26354		838	0	0,1622	-	0,18555	
338	0	0,3440	-	0,26354		840	0	0,1622	-	0,18555	
25	0	0,3438	-	0,26354		138	0	0,1616	-	0,18555	
490	0	0,3438	-	0,26354		841	0	0,1584	-	0,18555	
347	0	0,3437	-	0,26354		626	0	0,1561	-	0,18555	
318	0	0,3435	-	0,26354		268	0	0,1554	-	0,18555	
826	0	0,3430	-	0,26354		956	0	0,1545	-	0,18555	
356	0	0,3428	-	0,26354		264	0	0,1532	-	0,18555	
603	0	0,3424	-	0,26354		299	0	0,1520	-	0,18555	
93	0	0,3422	-	0,26354		846	0	0,1516	-	0,18555	
403	0	0,3419	-	0,26354		650	0	0,1514	-	0,18555	
755	0	0,3415	-	0,26354		636	0	0,1512	-	0,18555	
581	0	0,3412	-	0,26354		835	0	0,1500	-	0,18555	
215	0	0,3403	-	0,26354		294	0	0,1498	-	0,18555	
48	0	0,3399	-	0,26354		258	0	0,1475	-	0,18555	
614	0	0,3395	-	0,26354		837	0	0,1469	-	0,18555	
224	0	0,3395	-	0,26354		301	0	0,1455	-	0,18555	
441	1	0,3385	+	0,26354	beta	844	0	0,1451	-	0,18555	
680	0	0,3379	-	0,26354		624	0	0,1450	-	0,18555	
934	0	0,3374	-	0,26354		631	0	0,1438	-	0,18555	
101	0	0,3365	-	0,26354		653	0	0,1435	-	0,18555	
237	0	0,3354	-	0,26354		655	0	0,1434	-	0,18555	
487	0	0,3354	-	0,26354		654	0	0,1429	-	0,15866	
479	0	0,3346	-	0,26354		641	0	0,1428	-	0,15866	
89	0	0,3342	-	0,26354		948	0	0,1408	-	0,15866	
395	0	0,3341	-	0,26354		708	1	0,1352	-	0,15866	beta
681	0	0,3340	-	0,26354		915	1	0,1275	+	0,15866	alfa
417	0	0,3334	-	0,26354		870	9	0,1148	+	0,15866	
461	0	0,3331	-	0,26354		993	1	0,1053	+	0,15866	beta
329	0	0,3330	-	0,26354		967	1	0,1038	+	0,15866	beta
196	0	0,3323	-	0,26354		364	1	0,0990	+	0,15866	beta
411	0	0,3323	-	0,26354		966	1	0,0929	+	0,15866	alfa
343	0	0,3320	-	0,26354		135	1	0,0916	+	0,15866	alfa
170	0	0,3316	-	0,26354		22	1	0,0841	+	0,15866	alfa
964	0	0,3314	-	0,26354		1004	1	0,0719	-	0,15866	alfa
113	0	0,3309	-	0,26354		882	2	0,0711	-	0,15866	beta
514	0	0,3309	-	0,26354		193	1	0,0700	-	0,13666	alfa
324	0	0,3302	-	0,26354		797	1	0,0669	-	0,13666	beta
674	0	0,3302	-	0,26354		85	1	0,0662	+	0,13666	alfa
319	0	0,3290	-	0,26354		443	1	0,0620	-	0,13666	beta
217	0	0,3283	-	0,26354		999	1	0,0510	-	0,13666	beta
801	0	0,3279	-	0,26354		43	1	0,0493	+	0,13666	alfa
108	0	0,3275	-	0,26354		199	1	0,0396	-	0,13666	beta
597	0	0,3272	-	0,26354		623	1	0,0383	-	0,11836	alfa
12	0	0,3270	-	0,26354		194	1	0,0370	-	0,11836	beta
824	0	0,3268	-	0,26354		566	1	0,0370	+	0,11836	alfa
933	0	0,3263	-	0,26354		136	1	0,0317	-	0,11836	beta
675	0	0,3259	-	0,26354		879	1	0,0315	-	0,10295	alfa
590	0	0,3258	-	0,26354		791	1	0,0269	+	0,10295	alfa
231	0	0,3257	-	0,26354		502	2	0,0252	+	0,10295	alfa
459	0	0,3255	-	0,26354		47	1	0,0233	-	0,10295	alfa
209	0	0,3252	-	0,26354		939	4	0,0216	+	0,10295	
201	0	0,3250	-	0,26354		256	1	0,0184	+	0,08986	alfa
686	0	0,3233	-	0,26354		817	1	0,0152	+	0,06901	beta
457	0	0,3230	-	0,26354		985	3	0,0100	+	0,06901	beta
730	0	0,3216	-	0,26354		126	1	0,0085	-	0,06067	alfa
906	0	0,3191	-	0,26354		505	2	0,0061	-	0,05343	
64	0	0,3178	-	0,26354		435	3	0,0009	+	0,03682	

10.7. Priloga VII – Rezultati večkratne regresijske analize

V naslednjih preglednicah (Preglednica 10.20 – Preglednica 10.49) in slikah (Slika 10.14 – Slika 10.28) so podani rezultati večkratne regresijske analize podatkov učnega niza za vse plazove skupaj in za posamezne tipe plazov. Odvisna spremenljivka je v vseh primerih logaritmirana vrednost verjetnosti pojavljanja plazov. Kot signifikativne spremenljivke so bile izbrane tudi tiste, katerih stopnja tveganja (p) je bila pod 0,05 oz. tik nad njo. Te so bile izbrane kot vhodni podatki pri izdelavi napovedovalnega modela.

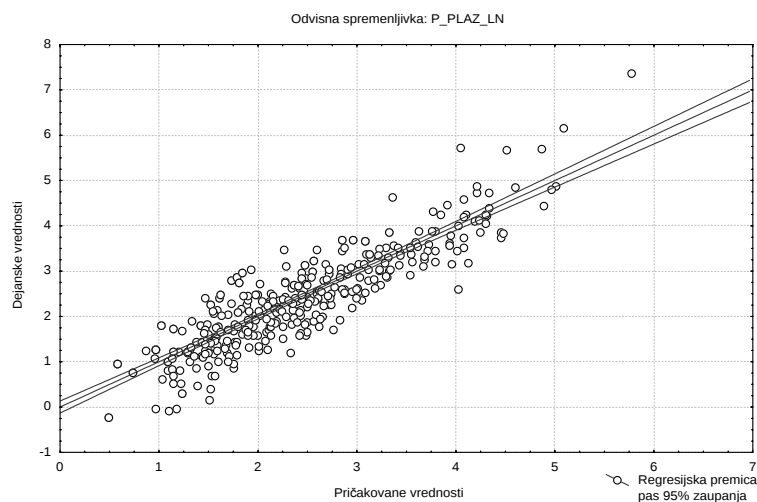
10.7.1. Vsi plazovi

Preglednica 10.20 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza vseh plazov ($n = 378$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,88598924; R ² = 0,78497693; Prilagojen R² = 0,77530658						
F(17,378) = 81,174; $p < 0,0000$; Std. napaka ocene: 0,51610						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t_{378}	p
Presečišče			6,875562	0,409738	16,7804	0
NAKL_MAX	-0,15608	0,076574	-0,02297	0,011271	-2,03829	0,042216
NAKL_MEAN	0,021082	0,056629	0,00428	0,011496	0,372277	0,709895
NAKL_STD	0,06607	0,043009	0,034869	0,022699	1,536189	0,125329
UKR_MAX_ABS	-0,14942	0,037323	-0,17552	0,043843	-4,00336	0,0001
UKRIV_MEAN	-0,02972	0,028019	-0,15724	0,148267	-1,06054	0,289576
KONV_KONK	0,021994	0,025394	0,026343	0,030415	0,866104	0,386983
UKRIV_STD	0,151534	0,041753	0,531059	0,146325	3,629318	0,000323
USM_MEAN_COS	0,009424	0,026841	0,016773	0,047772	0,351114	0,725698
GM_MEAN	-0,0537	0,031419	-0,05765	0,033727	-1,70929	0,088218
STR_MEAN	-0,02438	0,026187	-0,02659	0,028562	-0,93108	0,352408
VOD_MEAN	-0,05938	0,031633	-0,10854	0,057826	-1,877	0,061288
LITO_VAR	-0,00938	0,038271	-0,00712	0,029038	-0,24518	0,806452
LITO_MAJ	0,165046	0,08447	0,031722	0,016235	1,95389	0,051451
LITO_MED	-0,09029	0,085153	-0,01854	0,017485	-1,06031	0,289681
SAT_VAR	-0,70723	0,035844	-0,12652	0,006413	-19,7309	0
SAT_MAJ	0,063618	0,037404	0,00667	0,003921	1,700835	0,089796
SAT_MED	-0,13401	0,039378	-0,02011	0,005909	-3,40305	0,000738

Preglednica 10.21 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza vseh plazov.

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	367,5582	17	21,62107	81,17358	0
Ostanek	100,6826	378	0,266356		
Skupaj	468,2408				



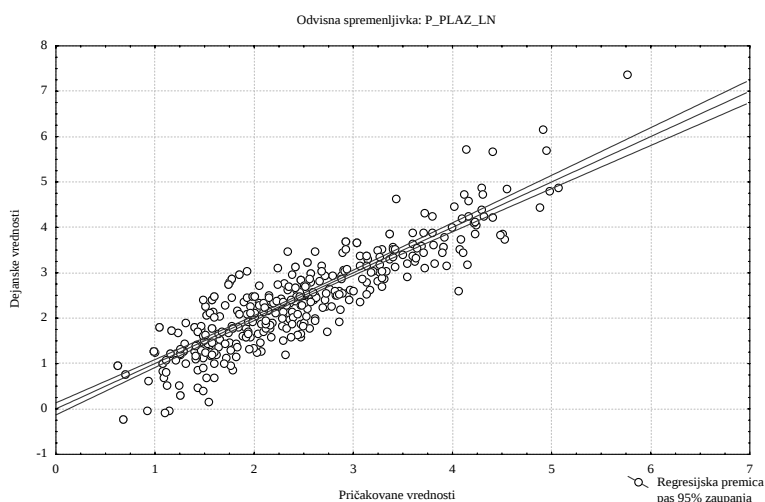
Slika 10.14 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza vseh plazov.

Preglednica 10.22 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov ($n = 385$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,88479109; $R^2 = 0,78285528$; Prilagojen $R^2 = 0,77721515$						
F(10,385) = 138,80; $p < 0,0000$; Std. napaka ocene: 0,51390						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka		
Presečišče			6,844056	0,347885	19,67331	0
SAT_VAR	-0,71284	0,03475	-0,12753	0,006217	-20,5131	0
VOD_MEAN	-0,07478	0,028277	-0,1367	0,05169	-2,64462	0,008513
SAT_MED	-0,13932	0,038351	-0,02091	0,005755	-3,63277	0,000318
UKR_MAX_ABS	-0,15632	0,035779	-0,18363	0,04203	-4,36911	0,00001
UKRIV_STD	0,15751	0,035071	0,552003	0,122909	4,491138	0,00001
NAKL_MAX	-0,13815	0,045988	-0,02033	0,006769	-3,00397	0,002839
SAT_MAJ	0,066725	0,036138	0,006995	0,003789	1,846391	0,065603
LITO_MAJ	0,078598	0,02664	0,015107	0,00512	2,950422	0,003367
NAKL_STD	0,072291	0,037397	0,038153	0,019737	1,933051	0,053963
GM_MEAN	-0,05114	0,026713	-0,0549	0,028675	-1,91443	0,056306

Preglednica 10.23 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov.

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	366,5648	10	36,65648	138,8011	0
Ostanek	101,676	385	0,264094		
Skupaj	468,2408				



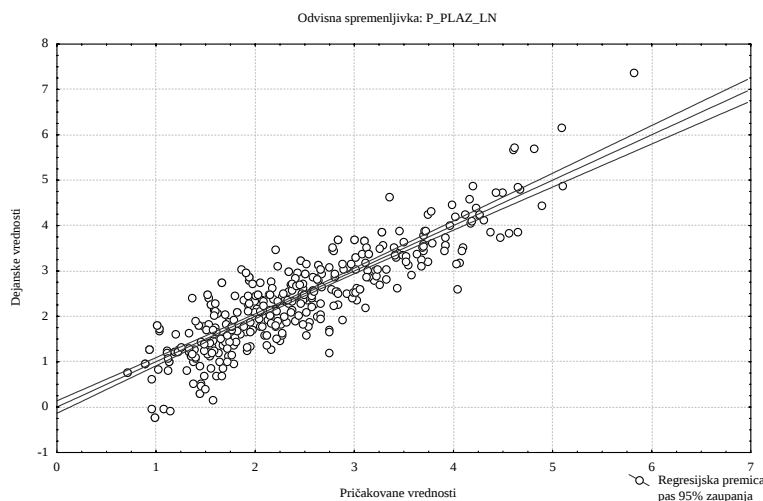
Slika 10.15 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza vseh plazov po metodi vključevanja značilnih regresorjev.

Preglednica 10.24 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov ($n = 390$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,87743358; $R^2 = 0,76988968$; Prilagojen $R^2 = 0,76693955$						
F(5,390) = 260,97; $p < 0,0000$; Std. napaka ocene: 0,52562						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t_{390}	p
Presečišče			7,066082	0,33005	21,41	0
UKR_MAX_ABS	-0,19661	0,033355	-0,23096	0,039182	-5,9	0
UKRIV_STD	0,121535	0,033286	0,425927	0,116655	3,6	0,0003
VOD_MEAN	-0,10545	0,027366	-0,19276	0,050024	-3,9	0,0001
SAT_VAR	-0,73738	0,033398	-0,13192	0,005975	-22,1	0
SAT_MED	-0,09193	0,027576	-0,0138	0,004138	-3,3	0,001

Preglednica 10.25 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza vseh plazov.

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	360,4938	5	72,09875	260,9679	0
Ostanek	107,747	390	0,276274		
Skupaj	468,2408				



Slika 10.16 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza vseh plazov po metodi izključevanja značilnih regresorjev.

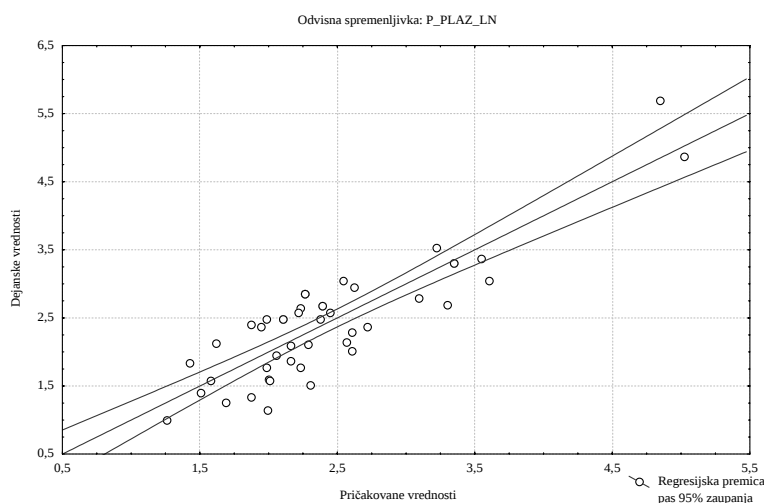
10.7.2. Fosilni plazovi (tip plaz 1)

Preglednica 10.26 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1) ($n = 28$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,87217819; $R^2 = 0,76069480$; Prilagojen $R^2 = 0,61540235$						
F(17,28) = 5,2356; $p < 0,00006$; Std. napaka ocene: 0,54685						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t_{28}	p
Presečišče			5,6542	1,675397	3,374842	0,002179
NAKL_MAX	0,14179	0,265847	0,022471	0,042131	0,53335	0,598
NAKL_MEAN	-0,08149	0,235635	-0,02026	0,05857	-0,34584	0,732047
NAKL_STD	-0,00724	0,217642	-0,00241	0,072521	-0,03327	0,973698
UKR_MAX_ABS	-0,01639	0,153283	-0,02748	0,256933	-0,10695	0,915593
UKRIV_MEAN	-0,00246	0,183521	-0,00892	0,665799	-0,0134	0,989407
KONV_KONK	-0,0177	0,125473	-0,01809	0,128273	-0,14104	0,888852
UKRIV_STD	0,114654	0,194051	0,491178	0,831315	0,590844	0,559364
USM_MEAN_COS	0,082016	0,131329	0,136624	0,21877	0,62451	0,537349
GM_MEAN	-0,08735	0,165956	-0,07551	0,143465	-0,52636	0,602784
STR_MEAN	0,171457	0,158221	0,147479	0,136094	1,083654	0,287762
VOD_MEAN	0,014602	0,160195	0,023167	0,25416	0,091152	0,928021
LITO_VAR	0,079969	0,218192	0,065312	0,1782	0,366509	0,71674
LITO_MAJ	-0,66676	1,628058	-0,09351	0,228336	-0,40954	0,685258
LITO_MED	0,642244	1,671148	0,091199	0,237303	0,384313	0,70365
SAT_VAR	-0,92331	0,186245	-0,16118	0,032513	-4,95751	0,00005
SAT_MAJ	-0,19187	0,172435	-0,01756	0,015786	-1,1127	0,275301
SAT_MED	-0,09233	0,166339	-0,01171	0,021099	-0,55509	0,583242

Preglednica 10.27 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	26,6162	17	1,565659	5,235611	0,00006
Ostanek	8,373128	28	0,29904		
Skupaj	34,98933				



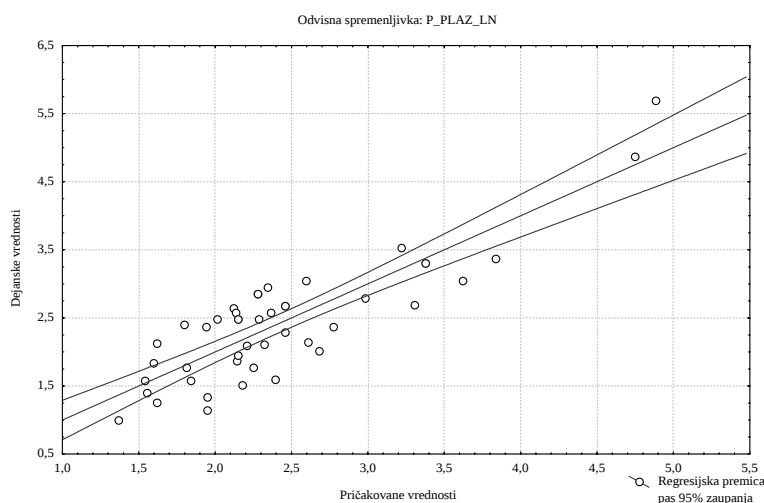
Slika 10.17 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1).

Preglednica 10.28 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1) (n = 40). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,86159378; R ² = 0,74234384; Prilagojen R² = 0,71013682						
F(5,40) = 23,049; p < 0,0000; Std. napaka ocene: 0,47474						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t₄₀	p
Presečišče			5,927255	0,77474	7,650635	0
SAT_VAR	-0,95104	0,093353	-0,16603	0,016297	-10,1875	0
SAT_MAJ	-0,24698	0,097988	-0,02261	0,00897	-2,52055	0,015808
LITO_MAJ	-0,07701	0,089003	-0,0108	0,012483	-0,86528	0,392043
STR_MEAN	0,138817	0,091007	0,119404	0,07828	1,52535	0,135041
NAKL_MAX	0,105646	0,09108	0,016743	0,014434	1,159928	0,252955

Preglednica 10.29 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	25,97411	5	5,194822	23,04913	8,03E-11
Ostanek	9,015215	40	0,22538		
Skupaj	34,98933				



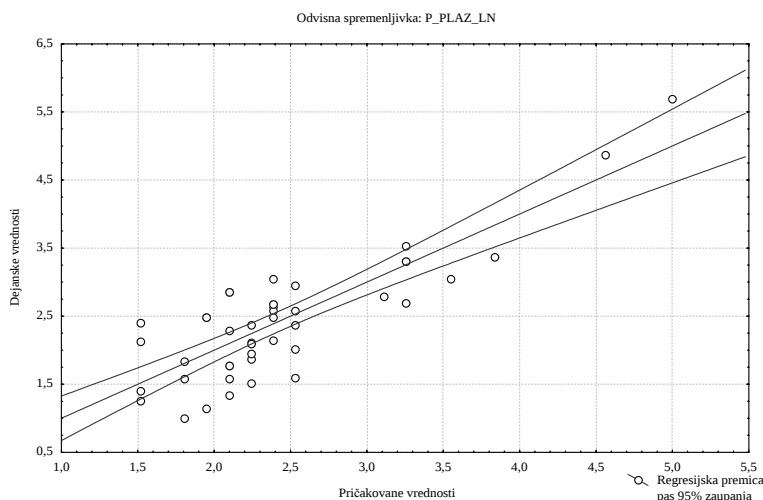
Slika 10.18 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.

Preglednica 10.30 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1) (n = 44). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,83147090; R ² = 0,69134385; Prilagojen R² = 0,68432894						
F(1,44) = 98,553; p < 0,0000; Std. napaka ocene: 0,49543						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t₄₄	p
Presečišče			5,869291	0,353768	16,6	0
UKR_MAX_ABS	-0,83147	0,083755	-0,14515	0,014621	-9,93	0

Preglednica 10.31 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza fosilnih plazov (tip plaz 1).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	24,18966	1	24,18966	98,55345	0
Ostanek	10,79967	44	0,245447		
Skupaj	34,98933				



Slika 10.19 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza fosilnih plazov (tip plazu1) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.

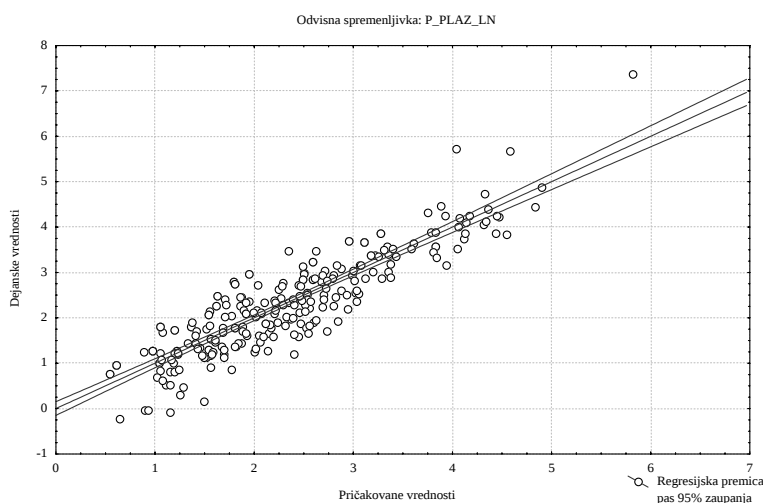
10.7.3. Plazovi, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plazu 2)

Preglednica 10.32 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plazu 2) (n = 250). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,89394497; R ² = 0,79913761; Prilagojen R² = 0,78547897						
F(17,250) = 58,508; p < 0,0000; Std. napaka ocene: 0,51001						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t₂₅₀	p
Presečišče			6,395325	0,520881	12,27789	0
NAKL_MAX	-0,18584	0,094551	-0,0271	0,013787	-1,96553	0,050459
NAKL_MEAN	0,036363	0,065815	0,007726	0,013984	0,552511	0,581092
NAKL_STD	0,057741	0,054073	0,033309	0,031193	1,067829	0,286627
UKR_MAX_ABS	-0,20141	0,045754	-0,23493	0,053369	-4,40195	0,00001
UKRIV_MEAN	-0,04591	0,034177	-0,29626	0,220551	-1,34328	0,180399
KONV_KONK	0,008543	0,029992	0,010638	0,037348	0,284844	0,776
UKRIV_STD	0,17797	0,048211	0,654513	0,177305	3,69145	0,000274
USM_MEAN_COS	0,020458	0,032701	0,035659	0,056998	0,625624	0,532132
GM_MEAN	-0,01284	0,037113	-0,01393	0,040254	-0,34609	0,729566
STR_MEAN	-0,01804	0,032435	-0,02028	0,036475	-0,55612	0,578629
VOD_MEAN	-0,02829	0,038142	-0,05141	0,069315	-0,74175	0,458935
LITO_VAR	0,033078	0,048051	0,023886	0,034698	0,688394	0,491843
LITO_MAJ	0,112699	0,087442	0,023079	0,017907	1,288835	0,198647
LITO_MED	-0,04685	0,086092	-0,01055	0,019382	-0,54423	0,586769
SAT_VAR	-0,67861	0,04399	-0,12401	0,008039	-15,4264	0
SAT_MAJ	0,070396	0,044061	0,007518	0,004705	1,597701	0,111373
SAT_MED	-0,1529	0,046551	-0,02277	0,006933	-3,28452	0,001168

Preglednica 10.33 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	258,7123	17	15,21837	58,50784	0
Ostanek	65,02706	250	0,260108		
Skupaj	323,7394				



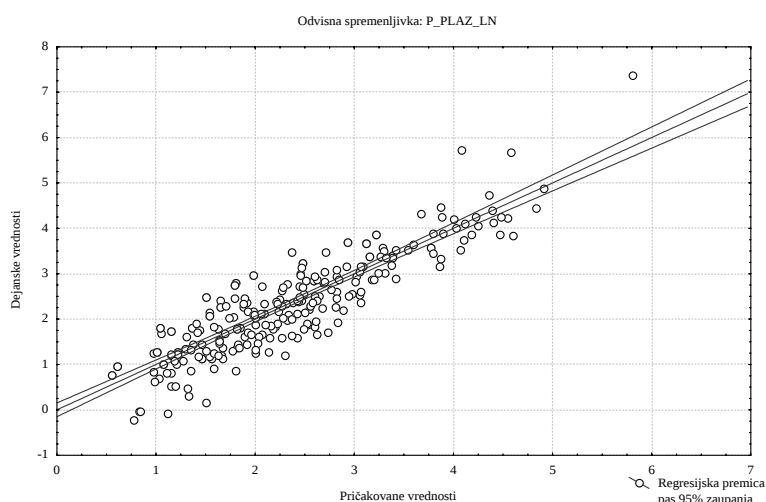
Slika 10.20 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2).

Preglednica 10.34 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2) (n = 257). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,89274122; R ² = 0,79698689; Prilagojen R² = 0,78908754						
F(10,257) = 100,89; p < 0,0000; Std. napaka ocene: 0,50570						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka		
Presečišče			6,363437	0,435486	14,6	0
SAT_VAR	-0,68457	0,042647	-0,1251	0,007793	-16,05	0
UKR_MAX_ABS	-0,21244	0,043557	-0,2478	0,050806	-4,9	0
UKRIV_STD	0,190493	0,041072	0,700568	0,151049	4,64	0
SAT_MED	-0,16695	0,04441	-0,02487	0,006614	-3,76	0,000211
NAKL_MAX	-0,11138	0,047221	-0,01624	0,006885	-2,36	0,019092
UKRIV_MED	-0,05206	0,031781	-0,33597	0,205091	-1,64	0,102615
LITO_MAJ	0,055683	0,029812	0,011403	0,006105	1,87	0,062931
SAT_MAJ	0,073297	0,042335	0,007828	0,004521	1,73	0,084589
VOD_MEAN	-0,03927	0,035904	-0,07136	0,065247	-1,1	0,275095
LITO_VAR	0,036898	0,036851	0,026645	0,02661	1,0	0,317627

Preglednica 10.35 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	258,016	10	25,8016	100,8928	0
Ostanek	65,72334	257	0,255733		
Skupaj	323,7394				



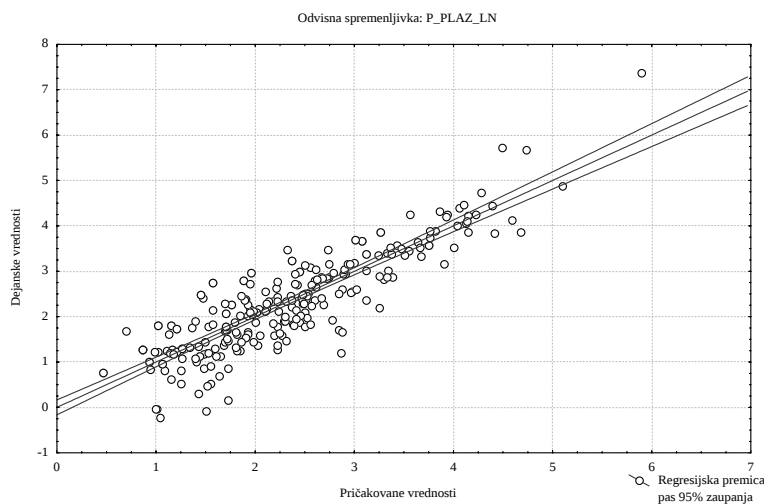
Slika 10.21 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.

Preglednica 10.36 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2) (n = 346). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,87738890; $R^2 = 0,76981128$; Prilagojen $R^2 = 0,76719550$						
F(3,346) = 294,30; p < 0,0000; Std. napaka ocene: 0,53130						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti		t_{346}	p
	β	Std. napaka	B	Std. napaka		
Presečišče			5,598527	0,199218	28,1	0
UKR_MAX_ABS	-0,30206	0,03918	-0,35233	0,0457	-7,71	0
UKRIV_STD	0,206309	0,034726	0,758736	0,127709	5,94	0
SAT_VAR	-0,64904	0,038134	-0,1186	0,006969	-17,02	0

Preglednica 10.37 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	249,2182	3	83,07274	294,295	0
Ostanek	74,52115	264	0,282277		
Skupaj	323,7394				



Slika 10.22 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza plazov, ki se gibljejo s prekinitvami (tip plaz 2) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.

10.7.4. Počasna plazenja (tip plaz 3)

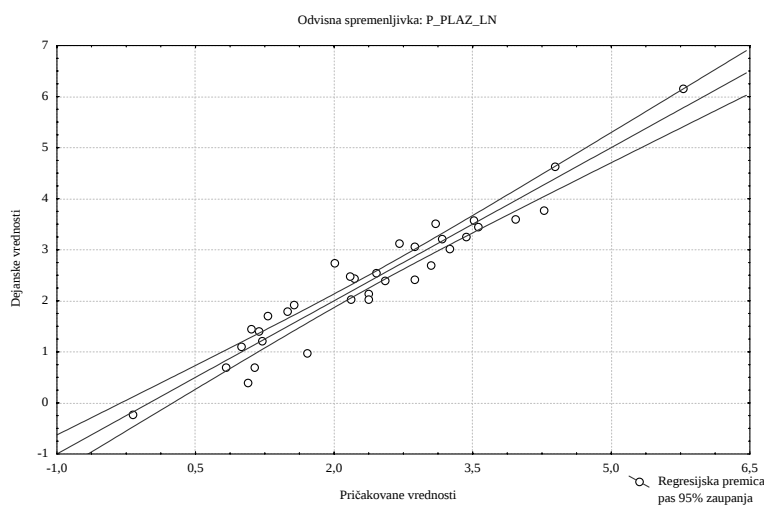
Preglednica 10.38 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plaz 3) (n = 16). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,96152186; R ² = 0,92452429; Prilagojen R² = 0,84433135						
F(17,16) = 11,529; p < 0,00001; Std. napaka ocene: 0,50644						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka		
Presečišče			11,72435	1,784784	6,56906	0
NAKL_MAX	0,123573	0,304146	0,025463	0,062671	0,406295	0,689909
NAKL_MEAN	-0,17978	0,286753	-0,03978	0,063453	-0,62694	0,539543
NAKL_STD	-0,21253	0,161573	-0,1168	0,088795	-1,31537	0,206923
UKR_MAX_ABS	0,031765	0,135034	0,042934	0,182517	0,235235	0,817011
UKRIV_MEAN	0,138685	0,122718	0,514882	0,455603	1,130113	0,275086
KONV_KONK	0,12725	0,109917	0,171984	0,148558	1,157695	0,263979
UKRIV_STD	-0,04781	0,160507	-0,17583	0,590254	-0,29789	0,769619
USM_MEAN_COS	-0,04019	0,109454	-0,08531	0,232304	-0,36721	0,718272
GM_MEAN	-0,20272	0,156223	-0,30296	0,233462	-1,29766	0,2128

R = 0,96152186; R ² = 0,92452429; Prilagojen R² = 0,84433135						
F(17,16) = 11,529; p < 0,00001; Std. napaka ocene: 0,50644						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t₁₆	p
STR_MEAN	0,144282	0,135054	0,178955	0,16751	1,068327	0,301227
VOD_MEAN	-0,17308	0,164871	-0,39478	0,376059	-1,04977	0,30942
LITO_VAR	0,094014	0,168939	0,08057	0,14478	0,5565	0,585569
LITO_MAJ	0,331638	0,246014	0,068007	0,050449	1,348044	0,196421
LITO_MED	-0,34504	0,289018	-0,07751	0,064924	-1,19384	0,249943
SAT_VAR	-1,12778	0,201725	-0,21957	0,039274	-5,59069	0,00004
SAT_MAJ	0,196679	0,147704	0,025141	0,01888	1,331568	0,201663
SAT_MED	-0,50562	0,216324	-0,08477	0,036268	-2,33731	0,032747

Preglednica 10.39 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	50,26662	17	2,95686	11,52875	0,00001
Ostanek	4,103633	16	0,256477		
Skupaj	54,37025				



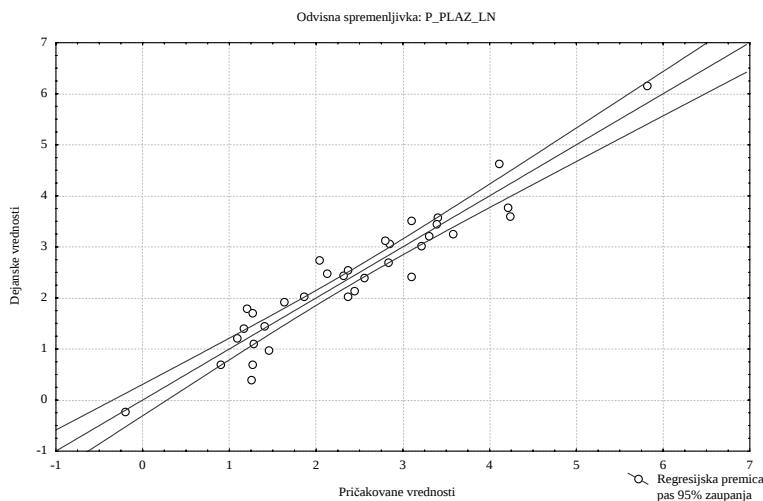
Slika 10.23 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).

Preglednica 10.40 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) (n = 24). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,95315525; $R^2 = 0,90850493$; Prilagojen $R^2 = 0,87419428$						
F(9,24) = 26,479; p < 0,0000; Std. napaka ocene: 0,45528						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t_{24}	p
Presečišče			10,17503	1,066698	9,53881	0
SAT_VAR	-0,86224	0,113632	-0,16787	0,022123	-7,58804	0
VOD_MEAN	-0,05545	0,083922	-0,12648	0,19142	-0,66075	0,515067
GM_MEAN	-0,21881	0,099864	-0,327	0,149238	-2,19109	0,038391
LITO_VAR	-0,02869	0,099199	-0,02459	0,085013	-0,2892	0,774915
NAKL_MAX	-0,1638	0,075862	-0,03375	0,015632	-2,15913	0,041053
SAT_MED	-0,20013	0,08832	-0,03355	0,014808	-2,26595	0,032755
LITO_MAJ	0,3145	0,197441	0,064493	0,040488	1,59288	0,124274
KONV_KONK	0,081599	0,067629	0,110284	0,091403	1,206567	0,239358
LITO_MED	-0,25145	0,214024	-0,05648	0,048078	-1,17486	0,251578

Preglednica 10.41 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	49,39564	9	5,488405	26,4788	0
Ostanek	4,97461	24	0,207275		
Skupaj	54,37025				



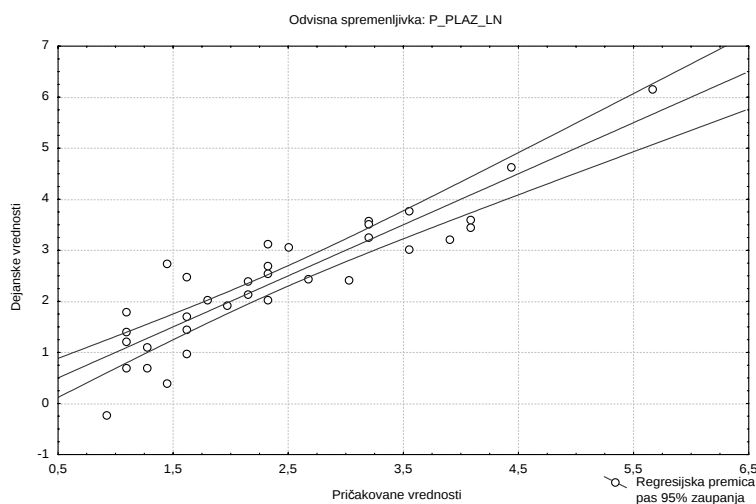
Slika 10.24 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.

Preglednica 10.42 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) ($n = 32$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,90219123; $R^2 = 0,81394902$; Prilagojen $R^2 = 0,80813493$						
F(1,32) = 140,00; $p < 0,0000$; Std. napaka ocene: 0,56224						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti		t_{32}	p
	β	Std. napaka	B	Std. napaka		
Presečišče			6,361411	0,348498	18,25382	0
UKR_MAX_ABS	-0,90219	0,07625	-0,17565	0,014845	-11,832	0

Preglednica 10.43 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	44,25461	1	44,25461	139,9959	0
Ostanek	10,11564	32	0,316114		
Skupaj	54,37025				



Slika 10.25 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.

10.7.5. Trenutni zdrsi

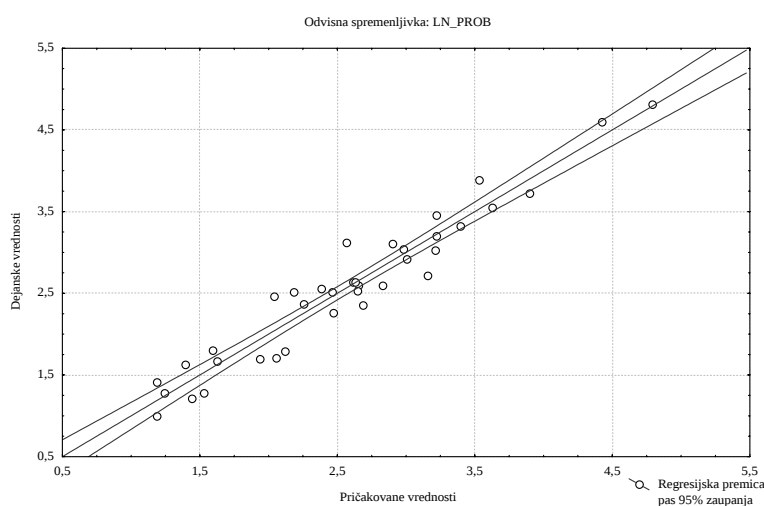
Preglednica 10.44 – Rezultati večkratne regresijske analize za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) ($n = 19$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,96602138; $R^2 = 0,93319730$; Prilagojen $R^2 = 0,87342646$						
F(17,19) = 15,613; $p < 0,0000$; Std. napaka ocene: 0,32281						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti		t_{19}	p
	β	Std. napaka	B	Std. napaka		

R = 0,96602138; R ² = 0,93319730; Prilagojen R² = 0,87342646						
F(17,19) = 15,613; p < 0,0000; Std. napaka ocene: 0,32281						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t ₁₉	p
Presečišče			8,136316	1,484844	5,479577	0
NAKL_MAX	-1,2857	0,407176	-0,12991	0,041142	-3,1576	0,005184
NAKL_MEAN	1,001791	0,324061	0,136883	0,044279	3,09137	0,00601
NAKL_STD	0,166298	0,181082	0,081854	0,089131	0,918353	0,369946
UKR_MAX_ABS	-0,2331	0,127313	-0,18537	0,101244	-1,83094	0,082839
UKRIV_MEAN	0,086472	0,07621	0,513784	0,452814	1,134647	0,270636
KONV_KONK	-0,16165	0,082927	-0,14473	0,074247	-1,9493	0,066178
UKRIV_STD	0,369637	0,177101	0,867369	0,415575	2,08715	0,050584
USM_MEAN_COS	-0,18261	0,085153	-0,30482	0,142143	-2,14448	0,04514
GM_MEAN	-0,07282	0,107931	-0,07057	0,1046	-0,67467	0,50801
STR_MEAN	-0,22111	0,091648	-0,20409	0,084591	-2,41265	0,026109
VOD_MEAN	-0,22872	0,086509	-0,35924	0,135876	-2,64385	0,016011
LITO_VAR	0,40041	0,159015	0,33253	0,132058	2,518059	0,020927
LITO_MAJ	-0,37735	3,381484	-0,05594	0,50125	-0,11159	0,912316
LITO_MED	0,839282	3,349257	0,12502	0,498908	0,250587	0,804823
SAT_VAR	-0,75594	0,123007	-0,10736	0,017471	-6,14549	0
SAT_MAJ	0,209744	0,12981	0,024163	0,014954	1,615781	0,122625
SAT_MED	-0,30875	0,135298	-0,11512	0,050447	-2,28198	0,034191

Preglednica 10.45 – Analiza variance večkratne regresijske analize za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	27,65791	17	1,626936	15,61292	0
Ostanek	1,979885	19	0,104204		
Skupaj	29,6378				



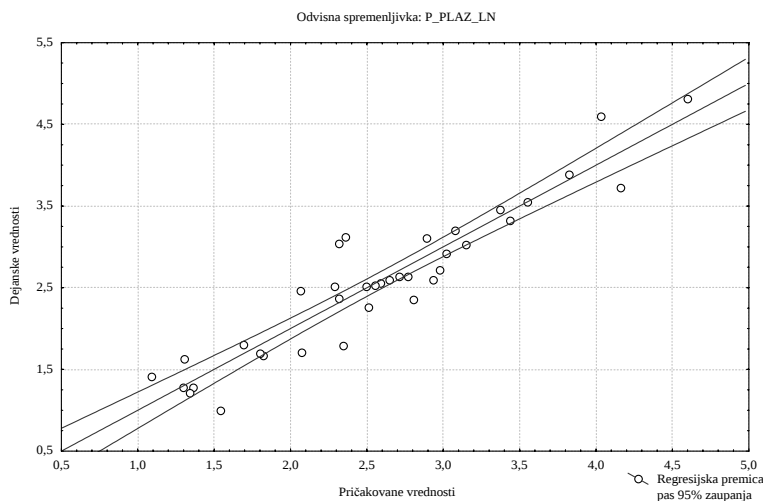
Slika 10.26 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5).

Preglednica 10.46 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) ($n = 27$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,93996846; $R^2 = 0,88354071$; Prilagojen $R^2 = 0,84472095$						
F(9,27) = 22,76; $p < 0,0000$; Std. napaka ocene: 0,35754						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti			
	β	Std. napaka	B	Std. napaka	t_{27}	p
Presečišče			6,318229	1,049303	6,021357	0
SAT_VAR	-0,6717	0,109407	-0,0954	0,015539	-6,13952	0
LITO_MED	1,909423	2,188691	0,28443	0,32603	0,872404	0,39068
VOD_MEAN	-0,08177	0,080643	-0,12843	0,126663	-1,01394	0,319611
STR_MEAN	-0,17589	0,081945	-0,16234	0,075635	-2,14641	0,040983
LITO_MAJ	-1,53788	2,188768	-0,22797	0,32445	-0,70262	0,488305
UKRIV_STD	0,629418	0,143799	1,476954	0,337429	4,377079	0,000162
UKR_MAX_ABS	-0,35813	0,126038	-0,2848	0,10023	-2,84148	0,008443
GM_MEAN	-0,20991	0,08858	-0,20343	0,085845	-2,36972	0,025207
NAKL_STD	-0,19909	0,105629	-0,09799	0,051992	-1,88476	0,070269

Preglednica 10.47 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi vključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	26,1862	9	2,909578	22,76007	0
Ostanek	3,451596	27	0,127837		
Skupaj	29,6378				



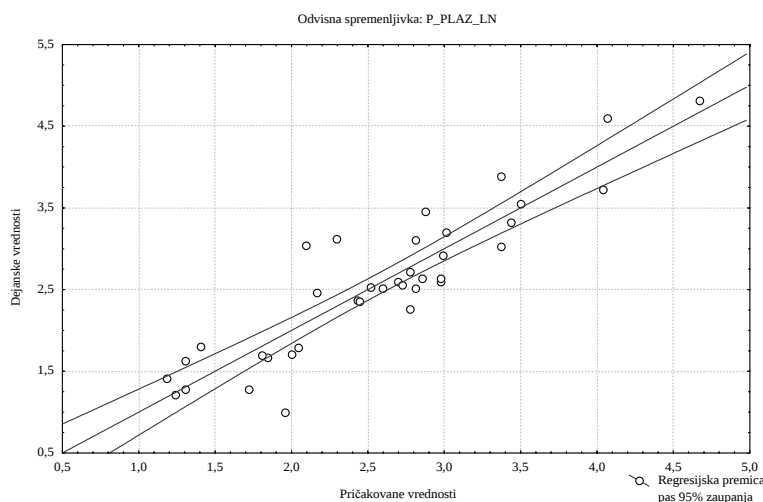
Slika 10.27 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) po metodi vključevanja značilnih regresorjev.

Preglednica 10.48 – Rezultati večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza trenutnih zdrsov (tip plazu 5) ($n = 32$). Signifikativne vrednosti so poudarjene.

R = 0,90734855; $R^2 = 0,82328139$; Prilagojen $R^2 = 0,80119156$						
F(4,32) = 37,27; $p < 0,0000$; Std. napaka ocene: 0,404574						
	Standardizirani koeficienti		Nestandardizirani koeficienti		t_{32}	p
	β	Std. napaka	B	Std. napaka		
Presečišče			4,01482	0,429158	9,355105	0
UKR_MAX_ABS	-0,4451	0,115738	-0,35396	0,092039	-3,84574	0,0005
UKRIV_STD	0,457502	0,1202	1,073546	0,282055	3,806166	0,0006
LITO_MED	0,284587	0,078082	0,042392	0,011631	3,644724	0,001
SAT_VAR	-0,65004	0,097662	-0,09232	0,013871	-6,65598	0

Preglednica 10.49 – Analiza variance večkratne regresijske analize po metodi izključevanja značilnih regresorjev za podatke učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3).

	Vsota kvadratov	df	Sredina kvadratov	F	p
Regresija	24,40025	4	6,100061	37,26971	0
Ostanek	5,23755	32	0,163673		
Skupaj	29,6378				



Slika 10.28 – Razsevni diagram odvisnosti med dejanskimi in pričakovanimi vrednostmi odvisne spremenljivke pri večkratni regresijski analizi podatkov učnega niza počasnih plazenj (tip plazu 3) po metodi izključevanja značilnih regresorjev.

10.8. Priloga VIII – Napovedovalni modeli

V spodnji preglednici (Preglednica 10.50) so predstavljeni opisi napovedovalnih modelov in rezultate testov natančnosti napovedi pojavljanja plazov. V prvem stolpcu so podane zaporedne številke modelov, sledita njihova oznaka in opis, stolpec “CR / R²” podaja vrednosti razmerja doslednosti oz. prilagojenega R², odvisno od modela, in prikazuje grobo oceno zaupanja v model. V zadnjem stolpcu so podane vrednosti napak modelov. Najboljši modeli so označeni z odebeljenim tiskom. V stolpcu “Oznaka” pomenijo okrajšave “vp” vse plazove, “p1” tip plazov 1 oz. fosilne plazove, “p2” tip plazov 2 oz. plazove, ki se gibljejo s prekinitvami, “p3” tip plazov 3 oz. počasna plazenja in “p5” tip plazov 5 oz. trenutne zdrse.

Preglednica 10.50 –Opisi najboljših napovedovalnih modelov in rezultati testa njihove natančnosti.

Št. modela	Oznaka	Opis modela	CR / R ²	Napaka modela
1	Mu_vp_01	Uteži, določene z % variance spremenljivke, pri signifikativnih faktorskih utežeh	-	7,705%
2	Mu_vp_01_1	AHP Mu_vp_01 – prva različica ⁴⁶	CR = 0,04	8,525%
3	Mu_vp_01_2	AHP Mu_vp_01 – druga različica ⁴⁷	CR = 0,24	11,639%
4	Mu_vp_02	Mu_vp_01 × Komunalnost spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	7,869%
5	Mu_vp_02_1	AHP Mu_vp_02 – prva različica	CR = 0,05	9,344%
6	Mu_vp_02_2	AHP Mu_vp_02 – druga različica	CR = 0,14	8,525%
7	Mu_vp_03	Mu_vp_02 × Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	6,885%
8	Mu_vp_03_1	AHP Mu_vp_03 – prva različica	CR = 0,02	8,033%
9	Mu_vp_03_2	AHP Mu_vp_03 – druga različica	CR = 0,06	6,885%
10	Mu_vp_04	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – nestandardizirani koef. B	R ² = 0,775	31,148%
11	Mu_vp_04_1	AHP Mu_vp_04 – prva različica	CR = 0,06	13,279%
12	Mu_vp_04_2	AHP Mu_vp_04 – druga različica	CR = 0,14	12,295%
13	Mu_vp_05	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – standardizirani koef. β	R ² = 0,775	29,344%
14	Mu_vp_05_1	AHP Mu_vp_05 – prva različica	CR = 0,03	16,230%
15	Mu_vp_05_2	AHP Mu_vp_05 – druga različica	CR = 0,04	17,705%
16	Mu_vp_06	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R ² = 0,777	31,803%
17	Mu_vp_06_1	AHP Mu_vp_06 – prva različica	CR = 0,09	19,016%
18	Mu_vp_06_2	AHP Mu_vp_06 – druga različica	CR = 0,1	19,672%
19	Mu_vp_07	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R ² = 0,7772	26,230%
20	Mu_vp_07_1	AHP Mu_vp_07 – prva različica	CR = 0,03	17,869%
21	Mu_vp_07_2	AHP Mu_vp_07 – druga različica	CR = 0,09	18,689%
22	Mu_vp_08	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R ² = 0,767	30,656%
23	Mu_vp_08_1	AHP Mu_vp_08 – prva različica	CR = 0,1	25,574%
24	Mu_vp_08_2	AHP Mu_vp_08 – druga različica	CR = 0,16	25,082%
25	Mu_vp_09	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R ² = 0,767	30,000%
26	Mu_vp_09_1	AHP Mu_vp_09 – prva različica	CR = 0,02	30,492%
27	Mu_vp_09_2	AHP Mu_vp_09 – druga različica	CR = 0,03	26,721%
28	Mu_vp_10	Vrednost faktorja (glavne komponente) × delež variance faktorja (glavne komponente)	-	13,443%
29	Mu_p1_01	Uteži, določene z % variance spremenljivke, pri signifikativnih faktorskih utežeh	-	4,41%
30	Mu_p1_01_1	AHP Mu_p1_01 – prva različica	CR = 0,04	10,29%
31	Mu_p1_01_2	AHP Mu_p1_01 – druga različica	CR = 0,02	10,29%

⁴⁶ Računsko osnovana razmerja na podlagi vrednostirazmerij osnovnega modela.

⁴⁷ Ekspertno osnovana razmerja na podlagi vrednosti razmerij osnovnega modela.

Št. modela	Oznaka	Opis modela	CR / R2	Napaka modela
32	Mu_p1_02	Mu_p1_01 × Komunalnost spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	4,41%
33	Mu_p1_02_1	AHP Mu_p1_02 – prva različica	CR = 0,04	2,94%
34	Mu_p1_02_2	AHP Mu_p1_02 – druga različica	CR = 0,02	2,94%
35	Mu_p1_03	Mu_p1_02 × Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	2,94%
36	Mu_p1_03_1	AHP Mu_p1_03 – prva različica	CR = 0,04	10,29%
37	Mu_p1_03_2	AHP Mu_p1_03 – druga različica	CR = 0,02	16,18%
38	Mu_p1_04	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,615	23,53%
39	Mu_p1_04_1	AHP Mu_p1_04 – prva različica	CR = 0,03	23,53%
40	Mu_p1_05	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – standardizirani koef. β	R2 = 0,615	23,53%
41	Mu_p1_06	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,710	23,53%
42	Mu_p1_06_1	Računsko osnovana razmerja uteži	-	23,53%
43	Mu_p1_07	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R2 = 0,710	16,18%
44	Mu_p1_08	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,684	23,53%
45	Mu_p1_09	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R2 = 0,684	23,53%
46	Mu_p1_10	Vrednost faktorja (glavne komponente) × delež variance faktorja (glavne komponente)	-	29,41%
47	Mu_p2_01	Uteži, določene z % variance spremenljivke, pri signifikativnih faktorskih utežeh	-	6,55%
48	Mu_p2_01_1	AHP Mu_p2_01 – prva različica	CR = 0,04	8,25%
49	Mu_p2_01_2	AHP Mu_p2_01 – druga različica	CR = 0,02	8,50%
50	Mu_p2_02	Mu_p2_01 × Komunalnost spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	6,80%
51	Mu_p2_02_1	AHP Mu_p2_02 – prva različica	CR = 0,05	8,01%
52	Mu_p2_02_2	AHP Mu_p2_02 – druga različica	CR = 0,04	11,17%
53	Mu_p2_03	Mu_p2_02 × Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	5,58%
54	Mu_p2_03_1	AHP Mu_p2_03 – prva različica	CR = 0,02	6,07%
55	Mu_p2_03_2	AHP Mu_p2_03 – druga različica	CR = 0,14	7,77%
56	Mu_p2_04	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,785	23,30%
57	Mu_p2_04_1	AHP Mu_p2_03 – prva različica	CR = 0,06	17,72%
58	Mu_p2_04_2	AHP Mu_p2_03 – druga različica	CR = 0,1	18,20%
59	Mu_p2_05	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – standardizirani koef. β	R2 = 0,785	18,69%
60	Mu_p2_05_1	AHP Mu_p2_05 – prva različica	CR = 0,03	20,39%
61	Mu_p2_05_2	AHP Mu_p2_05 – druga različica	CR = 0,05	22,57%
62	Mu_p2_06	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,789	25,97%
63	Mu_p2_06_1	AHP Mu_p2_06 – prva različica	CR = 0,07	14,56%
64	Mu_p2_06_2	AHP Mu_p2_06 – druga različica	CR = 0,1	14,81%
65	Mu_p2_07	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R2 = 0,789	20,63%
66	Mu_p2_07_1	AHP Mu_p2_07 – prva različica	CR = 0,02	16,26%
67	Mu_p2_07_2	AHP Mu_p2_07 – druga različica	CR = 0,11	15,53%
68	Mu_p2_08	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,767	28,64%
69	Mu_p2_08_1	AHP Mu_p2_08 – prva različica	CR = 0	21,84%
70	Mu_p2_08_2	AHP Mu_p2_08 – druga različica	CR = 0,03	21,84%
71	Mu_p2_09	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R2 = 0,767	25,73%
72	Mu_p2_09_1	AHP Mu_p2_09 – prva različica	CR = 0,01	25,00%
73	Mu_p2_09_2	AHP Mu_p2_09 – druga različica	CR = 0,07	25,24%
74	Mu_p2_10	Vrednost faktorja (glavne komponente) × delež variance faktorja (glavne komponente)	-	22,82%
75	Mu_p3_01	Uteži, določene z % variance spremenljivke, pri signifikativnih faktorskih utežeh	-	10,71%
76	Mu_p3_01_1	AHP Mu_p3_01 – prva različica	CR = 0,04	7,14%
77	Mu_p3_01_2	AHP Mu_p3_01 – druga različica	CR = 0,19	12,50%
78	Mu_p3_02	Mu_p3_01 × Komunalnost spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	8,93%
79	Mu_p3_02_1	AHP Mu_p3_02 – prva različica	CR = 0,05	8,93%
80	Mu_p3_02_2	AHP Mu_p3_02 – druga različica	CR = 0,2	8,93%
81	Mu_p3_03	Mu_p3_02 × Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	32,14%
82	Mu_p3_03_1	AHP Mu_p3_03 – prva različica	CR = 0,02	7,14%

Št. modela	Oznaka	Opis modela	CR / R2	Napaka modela
83	Mu_p3_03_2	AHP Mu_p3_03 – druga različica	CR = 0,06	7,14%
84	Mu_p3_04	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,844	30,36%
85	Mu_p3_04_1	Računsko osnovana razmerja uteži	-	19,30%
86	Mu_p3_05	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – standardizirani koef. β	R2 = 0,844	19,30%
87	Mu_p3_05_1	Računsko osnovana razmerja uteži	-	19,30%
88	Mu_p3_06	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,874	33,93%
89	Mu_p3_06_1	AHP Mu_p3_06 – prva različica	CR = 0	33,93%
90	Mu_p3_06_2	AHP Mu_p3_06 – druga različica	CR = 0,04	30,36%
91	Mu_p3_07	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	0,874	25,00%
92	Mu_p3_07_1	AHP Mu_p3_07 – prva različica	CR = 0,03	26,79%
93	Mu_p3_07_2	AHP Mu_p3_07 – druga različica	CR = 0,07	30,36%
94	Mu_p3_08	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,808	32,14%
95	Mu_p3_09	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R2 = 0,808	32,14%
96	Mu_p3_10	Vrednost faktorja (glavne komponente) $\times$ delež variance faktorja (glavne komponente)	-	26,79%
97	Mu_p5_01	Uteži, določene z % variance spremenljivke, pri signifikativnih faktorskih utežeh	-	15,52%
98	Mu_p5_01_1	AHP Mu_p5_01 – prva različica	CR = 0,04	10,34%
99	Mu_p5_01_2	AHP Mu_p5_01 – druga različica	CR = 0,02	13,79%
100	Mu_p5_02	Mu_p5_01 $\times$ Komunalnost spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	15,52%
101	Mu_p5_02_1	AHP Mu_p5_02 – prva različica	CR = 0,05	10,34%
102	Mu_p5_02_2	AHP Mu_p5_02 – druga različica	CR = 0,03	15,52%
103	Mu_p5_03	Mu_p5_02 $\times$ Rveč spremenljivk v glavnih osnovnih komponentah	-	12,07%
104	Mu_p5_03_1	AHP Mu_p5_03 – prva različica	CR = 0,04	10,34%
105	Mu_p5_03_2	AHP Mu_p5_03 – druga različica	CR = 0,09	13,79%
106	Mu_p5_04	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,873	31,03%
107	Mu_p5_04_1	AHP Mu_p5_04 – prva različica	CR = 0,03	36,21%
108	Mu_p5_04_2	AHP Mu_p5_04 – druga različica	CR = 0,08	41,38%
109	Mu_p5_05	Regresijski koeficienti (standardna metoda) – standardizirani koef. β	R2 = 0,873	36,21%
110	Mu_p5_05_1	AHP Mu_p5_05 – prva različica	CR = 0,02	29,31%
111	Mu_p5_05_2	AHP Mu_p5_05 – druga različica	CR = 0,06	22,41%
112	Mu_p5_06	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,844	44,83%
113	Mu_p5_06_1	AHP Mu_p5_06 – prva različica	CR = 0,02	17,24%
114	Mu_p5_06_2	AHP Mu_p5_06 – druga različica	CR = 0,1	15,52%
115	Mu_p5_07	Regresijski koeficienti (vključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R2 = 0,844	25,86%
116	Mu_p5_07_1	AHP Mu_p5_07 – prva različica	CR = 0,03	24,14%
117	Mu_p5_07_2	AHP Mu_p5_07 – druga različica	CR = 0,07	24,14%
118	Mu_p5_08	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – nestandardizirani koef. B	R2 = 0,801	46,55%
119	Mu_p5_08_1	AHP Mu_p5_08 – prva različica	CR = 0,04	10,34%
120	Mu_p5_08_2	AHP Mu_p5_08 – druga različica	CR = 0,07	8,62%
121	Mu_p5_09	Regresijski koeficienti (izključevanje značilnih regresorjev) – standardizirani koef. β	R2 = 0,801	46,55%
122	Mu_p5_09_1	AHP Mu_p5_09 – prva različica	CR = 0,04	27,59%
123	Mu_p5_09_2	AHP Mu_p5_09 – druga različica	CR = 0,07	24,14%
124	Mu_p5_10	Vrednost faktorja (glavne komponente) $\times$ delež variance faktorja (glavne komponente)	-	24,14%