

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Geodezija,
smer Geodezija

Kandidatka:

Teja Oman

Analiza primernosti terena za turno smučanje

Diplomska naloga št.: 766

Mentor:

doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor:

viš. pred. dr. Dalibor Radovan

Ljubljana, 8. 10. 2008

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Teja Oman izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:

»Analiza primernosti terena za turno smučanje«.

Ljubljana, 24. september 2008

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 528.94:796.92(043.2)

Avtor: Teja Oman

Mentor: doc. dr. Dušan Petrovič

Somentor: viš. pred. mag. Dalibor Radovan

Naslov: Analiza primernosti terena za turno smučanje

Obseg in oprema: 92 str., 24 pregl., 24 sl.

Ključne besede: Model primernosti, turno smučanje, dejavniki plazovitosti, prostorske analize, kartografsko modeliranje, geografski informacijski sistem

Izveček

V diplomski nalogi je obravnavana analiza primernosti terena za turno smučanje ob uporabi topografskih podatkov ter podatkov iz lavinskega katastra. S ciljem prostorskih analiz je bil izdelan model primernosti terena za turno smučanje. Izvedena je bila podrobnejša analiza in klasifikacija faktorjev, ki vplivajo na primernost. Znotraj tega je podrobneje obravnavan tudi vpliv plazovitosti ter dejavniki, ki vplivajo nanjo. Na podlagi rezultatov analize je bil izdelan prikaz terena primerne za turno smučanje. V nadaljevanju je opisan praktični del naloge. Primernost terena za turno smučanje je bila analizirana za dve testni območji.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK: 528.94:796.92(043.2)

Author: Teja Oman

Supervisor: doc. dr. Dušan Petrovič

Co-supervisor: viš. pred. mag. Dalibor Radovan

Title: Analyse of terrain suitability for ski mountaineering

Notes: 92 p., 24 tab., 24 fig.

Key words: Feasibility model, ski mountaineering, avalanche factors, spatial analysis, cartographic modelling, geographic information system

Abstract

The thesis treats the analysis of terrain suitability for ski mountaineering using topographic data and data from avalanche cadastral register. Aiming for spacial analyses, a model of terrain suitability for ski mountaineering was made. A detailed analysis as well as classification of the factors that influence the suitability were executed. Within the analysis, the influence of potential avalanches and the factors that affect them were treated in more detail. Based on the results of the analysis, a representation of terrain suitable for ski mountaineering was made. Practical part of the thesis is described in continuation. The terrain suitability for ski mountaineering was analysed for two test areas.

ZAHVALA

Zahvaljujem se somentorju viš. pred. mag. Daliborju Radovanu in mentorju doc. dr. Dušanu Petroviču za nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge in vsem ostalim, ki so mi pri izvedbi naloge in pridobivanju podatkov kakorkoli pomagali.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
<i>1.1 Namen.....</i>	<i>1</i>
<i>1.2 Cilj.....</i>	<i>1</i>
<i>1.3 Hipoteza.....</i>	<i>2</i>
<i>1.4 Metoda dela</i>	<i>2</i>
2 PREGLED GIS OPERACIJ	4
<i>2.1 Spreminjanje meja razredov</i>	<i>4</i>
<i>2.2 Algebra karte</i>	<i>4</i>
<i>2.3 Boolove operacije</i>	<i>5</i>
3 PODATKI ZA ANALIZO PRIMERNOSTI TERENA ZA TURNO SMUČANJE 7	
<i>3.1 Digitalni model reliefa</i>	<i>7</i>
<i>3.1.1 Splošno o digitalnem modelu reliefa.....</i>	<i>7</i>
<i>3.1.2 Opis podatkov.....</i>	<i>7</i>
<i>3.2 Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev (GERK).....</i>	<i>9</i>
<i>3.2.1 Splošno o Grafičnih enotah rabe kmetijskih gospodarstev</i>	<i>9</i>
<i>3.2.2 Opis podatkov</i>	<i>10</i>
<i>3.3 Corine Land Cover Slovenija 2000.....</i>	<i>10</i>
<i>3.3.1 Projekt I&CLC2000.....</i>	<i>10</i>
<i>3.3.2 Splošno o Corine Land Cover Slovenija 2000.....</i>	<i>11</i>
<i>3.3.3 Opis podatkov</i>	<i>11</i>
<i>3.4 Osnovni lavinski kataster.....</i>	<i>12</i>
<i>3.4.1 Splošno o osnovnem lavinskem katastru.....</i>	<i>12</i>

3.4.2 Opis podatkov	13
4 SPLOŠNO O VPLIVIH NA TURNO SMUČANJE.....	14
<i>4.1 Pregled faktorjev primernosti</i>	<i>14</i>
<i>4.2 Klasifikacija faktorjev.....</i>	<i>14</i>
5 PRIMARNI FAKTORJI PRIMERNOSTI ZA TURNO SMUČANJE	16
<i>5.1 Podnebje</i>	<i>16</i>
5.1.1 Podnebni tipi v Sloveniji.....	16
5.1.2 Vpliv faktorja na primernost.....	17
5.1.3 Klasifikacija	17
<i>5.2 Nadmorska višina.....</i>	<i>18</i>
5.2.1 Izračun nadmorske višine točke	18
5.2.2 Vpliv faktorja na primernost.....	18
5.2.3 Klasifikacija	18
<i>5.3 Trajanje snežne odeje.....</i>	<i>19</i>
5.3.1 Vpliv faktorja na primernost.....	19
5.3.2 Klasifikacija	19
<i>5.4 Predpostavke in poenostavitve.....</i>	<i>20</i>
6 SEKUNDARNI FAKTORJI PRIMERNOSTI TERENA ZA TURNO SMUČANJE.....	21
<i>6.1 Nevarnost zdrsa.....</i>	<i>21</i>
6.1.1 Vpliv faktorja na primernost.....	21
6.1.2 Klasifikacija	22
<i>6.2 Prehodnost.....</i>	<i>22</i>
6.2.1 Vpliv faktorja na primernost.....	22
6.2.2 Klasifikacija	23

6.3 Plazovitost	23
6.3.1 Lavinska ogroženost.....	23
6.3.2 Opredelitev značilnih območij plazu	24
6.3.3 Vpliv faktorja na primernost	26
6.3.4 Klasifikacija	26
7 FAKTORJI PLAZOVITOSTI	28
7.1 Naklon	28
7.1.1 Izračun naklona.....	29
7.1.2 Vpliv faktorja na plazovitost.....	30
7.1.3 Klasifikacija	31
7.2 Pokritost tal	32
7.2.1 Vpliv faktorja na plazovitost	33
7.2.2 Klasifikacija	33
7.3 Zakrivljenost terenske ploskve	34
7.3.1 Izračun zakrivljenosti	36
7.3.2 Vpliv faktorja na plazovitost	37
7.3.3 Klasifikacija	38
7.4 Ekspozicija terenske ploskve	39
7.4.1 Izračun ekspozicije	40
7.4.2 Vpliv faktorja na plazovitost	40
7.4.3 Klasifikacija	41
7.5 Količina novozapadlega snega	42
7.5.1 Vpliv faktorja na primernost	42
7.5.2 Klasifikacija	42
8 ANALIZA PRIMERNOSTI TERENA ZA TURNO SMUČANJE	45
8.1 Osnovni gradniki kartografskega modela	45
8.1.1 Podatki	46
8.1.2 Programski moduli.....	46
8.1.3 Izhodni podatki.....	48

<i>8.2 Klasifikacija terena primerne za turno smučanje.....</i>	<i>48</i>
<i>8.3 Utežitev faktorjev plazovitosti</i>	<i>49</i>
<i>8.4 Klasifikacija plazovitosti in določanje meja klasifikacijskih razredov.....</i>	<i>51</i>
9 IZVEDBA PRAKTIČNEGA DELA NALOGE	55
<i>9.1 Opis uporabljene programske opreme</i>	<i>55</i>
<i>9.2 Predhodna obdelava in priprava vhodnih podatkov.....</i>	<i>56</i>
<i>9.2.1 Digitalni model reliefa</i>	<i>56</i>
<i>9.2.2 Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev</i>	<i>57</i>
<i>9.2.2.1 Pretvorba podatkov iz vektorske oblike v rastrsko</i>	<i>57</i>
<i>9.2.2.2 Klasifikacija</i>	<i>58</i>
<i>9.2.3 Corine Land Cover Slovenija 2000</i>	<i>58</i>
<i>9.2.4 Osnovni lavinski kataster.....</i>	<i>59</i>
<i>9.3 Sestava modela primernosti terena za turno smučanje</i>	<i>59</i>
<i>9.4 Sestava podmodela plazovitosti.....</i>	<i>61</i>
<i>9.5 Klasifikacija vpliva količine novozapadlega snega na plazovitost</i>	<i>62</i>
<i>9.5.1 Izbira območja prikaza</i>	<i>62</i>
<i>9.5.2 Klasifikacija</i>	<i>64</i>
<i>9.6 Generalizacija izhodnih podatkovnih slojev</i>	<i>65</i>
<i>9.6.1 Združevanje območij (ang. Region Group).....</i>	<i>67</i>
<i>9.6.2 Funkcija glodanja (ang. Nibble).....</i>	<i>67</i>
<i>9.6.3 Obdelava izhodnih podatkov</i>	<i>68</i>
<i>9.7 Komentar na izbor ravni faktorjev primernosti terena za turno smučanje</i>	<i>68</i>
10 PREIZKUS ANALIZE NA TESTNEM OBMOČJU	70
<i>10.1 Izbira območja modeliranja.....</i>	<i>70</i>
<i>10.2 Generalizacija izhodnih podatkovnih slojev</i>	<i>72</i>

<i>10.3 Podatki za predstavitev rezultatov analize primernost terena za turno smučanje</i>	75
10.3.1 Planinska karta Triglav 1 : 25.000	75
10.3.1.1 Splošno o planinski karti	75
10.3.1.2 Priprava in obdelava podatkov	76
10.3.2 Planinska karta Storžič in Košuta 1 : 25.000	78
10.3.2.1 Splošno o planinski karti	78
10.3.2.2 Priprava in obdelava podatkov	78
<i>10.4 Predstavitev in analiza rezultatov</i>	79
11 ZAKLJUČEK	84
12 SEZNAMI	88
<i>12.1 Seznam slik</i>	88
<i>12.2 Seznam tabel</i>	89
VIRI	90

1 UVOD

1.1 Namen

Namen naloge je izdelati analizo in prikazati primernosti terena za turno smučanje, ki bo namenjena turnim smučarjem za načrtovanje turnega smuka po običajnih in neklasičnih smereh, ki se bodo po analizi območja izkazale primerne za turno smučanje. Služila bo kot dodatni vir pri načrtovanju ture, torej doma, pred izletom.

Končni izdelek bo karta v digitalni obliki, zato bo uporabnik moral imeti dostop do osebnega računalnika, dlančnika ali mobilnega telefona, ustrezno prilagojenega za prikaz vsebine. Karta bo uporabna v kombinaciji s tiskano planinsko karto in bo služila tudi za predhodno načrtovanje in vnos GPS sledi poti v sprejemnik GPS.

1.2 Cilj

Naloga je sestavljena iz treh ločenih podnalog, katerih rezultat bodo trije različni izdelki.

V prvem delu bo na podlagi vplivov različnih faktorjev primernosti izdelana analiza primernosti terena za turno smučanje. Faktorji bodo razdeljeni v tri kategorije. Podnebje, nadmorska višina in trajanje snežne odeje bodo faktorji, ki zagotavljajo pogoje za smučanje. Na drugi stopnji bodo nevarnost zdrsa, prehodnost ter plazovitost, faktorji, ki zagotavljajo, da bo turni smuk znotraj območja, definiranega preko dejavnikov prve stopnje, potekal po prehodnem terenu ter da bo tura varna. Plazovitost bodo definirali naklon, zakrivljenost in ekspozicija terenske ploskve, poraščenost tal ter količina novozapadlega snega.

Drugi del naloge bo aplikacija prvega dela, izdelava prikaza GIS analize. Rezultat bo poenostavljena karta linij in območij, ki bodo prikazovali različno primernost terena za turno smučanje.

Tretja podnaloga bo izdelava karte primernosti terena za turno smučanje. Izdelani bodo kartografski pogojni znaki, s katerimi bo omogočen prikaz vseh objektov in pojavov. Poseben poudarek bo na objektih, ki so pomembni za turnega smučarja tudi tistih, ki na površju niso vidni (jame in brezna). Znaki in pojavi bodo natančneje določeni z objektnim katalogom.

1.3 Hipoteza

Iz topografskih podatkov in podatkov lavinskega katastra je z uporabo GIS orodij mogoče izdelati karto primernosti terena za turno smučanje.

1.4 Metoda dela

S podatki bodo z GIS analizami najprej izdelani sloji, ki bodo prikazovali posamezne faktorje vpliva na primernost terena za turno smučanje. Osnova za izdelavo analize bodo: digitalni model reliefa z velikostjo mrežne celice 5×5 m, Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev (GERK), CORINE Land Cover Slovenija 2000 (Pokritost tal v Sloveniji 2000) ter baza plazov iz lavinskega katastra.

Analiza se bo izvajala z rastrskim podatkovnim modelom v katerem je stvarnost predstavljena z mrežo kvadratnih celic. Razlogov za izbor rastrskega podatkovnega modela je več, glavna pa sta enostavna podatkovna struktura ter omogočanje površinskih analiz.

V rastrskem sistemu GIS je poudarek predvsem na obdelavi satelitskih ali skeniranih podob in na digitalnih višinskih modelih. Glavna pomanjkljivost rastrskih podatkovnih modelov v primerjavi z vektorskimi je velika količina podatkov in nujnost predhodnih obdelav.

Tabela 1: Primerjava rastrskega in vektorskega podatkovnega modela - prednosti in slabosti (Šumrada, 2005)

Opravilo	Rastrski podatkovni model	Vektorski podatkovni model
zajemanje podatkov	zelo hitro in enostavno	večinoma zelo zamudno
količina podatkov	zelo velika	majhna in zmerna
grafična obdelava	povprečna	odlična
podatkovna struktura	enostavna	zelo zapletena in zahtevna
geometrična natančnost	slaba (ločljivost)	teoretično neomejena
mrežne analize	zelo slabe	zelo dobre
površinske analize	zelo dobre	povprečne, a precej težavne
generalizacija	enostavna (slabša ločljivost)	zapletena in zahtevna

Vektorski podatkovni model navadno zahteva časovno zamudno in zahtevno zajemanje in digitalizacijo podatkov iz grafičnih in kartografskih virov. S skeniranjem se analogne karte lahko sorazmerno hitro vključijo v rastrski sistem GIS. Pri vektorskem sistemu GIS je

potrebna vektorizacija dobljenih rastrskih podatkov in njihovo zamudno urejanje. Tudi pri predstavitvi in kartografskemu prikazu je vektorska podatkovna organizacija precej zamudnejša in zahtevnejša. Rastrski izrisi in prikazi so dejansko v trenutku na voljo, vendar pa je vektorska predstavitev kartografskih podatkov neprimerno boljša. Glavne prednosti in slabosti rastrskega in vektorskega podatkovnega modela so predstavljene v tabeli 1 (Šumrada, 2005).

Vektorski podatkovni model se običajno uporablja za dokumentacijske in registrativne sisteme. Rastrski pristop v sistemih GIS se uporablja za prikazovanje variacij različnih prostorskih pojavov. Rastrski sistemi so primernejši za prikazovanje območnih pojavov, medtem ko so vektorski sistemi boljši za obdelave linijskih in točkovnih geografskih pojavov.

Skladno z vnaprej določeno klasifikacijo bodo rezultati analize vsakega od faktorjev primernosti razvrščeni v klasifikacijske razrede. Glede na velikost vpliva posameznega dejavnika, bodo klasifikacijskim razredom dodeljene uteži, ki bodo upoštevane pri sestavi matematičnega modela primernosti. Ob uporabi osnovnih GIS operacij bodo sloji logično prekriti. Rezultat bo analiza in prikaz primernosti z razvrstitvijo območij v razrede.

Celotna obdelava podatkov se bo izvedla v programskem okolju ArcGIS družbe ESRI.

2 PREGLED GIS OPERACIJ

Pri izvajanju prostorskih analiz v geografskih informacijskih sistemih uporabljamo operatorje logičnih, matematičnih, geometričnih in statističnih funkcij (Kvamme et al, 1997).

Operatorji logičnih funkcij so tisti, ki jih uporabljamo v logičnih operacijah z algebrainimi množicami in v Boolovi algebri.

Za operacije matematičnih funkcij je v uporabi tudi izraz algebra karte. Obravnavamo jih lahko kot računske operacije s, pretežno rastrskimi, podatki. Pojavljajo se tako v analizah atributnih kot geometrijskih podatkov ter predstavljajo najpomembnejše operacije v GIS.

Operatorji geometričnih funkcij so operatorji tistih aritmetičnih funkcij, ki jih uporabljamo ob pomoči geometričnih podatkov. Te operacije so zlasti računanje razdalj, površin, prostornin, usmerjenosti.

Operatorje statističnih funkcij najpogosteje uporabljamo v analizah atributnih podatkov. Posebno uporabne statistične funkcije so računanje maksimuma in minimuma, povprečja, frekvence, standardnega odklona, kovariance, multivarinace itd.

Zmožljivosti GIS za obdelavo prostorskih podatkov se najbolj pokažejo takrat, ko vse te osnovne operacije združujemo.

2.1 Spreminjanje meja razredov

Spreminjanje meja razredov je ena izmed štirih analitičnih operacij v GIS. Pri operaciji gre za prestrukturiranje informacij osnovnega sloja. Rezultat operacije je nov informacijski sloj z novimi spremenljivkami. Pri tem gre za združevanje obstoječih vrednosti v posamezne razrede ali spremembo že obstoječih meja razredov.

2.2 Algebra karte

Algebra karte je najpomembnejši analitični postopek v GIS. Primerjamo jo lahko z uporabo osnovnih računskih postopkov s prostorskimi podatki.

Vhodni podatkovni sloji morajo zajemati isto območje ter biti enake ločljivosti oziroma imeti morajo enako velikost mrežne celice. Metode, uporabljene v algebri karte, so operacije nad posameznimi točkami. Rezultat se torej vedno nanaša na točko v prostoru, iz katere so bili vzeti vhodni podatki (Kvamme et al, 1997).

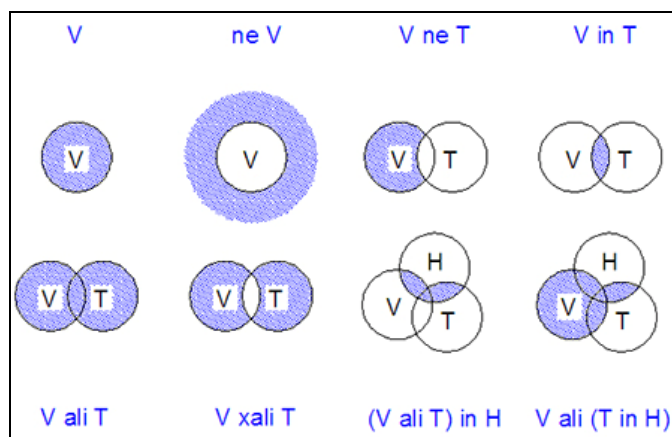
V splošnem algebro karte razdelimo na funkcije enega informacijskega sloja ter funkcije več informacijskih slojev. Pri funkcijah enega informacijskega sloja gre običajno za preproste operacije kot so množenje in deljenje sloja s skalarjem, logaritmiranje, računanje absolutne vrednosti, korena ali eksponentov. Možna je tudi uporaba trigonometričnih funkcij. Funkcije več informacijskih slojev so lahko precej bolj kompleksne. Poleg množenja in deljenja vsebujejo tudi seštevanje in odštevanje slojev ter nekatere dodatne funkcije (npr. cover, average, minimum, maximum).

2.3 Boolove operacije

Tako kot algebra karte so tudi Boolove operacije postopki nad celicami mreže. Rezultat ne spremeni prostorskega položaja celice. Rezultat Boolove operacije je t.i. Boolova podoba, znana tudi kot binarna ali logična podoba, ki vsebuje vrednosti 0 in 1.

Najpogosteje uporabljeni Boolovi operaciji sta unija in presek. Unija se navezuje na operacijo »ali« oziroma disjunkcijo, presek na operacijo »in« oziroma konjunkcijo. Omeniti velja tudi operacijo »ekskluzivni ali«, ki ga povzeto iz angleščine označimo z »XOR«.

Slika 1: Vennovi diagrami



Za razumevanje Boolove logike si pogosto pomagamo z Vennovimi diagrami, pri katerih za predstavitev dogodkov uporabimo krožce, ki jih za lažjo predstavitev rezultata po potrebi še barvamo in senčimo. Nekaj takšnih diagramov je prikazano na sliki 1, na kateri so V, T in H trije različni dogodki.

Lastnost Boolove algebre je, da ni komutativna. Vrstnega reda operacij torej ne smemo zamenjati. Sama izvedba Boolovih operacij je običajno precej enostavna, saj operacije zahtevajo enega ali več slojev v dvojiški obliki kar navadno brez težav dosežemo z reklasifikacijo oziroma združevanjem razredov podatkovnega sloja.

3 PODATKI ZA ANALIZO PRIMERNOSTI TERENA ZA TURNO SMUČANJE

V nadaljevanju sledi pregled podatkov, ki bodo uporabljeni pri analizi ter izdelavi karte primernosti terena za turno smučanja. Opisane bodo njihove splošne lastnosti ter način zapisa posameznega podatkovnega sloja.

Digitalni podatki, ki bodo uporabljeni v modelu primernosti terena za turno smučanje so digitalni model reliefa, Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev (GERK), Corine Land Cover Slovenija 2000 in Osnovni lavinski kataster.

3.1 Digitalni model reliefa

3.1.1 Splošno o digitalnem modelu reliefa

Zemeljsko površje je zvezna in trirazsežna ploskev. Teoretično ga lahko povsem opišemo z neskončnim številom diskretnih vrednosti. V realnosti tak pristop seveda ni mogoč, zato se uporablja končna množica meritev.

Digitalni model reliefa (DMR) je eden najpomembnejših osnovnih slojev GIS analiz, saj omogoča pridobitev številnih informacij o prostoru. Na osnovi razmerij med višinami lahko ustvarimo podatke kot so naklon, usmerjenost, konkavnost in konveksnost terena, položaj gorskih grebenov in vrhov. Z njim lahko ugotavljamo vidnost med posameznimi točkami, računamo profile in prečne prereze, določamo značilne točke in črte terena itd.

3.1.2 Opis podatkov

Digitalni model reliefa Slovenije je izdelala Geodetska uprava RS. Je sistem, ki obsega podatke digitalnih modelov višin Slovenije in njene okolice z ločljivostmi 12,5 m, 25 m in 100 m. Vir za izdelavo DMR 12,5 je bilo več kot 25 vrst višinskih podatkov, zajetih od leta 1947 do leta 2005. To so digitalni modeli reliefa z ločljivostjo od 10 m do 600 m, digitalizirane plastnice, sloji topografskih kart ipd.

Značilnosti digitalnega modela reliefa DMR 12,5 so (prostor.gov.si/cepp/):

- model višin je homogen in ne vsebuje grobih napak,
- model višin obsega širše območje okoli Slovenije,
- model višin obsega več kot 353 milijonov točk pri ločljivosti 12,5 m,
- ocenjena natančnost modela je 3,2 m (za ravnine 1,1 m, gričevja 2,3 m, hribovja 3,8 m, gorovja 7,0 m).

Vzporedno s cikličnim aerosnemanjem in izdelavo ortofota leta 2006 je bil izdelan digitalni model višin z velikostjo mrežne celice 5×5 m, DMV5. Njegove glavne značilnosti so (GURS 2007):

- natančnost modela je 1 m na odprtih območjih in 3 m na zaraščenem terenu,
- model pokriva celotno območje Slovenije in je bil izdelan v enem letu,
- izdaja se v obliki celične mreže z ločljivostjo 5 m.

Podatki digitalnih modelov višin se izdajajo v ASCII zapisu. Formata zapisa sta GRID in YXZ. Osnovna enota izdajanja je list velikosti 2,25 km × 3 km, kar ustreza velikosti lista Temeljnega topografskega načrta merila 1 : 5000.

ASCII GRD datoteka na začetku vsebuje glavo, ki vključuje sledeče podatke:

Polje	Pomen polja
ncols	število stolpcev
nrows	število vrstic
xllcorner	x koordinata levo (matematično)
yllcorner	y koordinata spodaj (matematično)
cellsize	velikost celice
nodata_value	vrednost celice brez podatka (void value)

Glavi sledi zapis matrike višin (H). Začne se z višino točke zgoraj levo. Višine so ločene s presledki. Zapisane so v metrih, s centimetrsko natančnostjo. Vrednost celice brez podatka je -999. Decimalke so ločene s piko. Razpored višin je sledeč:

```
H(1,1) H(1,2) ... H(1,m)
H(2,1) H(2,2) ... H(2,m)
...
```

$H(n, 1) \ H(n, 2) \ \dots \ H(n, m)$

Izhodiščna točka je spodaj levo (xllcorner, yllcorner).

XYZ format zapisa digitalnega modela reliefa se izdaja v ASCII zapisu s horizontalnima in višinsko koordinato za posamezni vogal mrežne celice (y, x, H). V tem primeru so koordinate posamezne točke zapisane vsaka v svoji vrstici.

3.2 Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev (GERK)

3.2.1 Splošno o Grafičnih enotah rabe kmetijskih gospodarstev

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) v sodelovanju s Kmetijsko gozdarsko zbornico, Upravnimi enotami, Geodetsko upravo RS, Skladom kmetijskih in gozdnih zemljišč in Zavodom za gozdove Slovenije izvaja vzpostavitev sistema grafičnih enot rabe zemljišč kmetijskih gospodarstev, GERK (<http://www.mkgp.gov.si>).

Raba kmetijskih zemljišč iz katastra dejanske rabe kmetijskih zemljišč je raba kmetijskih zemljišč v digitalni grafični obliki, ki jo ministrstvo vzdržuje in vodi na podlagi ortofoto posnetkov (DOF), satelitskih posnetkov ali drugih virov po posameznih vrstah rabe in v skladu s predpisom, ki ureja kataster dejanske rabe kmetijskih zemljišč (<http://www.mkgp.gov.si>). Pisarniška digitalna interpretacija kmetijskih zemljišč se dopolnjuje s terenskimi pregledi.

Kataster dejanske rabe kmetijskih zemljišč pokriva območje celotne Slovenije in je ena izmed osnovnih grafičnih evidenc za vzpostavitev sistema GERK.

Grafična enota rabe zemljišč kmetijskih gospodarstev je strnjena površina kmetijskega zemljišča z isto vrsto dejanske rabe, ki je v uporabi enega kmetijskega gospodarstva in na kateri raste ena vrsta kmetijske rastline. Kmetijsko gospodarstvo so vse proizvodne enote, s katerimi upravlja nosilec kmetijskega gospodarstva in se nahajajo na ozemlju Republike Slovenije (Hrustel et al, 2005).

3.2.2 Opis podatkov

Podatki v GERK so zapisani ločeno za posamezno občino. Za vsako občino se hranijo tri grafične datoteke (<http://rkg.gov.si/GERK>):

- OB_###_GERK.shp (.dbf, .shx),
- OB_###_RABA.shp (.dbf, .shx) in
- OB_###_HMO.shp (.dbf, .shx).

Poleg tega GERK vsebuje tudi seznam kmetijskih gospodarstev, šifrant rabe in podatke o lokaciji.

Pri izdelavi karte primernosti terena za tuno smuko bodo uporabljeni podatki o rabi na območju občine (OB_###_RABA.shp). Sloj vsebuje dejansko rabo kmetijskih in gozdnih zemljišč.

Tabela 2: Opis pisnih podatkov podatkovnega sloja RABA Grafičnih enot rabe kmetijskih gospodarstev (rkg.gov.si/GERK)

Name	Opis
RABA_PID	neponovljiva številka poligona rabe tal
RABA_ID	šifra dejanske rabe zemljišč
VIR	vir zajema podatkov
AREA	površina poligona (m ²)
STATUS	P - veljavno stanje
D_OD	datum zadnje spremembe

Opis pisnih podatkov OB_###_RABA.dbf je zapisan v tabeli 2.

3.3 Corine Land Cover Slovenija 2000

3.3.1 Projekt I&CLC2000

Evropska agencija za okolje (EEA) ter Evropska komisija (European Commission) sta leta 1999 začeli s projektom IMAGE2000 in 2000 Project (I&CLC2000), katerega cilj je bil vzdrževanje podatkovne baze Corine Land Cover (CLC). CLC vsebuje za celotno Evropo,

po enotni metodologiji zbrane podatke o pokritosti tal. Izhodiščno gradivo za obnovo podatkovne baze CLC na stanje v letu 2000 in identifikacijo glavnih sprememb pokritosti glede na prvi zajem iz leta 1990 so bili ortorektificirani satelitski posnetki (IMAGE2000) držav Evropske unije in pridruženih članic PHARE (Duhovnik, 2004).

V Sloveniji se je projekt začel na pobudo Agencije Republike Slovenije za okolje. Vse dejavnosti v zvezi s potekom projekta je vodila Geodetska uprava Republike Slovenije.

3.3.2 Splošno o Corine Land Cover Slovenija 2000

Glavni vir za interpretacijo pokritosti tal so bili ortorektificirani satelitski posnetki, ki jih je priskrbel Skupni raziskovalni center Evropske Komisije (JRC). S sateliti Landsat 7 je bilo pridobljenih osem spektralnih pasov. Državne topografske karte, evidenca rabe zemljišč in ortofoto posnetki so bili uporabljeni kot dopolnilni viri interpretacije (Duhovnik, 2004).

Poleg revidiranja podatkovnega niza CLC95, izdelanega v letih 1996 in 1997, izdelave CLC2000 in identifikacije glavnih sprememb pokritosti glede na prvi zajem stanja so bili izdelani tudi metapodatki. Metapodatkovna struktura je bila določena s standardnim obrazcem. To je zagotovilo njihovo enotno strukturo v vseh sodelujočih državah. Metapodatki vsebujejo podatke o nosilcu projekta, o uporabljenih osnovnih in dopolnilnih virih, o procesiranju podatkov in njihovi nomenklaturi, strojni in programski opremi, kakovosti podatkovnih nizov, možnosti uporabe itd.

3.3.3 Opis podatkov

Projekt I&CLC2000 določajo naslednji elementi (<http://eionet-si.arso.gov.si>):

- Merilo kartiranja je 1 : 100.000. Natančnost zajetih podatkov mora biti 100 m ali manj.
- Minimalna površina zajema je 25 ha.
- Kartirajo se le poligoni. Najmanjša širina zajete površine je 100 m.
- CLC nomenklatura je hierarhična in zajema 44 razredov na tretji, 15 na drugi in 5 na prvi ravni. Obvezna je nomenklatura na tretji ravni (za vseh 44 razredov).

- V končni verziji podatkov ne sme biti neklasificiranih površin.

CORINE Land Cover Slovenija 2000 pokriva celotno ozemlje države.

3.4 Osnovni lavinski kataster

3.4.1 Splošno o osnovnem lavinskem katastru

Osnovni lavinski kataster obsega 1257 plazov s 43 podatki za vsakega od njih. Podatki so ločeni v tri različne sklope, ki služijo (Pavšek, 2002):

- prepoznavanju in natančnejšemu krajevnemu opredeljevanju plazov v ožjem in širšem smislu (zaporedna številka plazov, oznaka lista temeljnega topografskega načrta v merilu 1 : 10.000, na katerem je plaz zajet, koordinati centroida plazov, upravna enota, naselje itd.),
- natančnejšemu ovrednotenju in predstavitvi naravnogeografskih značilnosti plaznice (številčne vrednosti višinskih, naklonskih, dolžinskih in površinskih lastnosti plaznice, oblika oziroma prerez plaznice, njena zaraščenost, stabilnost in plodnost zemljišč itd.),
- predstavitvi temeljnih značilnosti plazov z vidika ogroženosti (stanje zaraščanja plaznice, ogroženost prometa, zemljišč in objektov, ekspozicija plaznice in pogostost proženja).

Za izdelavo razširjene podatkovne zbirke plazov na območju Julijskih Alp oziroma Dopolnjenega lavinskega katastra, se je izbor vzorca plazov izvajal na osnovi predhodnih rezultatov obdelave podatkov iz osnovnega lavinskega katastra in značilnosti podatkovnih slojev GIS-a za Slovenijo. GIS za Slovenijo je obsežna zbirka digitalnih podatkov na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU; GIAM. Njegovi podatkovni sloji so temeljili na digitalnemu modelu reliefa s hektarsko velikostjo mrežne celice (100×100 m). Tako so bili obdelani le plazovi površine večje od 1 ha. V Osnovnem lavinskem katastru je takih plazov 864, od tega jih je na območju Julijskih Alp 506.

3.4.2 Opis podatkov

V katastru so popisani predvsem plazovi, ki so v bližini naseljenih območij in ogrožajo kmetijska zemljišča, stavbe ter prometno in komunikacijsko infrastrukturo. Podatkovna zbirka je sestavljena iz grafične predstavitve plazov, kjer je v vektorskem zapisu podan tloris obsega pogostega in maksimalnega obsega plazu. Ostali podatki o plazu in sami plaznici so podani v popisnem listu.

Za izdelavo Osnovnega in Dopolnjenega lavinskega katastra so bili uporabljeni številni ustni in pisni viri od začetka 20. stoletja dalje (Pavšek, 2002). Zanesljivost in točnost podatkov sta odvisni predvsem od vrste in starosti virov. Najbolj zanesljivo a zamudno je terensko delo ob spremstvu lokalnih poznavalcev. Vendar moramo biti do ustnih virov zaradi pogostega pretiravanja ali potvarjanja zaradi časovne odmaknjenosti še posebno kritični. Nekoliko zanesljivejši so pisni viri, vendar je rekonstrukcija posameznega dogodka še vedno nezanesljiva. V veliko pomoč so podrobni opisi, fotografije ali prikaz na topografskih kartah primerne merila.

4 SPLOŠNO O VPLIVIH NA TURNO SMUČANJE

V tem poglavju bo opisan pregled faktorjev primernosti na turno smučanje in princip dodeljevanja uteži faktorjem.

4.1 Pregled faktorjev primernosti

Faktorje primernosti razdelimo v tri skupine na treh ravneh. Na prvi ravni gre za izbiro splošnega območja, primerne za turno smučanje. Drugo raven definirajo nevarnost zdrs, prehodnost in plazovitost. Dejavniki, ki vplivajo na plazovitost terena so faktorji tretje ravni primernosti.

Na izbiro terena, primerne za turno smučanje, primarno vplivajo trije dejavniki, ki splošno zagotavljajo turnosmučarske pogoje. To je zagotovitev snežne odeje, na katero vplivata tip podnebja in nadmorska višina. Tretji dejavnik na prvi ravni je trajanje snežne odeje.

Znotraj območja, ki ga primarni dejavniki izražajo kot primerne za turno smučanje, se moramo vprašati, kaj nam v lokalnem smislu zagotavlja dobro izvedbo turnosmučarske ture. Bistvo ture je, da je speljana preko prehodnih pobočij in da je varna. Za zagotovitev varnosti sta ključna vpliva dveh dejavnikov, nevarnost zdrs in plazovitost.

Zadnja, tretja stopnja faktorjev primernosti se nanaša na plazovitost območja, na katero vplivajo naklon, zakrivljenost in ekspozicija terenske ploskve ter pokritost tal. Poleg omenjenih dejavnikov ima velik vpliv na varno izvedbo ture tudi količina novozapadlega snega, katere vpliv se, ob povečanju višine snežne odeje, kaže predvsem na območjih znanih snežnih plazov, ki so tipični neprimerni turnosmučarski tereni.

4.2 Klasifikacija faktorjev

Vsak od faktorjev bo klasificiran v več razredov. Vsakemu od razredov bo glede na velikost vpliva dodeljena utež velikosti med 0 in 1. Pri tem bo utež 0 dobil klasifikacijski razred, ki bo predstavljal neprimerno območje za turno smučanje (npr. naklon večji od 45°). Velikost uteži se bo večala skladno s primernostjo posameznega klasifikacijskega razreda na primernost terena za turno smučanje.

Pri izračunu plazovitosti bodo faktorjem uteži dodeljene obratno. Bolj kot bo zaradi posameznega dejavnika teren plazovit, bolj bo utežen. Velikost posamezne uteži bo skladna tudi s pomembnostjo posameznega faktorja primernosti glede na ostale vplive. Tako bo npr. naklonu dodeljena večja utež kot zakrivljenosti.

Uteži bodo klasifikacijskim razredom posameznega faktorja dodeljene na podlagi pregleda in analize razpoložljive literature ter na podlagi izkustvenih podatkov. V primerih, ki bodo to omogočali, bo za dodelitev uteži uporabljena matematična osnova.

5 PRIMARNI FAKTORJI PRIMERNOSTI ZA TURNO SMUČANJE

Kot je bilo omenjeno v pregledu faktorjev primernosti, primarno na primernost terena za turno smučanje vplivajo dejavniki, ki zagotavljajo pogoje za smučanje. Sneg, glavni pogoj za turno smučanje, zagotavljata tip podnebja ter nadmorska višina. Pomemben vpliv pa ima tudi trajanje snežne odeje.

V nadaljevanju sledi kratek pregled omenjenih faktorjev.

5.1 Podnebje

Podnebje je pojem, ki označuje povprečno vremensko stanje v nekem kraju ali pokrajini (Kunaver, 1998). Povprečni klimatski podatki so po dogovoru v okviru Svetovne meteorološke organizacije pridobljeni na podlagi 30-letnih opazovanj (ARSO, 2006), kar pri opisovanju podnebnih značilnosti zagotavlja zajem značilnih podnebnih nihanj zunanjih dejavnikov (npr. astronomskih) in oceno značilne spremenljivost podnebja, kot posledico takih nihanj.

5.1.1 Podnebni tipi v Sloveniji

Podlaga za delitev podnebnih tipov v posamezne skupine in vrste so toplotni pasovi. Znotraj le-teh se izoblikujejo podnebna območja, ki s svojim podnebjem predstavljajo podnebne tipe.

Podnebje v Sloveniji določajo številni dejavniki, najpomembnejši so (Kunaver, 1998) njena geografska lega, razgiban relief, usmerjenost gorskih grebenov in bližina morja. Posledica prepleta številnih dejavnikov je zelo raznoliko podnebje. Tako imamo tri prevladujoče tipe podnebja, na posameznih območjih pa se njihovi vplivi prepletajo: v vzhodni Sloveniji imamo zmerno celinsko podnebje, v osrednji Sloveniji subalpsko (v gorskem svetu alpsko) in zahodno od dinarsko-alpske pregrade submediteransko podnebje. Podnebna raznolikost Slovenije se kaže v razlikah med vrednostmi podnebnih spremenljivk ter v njihovi dnevni, sezonski in večletni spremenljivosti (ARSO, 2006).

Za večji del Slovenije je značilno zmerno celinsko podnebje.

Alpsko podnebje je značilno za alpska visokogorja, pripadajoče gorske doline in nekatere dinarske planote. Glede na temperature, gorsko podnebje delimo na dva tipa: podnebje višjega in podnebje nižjega gorskega sveta.

5.1.2 Vpliv faktorja na primernost

Podnebje na primernost območja za turno smučanje vpliva predvsem s količino in letno razporeditvijo padavin ter povprečno letno temperaturo.

Prostorska porazdelitev padavin v Sloveniji je močno povezana z njenim razgibanim reliefom (ARSO, 2006). Zaradi orografskega učinka se količina padavin povečuje, ko gremo od morja proti notranjosti Slovenije in doseže maksimum na dinarsko-alpski pregradi. Nekoliko manjši, vendar kljub temu opazen maksimum padavin se pojavlja tudi v Kamniško-Savinjskih Alpah. Povečana količina padavin v gorskih predelih Slovenije, z maksimumom letnih padavin v Julijskih Alpah, je posledica premikanja zračnih mas pravokotno na orografske pregrade. Zračne mase se ob njih dvigajo, zrak se ohlaja. Posledica tega so padavine.

Drugi faktor so nižje povprečne letne temperature, ki poleg večje količine padavin oba tipa alpskega podnebja zaznamujejo kot najprimernejša turno smučarska podnebna tipa.

5.1.3 Klasifikacija

Glede na to, da večina ozemlja Slovenije (razen obale, kjer je submediteransko podnebje) pripada zmernemu celinskemu podnebjju, je poleg podnebnih pasov, razporejenih v vodoravni smeri, smiselno upoštevati višinske podnebne pasove v gorskih območjih, na pojav katerih vpliva predvsem znižanje temperature ozračja z višino. Med gorskimi podnebjji ločimo tri podnebne tipe: podnebje višjega gorskega sveta, podnebje nižjega gorskega sveta v zahodni Sloveniji in podnebje nižjega gorskega sveta v severni Sloveniji.

5.2 Nadmorska višina

Nadmorska višina oziroma absolutna višina točke je vertikalna oddaljenost točke od ničelne nivojske ploskve (Ambrožič, 2004). Višine v slovenskem koordinatnem sistemu so podane v sistemu normalnih ortometričnih višin z višinsko referenčno ploskvijo v bližini geoida (Vodopivec et al, 2002). Geoid je analitično neopisljiva ploskev, ki sovпада s srednjim nivojem morske gladine. Izhodišče slovenskega višinskega koordinatnega sistema je geoid, ki ga definira srednji nivo morja na mareografu v Trstu.

5.2.1 Izračun nadmorske višine točke

V digitalnem modelu reliefa imamo podane višine točk kvadratne mreže. Potek izolinij, ki povezujejo točke z enako višino, dobimo z interpolacijskimi algoritmom, ki na podlagi višin vogalov mreže poišče, na kateri strani plastnica vstopi in na kateri izstopi. Rezultat algoritma je seznam presečišč, ki se povežejo z ravnimi linijami ali krivuljami.

5.2.2 Vpliv faktorja na primernost

Z naraščanjem nadmorske višine se delež snega v letni količini padavin povečuje. Nadmorska višina je pri vsakokratnem sneženju pomembna v zvezi z mejo sneženja.

5.2.3 Klasifikacija

V Vzhodnih Alpah je bilo ugotovljeno, da se delež snega v celotni količini padavin na vsakih 100 metrov poveča za 3 odstotke (Kladnik, 1999). Tako na nadmorski višini 450 m predstavlja 10% letnih padavin, na 1000 m 30%, na 1500 m 46%, na 2000 m 59%, na 3000 m 85%, medtem ko doseže 100% na višini 3600 m.

Z večanjem nadmorske višine se torej snežna odeja debeli ter s tem omogoča boljše ter dolgotrajnejše turnosmučarske pogoje. Nadmorska višina bo klasificirana v razrede širine 100 višinskih metrov. Večja kot bo nadmorska višina, bolj primerno bo območje.

Ob upoštevanju dejstva, da nad 3600 metri 100% padavin predstavlja sneg, višinskim pasovom nad to mejo dodelimo utež 1. Nadmorska višina 0 m ima utež 0. Glede na trditev iz prvega odstavka tega poglavja ugotovimo, da se primernost terena za turno smučanje v

odvisnosti od nadmorske višine povečuje približno linearno. Mejni točki lahko zato povežemo v premico, s čemer pridobimo enačbo povečevanja deleža snega v letnih padavinah v odvisnosti od nadmorske višine:

$$delež_snega = \frac{h}{3600}$$

h je v metrih podana nadmorska višina.

Skladno z zgornjo enačbo bodo dodeljene uteži posameznih višinskih pasov med 0 m in 3600 m.

5.3 Trajanje snežne odeje

Višina novozapadlega in skupnega snega sta meteorološki spremenljivki, ki jih enkrat dnevno (ob 7. uri) merijo na meteoroloških postajah (<http://www.meteo.si>). Meritev predstavlja višino novozapadlega snega v zadnjih 24-ih urah ter skupno višino snežne odeje, ki tako podajata podatke o številu dni s snežno odejo.

5.3.1 Vpliv faktorja na primernost

Čim daljše je trajanje snežne odeje, tem bolj je teren primeren za turno smučanje.

5.3.2 Klasifikacija

Na karti Prostorske porazdelitve trajanja snežne odeje za obdobje 1961/62-1990/91 (Priloga A), ki je bila izdelana na osnovi tridesetletnega povprečja, je trajanje snežne odeje razdeljeno v osem razredov. Zgornji razred prikaza je omejen na 200 dni in več. Od spodnje meje zadnjega klasifikacijskega razreda, torej 200 dni, navzgor, bo dodeljena utež 1. Kraji, ki so vse leto brez snega bodo imeli utež 0. Vsem ostalim klasifikacijskim razredom bo utež dodeljena sorazmerno s številom dni s snežno odejo. Pri tem bo velikost uteži računana kot aritmetična sredina uteži za zgornjo in uteži za spodnjo mejo vsakega od klasifikacijskih razredov.

5.4 Predpostavke in poenostavitve

Da model primernosti terena za turno smučanje ne bo preveč zapleten bodo že na začetku upoštevane sledeče predpostavke in poenostavitve:

1. Delovanje modela bo omejeno na ozemlje Slovenije.

Praktično vso državo, z izjemo Primorske, del leta pokriva snežna odeja (ARSO, 2006). V visokogorju leži snežna odeja v povprečju dlje kot 200 dni v sezoni, v nižinah osrednje Slovenije pa v povprečju od 20 do 60 dni na sezono. Skupna višina novozapadlega snega je v nižinah osrednje in vzhodne Slovenije med 60 cm in 100 cm, medtem ko v visokogorju v povprečju v sezoni zapade več kot 4 m snega.

2. Skladno s predpostavko 1 in zgoraj zapisanimi dejstvi, tip podnebja ni pomemben. Vsi podnebni tipi na območju Slovenije omogočajo snežne padavine.
3. Števila dni s snežno odejo ne upoštevamo, saj je iz karte trajanja snežne odeje (Priloga A) razvidno, da je ob normalni zimi, v Sloveniji v vseh krajih kdaj sneg.

Iz navedenih predpostavk sledi, da primarni faktorji primernosti v modelu ne bodo upoštevani. V izračun primernosti terena za turno smučanje bodo tako vključeno le faktorji druge in tretje ravni.

6 SEKUNDARNI FAKTORJI PRIMERNOSTI TERENA ZA TURNO SMUČANJE

Faktorji druge ravni definirajo pogoje, ki so z vidika turnega smučarja velikega pomena za izvedbo ture. Na prvem mestu je varnost njene izvedbe. V to skupino spadata dejavnika nevarnost zdrsa ter plazovitost. Poleg slednjih ima velik vpliv tudi prehodnost terena.

Sekundarni faktorji primernosti terena za turno smučanje torej zagotavljajo, da bo turnosmučarska tura speljana čez območje, ki bo prehodno in varno. Vpliv posameznih dejavnikov je predstavljen v nadaljevanju.

6.1 Nevarnost zdrsa

6.1.1 Vpliv faktorja na primernost

Pozimi poleg snežnega plazu največjo nevarnost predstavlja zdrs. Nevarnost zdrsa se kaže kot posledica težavnosti in izpostavljenosti terena.

Težavnost tvorita fizična in psihična komponenta. Prva je odvisna od strmine in vrste snega, druga še od izpostavljenosti. Leden ali trd sneg težavnost dodatno povečujeta.

Izpostavljenost predstavlja posledice morebitnega padca po pobočju navzdol. Njena ocena je že v osnovi zelo subjektivna, saj je, neodvisno od strmine, ocenjevanje izpostavljenosti težavno.

V praksi je za oceno težavnosti bolj kot sam nagib pomemben iztek terena, strmina pod mestom kjer smučamo. Strma pobočja z lepim iztekom predstavljajo lažji svet kot pobočja, ki se končajo s skalnim skokom. Ker pa so z izjemo naklona, vsi dejavniki nevarnosti zdrsa matematično neopisljivi, jih v analizo ni mogoče vključiti. Posledično bo nevarnost zdrsa upoštevana le v odvisnosti od naklona terena.

6.1.2 Klasifikacija

Za klasifikacijo naklona, kot najpomembnejšega dejavnika nevarnosti zdrs, je potrebno predhodno razložiti razliko med turnim in alpinističnim smučanjem oziroma postaviti meje turnega smučanja.

Turno smučanje predstavlja smučanje zunaj urejenih smučišč v sredogorju in visokogorju. Turni smučar se na vrh gore oziroma cilja praviloma povzpne z lastnimi močmi, peš ali na smučeh pri čemer uporaba derez in cepina praviloma ni potrebna. Turno smučanje se odvija na položnih in zmerno strmih pobočjih, kjer padci niso kritični (Črnivec, 1997).

Alpinistično smučanje predstavlja nadgradnjo turnega smučanja v visokogorju, ki se odvija na večjih strminah, ki presegajo 45° naklona. V tem primeru gre za teren, na katerem padec ni priporočljiv oziroma kjer vsak zdrs ali padec predstavlja resno nevarnost (Črnivec, 1997).

Skladno z definicijama bo naklon večji od 45° klasificiran v razred, ki bo predstavljal teren, neprimeren za turno smučanje. Dodeljena mu bo utež 0 (Tabela 3).

Pobočja majhnega naklona ($\alpha < 3^\circ$) in ravnine z vidika turnega smučanja niso najbolj primerna. Ker je v tem poglavju naklon obravnavan kot vzrok za nevarnost zdrs, bodo območja majhnega naklona klasificirana v teren, primeren za turno smučanje. Utež vseh terenov, primernih za turno smučanje bo enaka 1.

Tabela 3: Klasifikacija naklona kot dejavnika nevarnosti zdrs

Naklon pobočja	Utež klasifikacijskega razreda
$0^\circ < \alpha \leq 45^\circ$	1
$\alpha > 45^\circ$	0

6.2 Prehodnost

6.2.1 Vpliv faktorja na primernost

Za določitev primernosti terena za turno smučanje z vidika prehodnosti oz. smučljivosti izhajamo iz podatka o pokritosti tal. Fizične ovire pri turnem smučanju predstavljajo gosto

zaraščeni gozdovi ter ruševnat in grmičast svet. Ruševje je tip rastja, značilen za gorski svet. Največji vpliv se kaže pri iglastih gozdovih saj sta ruševje in grmičevje zaradi nizke višine rastja že v začetku zime prekrita s snežno odejo. V času zime zato ne predstavljata težko prehodni svet.

6.2.2 Klasifikacija

Kot napisano, največjo oviro turnemu smučarju predstavljajo iglasti gozdovi. Le-ti so običajno gosto zaraščeni in zato težko prehodni. Poleg tega na gostih vejah iglavcev obstane velik del snega. Snežna odeja na tleh je zato pičla, neenakomerno debela, mestoma lahko tudi nepovezana.

Ostale vrste pokritosti tal omogočajo enostavno prehodnost. Tudi gosto zaraščen rušnat svet zaradi svoje višine (do 1 metra) v zimskem času gorniku ali turnemu smučarju ne predstavlja ovire.

Tabela 4: Klasifikacija prehodnosti

Prehodnost	Utež klasifikacijskega razreda
iglast gozd	0
ostali tipi rastja	1

Klasifikacija prehodnosti je predstavljena v tabeli 4.

6.3 Plazovitost

Plazovitost je pojem, ki opisuje nevarnost sprožitve snežnega plazju.

Snežni plaz je gibajoči se del snežne odeje ali ledene gmote, ki drsi, teče ali, zvrtničen v zrak pada v globino, dokler se zaradi izgube gibalne količine ne ustavi (Šegula, 1986).

6.3.1 Lavinska ogroženost

Ogroženo območje je, na podlagi izbranih kriterijev in metod, omejeni del zemeljskega površja, kjer obstaja možnost pojavljanja določene vrste naravnih nesreč. Kadar so to

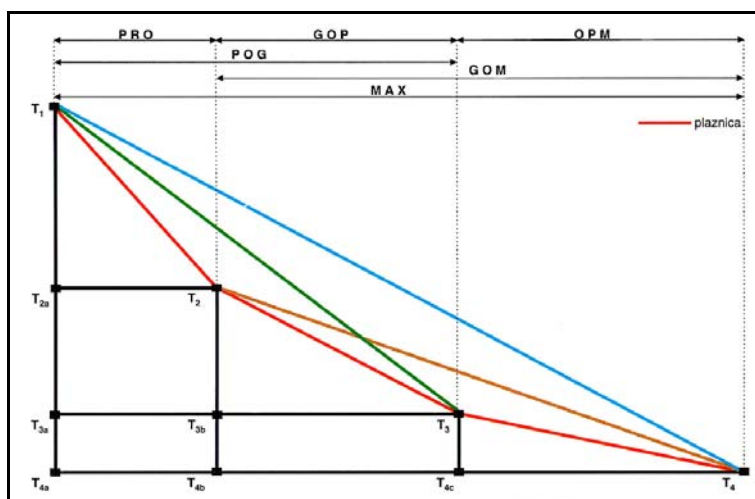
snežni plazovi, govorimo o ogroženem območju zaradi snežnih plazov ali tudi lavinsko ogroženem območju.

Ločimo dejansko in potencialno ogroženo območje. Pri dejanskem gre za območje, na katerem so bili s pomočjo najrazličnejših virov in literature ugotovljeni ali celo dokumentirani pojavi posameznih vrst naravnih nesreč iz preteklosti. O potencialno ogroženem območju govorimo takrat, ko ob poznavanju osnovnih zakonitosti naravnih nesreč in na osnovi pregleda in analize posameznih, za ogroženost površja pomembnih pokrajinskih sestavin izbranega območja domnevamo, da obstaja velika verjetnost pojava ene ali več naravnih nesreč določene moči in obsega (Pavšek, 2002).

6.3.2 Opredelitev značilnih območij plazu

Ločimo tri območja snežnega plazu oziroma plaznice: območje proženja, območje gibanja in območje odlaganja (Pavšek, 2002). Območje proženja plazu je tisti del strmine, na katerem se sproži plaz oziroma del pobočja, na katerem se trgajo snežni plazovi. Območje gibanja je svet, po katerem plaz drsi. Predstavlja najdaljši del plaznice, na katerem je hitrost plazu največja. Območje odlaganja plazu je konec oziroma čelo plazu, kjer se odlaga plazovina.

Slika 2: Višinski podatki plaznice (Pavšek, 2002)



Osnova za razdelitev plaznice so štiri višinski podatki (Slika 2):

T_1 - zgornja nadmorska višina območja proženja plazu

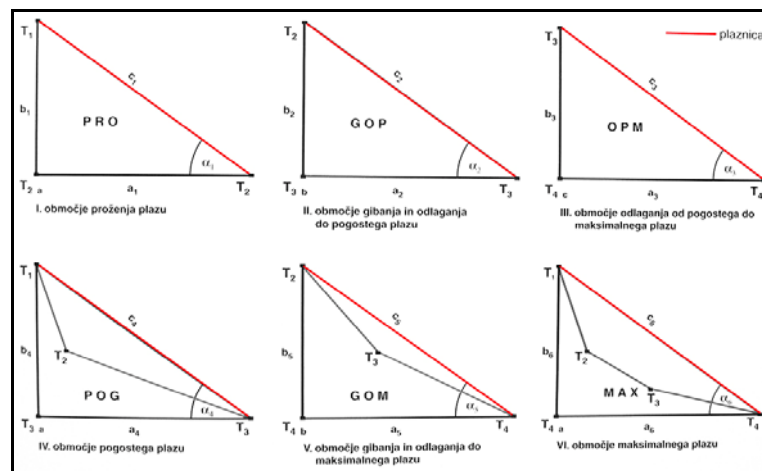
T_2 - spodnja nadmorska višina območja proženja plazu

T_3 - spodnja nadmorska višina pogostega plazu

T_4 - spodnja nadmorska višina maksimalnega plazu

Spodnja nadmorska višina pogostega plazu definira višinsko točko, ki na določenem območju predstavlja najpogostejšo spodnjo mejo območja odlaganja. Podobno spodnja nadmorska višina maksimalnega plazu označuje maksimalno spodnjo mejo območja odlaganja.

Slika 3: Razdelitev snežnega plazu na podobmočja (Pavšek, 2002)



V prikazu razdelitve snežnega plazu na podobmočja (Slika 3) so:

α_i - naklonski kot podobmočja

a_i - projekcijska vodoravna razdalja podobmočja

b_i - višinska razlika podobmočja

c_i - dolžina podobmočja

Za potrebe analize plazovitosti območja sta pomembni zlasti skrajni vrednosti območja maksimalnega plazu, torej zgornja točka območja proženja in spodnja nadmorska višina maksimalnega plazu.

6.3.3 Vpliv faktorja na primernost

Za izračun plazovne ogroženosti je potrebno upoštevati različne dinamične procese. Pomembno vlogo igrajo faktorji kot so vrsta in lastnosti snega, veter, temperatura, izpostavljenost soncu (trajanje in intenziteta sončnega obsevanja), naklon in ekspozicija terena ter posamezne značilnosti terenske ploskve (Kriz, 2001).

Pri analizi primernosti terena za turno smučanje je najpomembnejši poudarek na potencialni lavinski ogroženosti. V model primernosti terena za turno smučanje bodo vključeni vplivi štirih dejavnikov plazovitosti (naklon, pokritost tal, zakrivljenost in ekspozicija terenske ploskve), katerih velikosti vplivov se bodo ugotavljale v nadaljevanju. Razlog za takšno izbiro faktorjev je predvsem v tem, da je težko pridobiti korektne podatke o vrsti snega, temperaturi, vetru. Le-te bi bilo potrebno pridobiti z ustrezno interpolacijsko metodo podatkov iz obstoječih meteoroloških postaj. Takšen pristop bi zahteval prevelik obseg dela, obdelava metode pridobivanja podatkov za celotno ozemlje Slovenije pa bi bila primerna za obravnavo v samostojni nalogi.

Skladno z dobljenimi rezultati se bo določila plazovitost terena. Bolj ko bo teren plazovit, manj primeren bo za turno smučanje.

Pri določanju plazovitosti je potrebno upoštevati tudi dejansko lavinsko ogroženost. V to skupino spadajo območja, ki so bila na podlagi ustnih in pisnih virov ter terenskega ogleda popisana kot območja znanih snežnih plazov (Pavšek, 2002). Njihov pomen se kaže predvsem v primeru prirastka snežne odeje.

6.3.4 Klasifikacija

Dejanska plazovna ogroženost je povezana s količino novozapadlega snega in posledično spremembo stopnje plazovitosti. Za večje stopnje plazovitosti bo plaziščem oziroma območjem znanih snežnih plazov, popisanih v lavinskem katastru, dodeljena utež 0. V primeru večje količine novozapadlega snaga so omenjena območja zelo nevarna in kot taka neprimerna za turno smučanje.

Znotraj območja, gledano z vidika plazovitosti, primerne za turno smučanje, bo določena potencialna plazovna ogroženost. Klasifikacija dejavnika bo izvedena skladno z vplivi faktorjev plazovitosti, predstavljenimi v naslednjem poglavju.

7 FAKTORJI PLAZOVITOSTI

Osnovni pogoj za sprožitev plazju je povečanje napetosti v snežni odeji, ki je v veliki meri odvisna od naklona površja (Šegula, 1986). Vse ostalo naredi sila težnosti, ki snežno odejo potiska od njenega prijemališča. Drugi dejavnik, ki močno vpliva na plazove, je rastje. Le-to skupaj z oblikami površja vpliva na hrapavost plaznice, od katere sta odvisni sila trenja in lepenja snežne odeje. Notranje sile povečuje tudi sama oblika površja. Veliko vlogo pri tem ima zakrivljenost terena, saj v konveksnih površjih prihaja do povečanja napetosti v snežni odeji. Četrty faktor plazovitosti je ekspozicija površja. Količina sončne energije, ki jo prejme površje vpliva na procese v snežni odeji ter s tem na njeno stabilnost. Zadnji faktor je količina novozapadlega snega. Z večanjem količine novega snega se povečuje tudi plazovitost terena.

7.1 Naklon

Naklon terena je eden pomembnejših faktorjev za razumevanje in napovedovanje potencialne lavinske ogroženosti (Kriz, 2001).

Digitalni model reliefa je diskretni zapis višin terena. Naklon v posamezni rastrski celici modela terena je določen preko njene tangentne ravnine. Definirata jo dve komponenti, gradient in usmerjenost rastrske celice. Gradient predstavlja največjo stopnjo spreminjanja višine, usmerjenost azimut tega spreminjanja. Naklon izražamo v ločnih stopinjah ali odstotkih. Stopinje se uporabljajo predvsem v znanstvenih, odstotki pri prometnih študijah.

Za oceno in uporabo naklona kot faktorja plazovitosti je velikega pomena kvaliteta digitalnega modela reliefa (natančnost podatkov in ločljivost). Za kartiranje plazovitosti je idealni DMR z ločljivostjo mrežne celice 5 m – 10 m, saj z manj podrobnimi modeli reliefa (25 – 50 metrski) ni mogoče predstaviti vseh kritičnih pojavov terena, ki so pomembni za modeliranje plazovitosti (Kriz, 2001).

7.1.1 Izračun naklona

Poznanih je več, od tipa podatkov odvisnih metod izračuna naklona. Ko imamo digitalne podatke terena v rastrski obliki, se izračun odvodov za posamezno celico višinske mreže izvede preko matrike velikosti 3×3 celice, ki se premika preko karte.

Obdelava podatkov se bo izvajala v programskem okolju ArcGIS, v katerem se naklon računa preko tangensa kota med spremembo nadmorske višine ter razdalje.

Algoritem, vgrajen v programsko okolje ArcGIS naklon računa preko enačbe (ESRI, 2005):

$$\text{tg}(\text{naklon}) = \sqrt{\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 - \left(\frac{dz}{dy}\right)^2}$$

Če višine celic matrike 3×3 označimo s koeficienti od *a* do *i*:

a	b	c
d	e	f
g	h	i

enačbi za izračun sprememb zapišemo v obliki (ESRI, 2005):

$$\frac{dz}{dx} = \frac{(c + 2f + i) - (a + 2d + g)}{8 \cdot d_x}$$

$$\frac{dz}{dy} = \frac{(g + 2h + i) - (a + 2b + c)}{8 \cdot d_y}$$

kjer sta:

d_x - velikost celice v x smeri

d_y - velikost celice v y smeri

7.1.2 Vpliv faktorja na plazovitost

Na ravni podlagi snežna odeja ne plazi, saj na njo ne deluje nobena sila, ki bi jo potiskala po podlagi. Ta se pojavi šele s strmino, ko sila težnosti dobi komponento tudi v smeri pobočja. Ta je tem večja, čim večji je nagib (Šegula, 1986):

$$F_p = G \cdot \sin \alpha$$

F_p - komponenta sile težnosti v smeri pobočja

G - sila teže snežne gmote

α - naklonski kot pobočja

Nevarnost sprožitve snežnega plazua se povečuje z večanjem sile težnosti, ki deluje v smeri pobočja. Skladno z zgornjo enačbo, se le- ta povečuje z večanjem naklonskega kota.

Pri manjših naklonih sneg ne plazi, pri večjem pa se sneg obleti že med sneženjem ali takoj po njem. Iz tega razloga zelo strma pobočja (naklon večji od 50°) turnega smučarja ne ogrožajo.

Poznanih je več različnih postavitev meja med posameznimi naklonskimi razredi. Razlike se kažejo predvsem glede na upoštevanje velikosti in tipa snežnega plazua. Alexander je v svojem delu Natural Disasters iz leta 1995 za proženje velikih plazov teren razdelil v šest naklonskih razredov (Tabela 5).

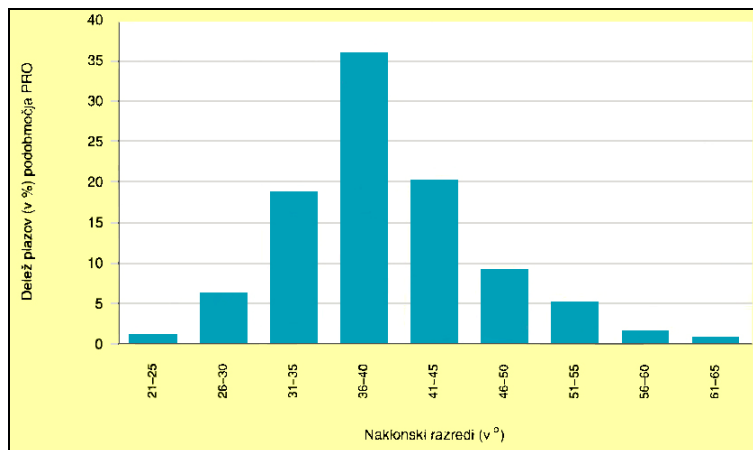
Tabela 5: Razdelitev naklona v naklonske razrede glede na pogostost proženja po Alexandru (povzeto po Pavšek, 2002)

Naklon pobočja	Pogostost proženja
0-15°	se ne prožijo
15-25°	redko
25-50°	pogosto
50-70°	manj pogosto
70-80°	redko
nad 80°	zelo redko

7.1.3 Klasifikacija

V okviru izdelave lavinskega katastra je bila izvedena primerjava deležev snežnih plazov glede na povprečni naklon podobmočja proženja plazu v Julijskih Alpah (Pavšek, 2002). Rezultati analize so bili za območje Julijskih Alp predstavljeni v grafikonu (Slika 4).

Slika 4: Grafikon deleža plazov v naklonskih razredih (Pavšek, 2002)



Na podlagi grafikona so bile čitane vrednosti deležev plazov za posamezni naklonski razred. Natančnost čitanja je bila 1 mm, s cenjenjem desetink milimetra, kar ustreza natančnosti 0,7%. Dobljene numerične vrednosti so predstavljene v tabeli 6.

Tabela 6: Tabelarični prikaz deleža plazov v posameznem naklonskem razredu (Pavšek, 2002)

Naklon pobočja	Delež plazov v Julijskih Alpah v %
21-25°	1,16
26-30°	6,40
31-35°	18,84
36-40°	35,99
41-45°	20,29
46-50°	9,31
51-55°	5,31
56-60°	1,75
61-65°	0,95

Tabela 7: Klasifikacija naklona kot faktorja plazovitosti

Naklon pobočja	Delež plazov v Julijskih Alpah v %	Utež klasifikacijskega razreda
0-15°	0,00	0,00
15-25°	1,16	0,01
25-50°	90,84	0,91
50-70°	8,00	0,08
70-80°	0,00	0,00
nad 80°	0,00	0,00

Tabela 7 prikazuje prilagojen zapis deleža plazov v Julijskih Alpah. Skladno z Alexandrom (1995) je naklon pobočja razdeljen v šest naklonskih razredov.

7.2 Pokritost tal

Pokritost tal je definirana s posameznimi rastlinskimi združbami, ki rastejo na določenem območju. Na podlagi dejstva ali na določenem področju raste uspeva ali ne, ločimo plodna in neplodna tla.

Na tip rastja vplivajo živi in neživi dejavniki okolja. Neživi dejavniki so temperatura, voda, prst, relief in drugi podnebni dejavniki, kot so sončna svetloba, veter, trajanje snežne odeje. Živi dejavniki okolja so medsebojni vplivi med rastlinami ter vplivi živali in človeka na rastline. Skladno z dejavniki okolja in spremembo geografske širine in nadmorske višine se spreminja vrsta prevladujočega rastja.

Z naraščanjem nadmorske višine se ustvarjajo t.i. višinski pasovi. Gozdna meja je med 1500 m in 2000 m, snežna med 2500 m in 3000 m. Znotraj tega se izoblikujeta subalpski pas ruševja z macesnom (1600-2000 m) in alpski pas gorskih travnikov (2000-2500 m). Nad gorskimi travniki se nahaja visokogorje z vegetacijo travnih razpok, alpskih melišč in prodišč. Razen nekaterih odpornih vrst, ki preživijo v takšnih razmerah, je takšno območje po večini golo.

Nastajanje melišč, kupov skalnega drobirja, pod vznožjem skalnih sten ali strmih pobočij je posledica krušenja kamenin, katerih vzrok je nenehno menjavanje temperature ter

pogoste temperature pod lediščem, ki povzročajo razpadanje vseh, tudi najodpornejših, vrst kamenin.

7.2.1 Vpliv faktorja na plazovitost

Vpliv hrapavosti tal na plazovitost, ki je odvisna od tipa rastja, se z večjo razbrazdanostjo površja zmanjšuje, saj se s tem večja trenje med podlago in snežno odejo. Hrapavost plaznice na območju gibanja plazu ovira gibanje, zmanjšuje hitrost in gibalno energijo plazu.

7.2.2 Klasifikacija

Za upoštevanje vpliva pokritosti tal rastle razdelimo v štiri razrede: melišča, travniki in pašniki, ruševje in grmičevje ter gozd.

Gozd je oblika rastnega pokrova, ki najbolj učinkovito preprečuje proženje snežnih plazov. Pomembni so zlasti gostota, starost, stanje dreves ter vrsta in višina podrasti. Sicer se plaz lahko sproži tudi v gozdovih, vendar je verjetnost zanj mnogo manjša kot na negozdnem površju.

Listnati, posebno bukovi, gozdovi so za turno smučanje zelo primerni. Takšni gozdovi so dovolj redki, da skozi njih še lahko smučamo, odpadlo listje pa zagotavlja, da se sneg ne zadržuje na krošnjah. Kljub drsni ploskvi, ki jo povzroča od jeseni premočeno odpadlo listje, gozd zagotavlja najboljšo oporo snežni odeji ter tako predstavlja najvarnejši teren za turno smučanje.

Dobro oporo snežni odeji nudita grmovje in ruševje, čeprav le na začetku zime oziroma do prekritja s snegom.

Travnata pobočja ne nudijo dobre opore snežni odeji. Visoke travne bilke, ki jeseni poležejo, pogosto tudi pomrznejo in tvorijo tanko, toda gosto in spolzko drsno ploskev. Snežna odeja je s takšno podlago slabo povezana, zato je nevarnost proženja plazov, posebno talnih, zelo velika.

Golo neporaščeno površje ima največji vpliv na proženje plazov v začetku zime, ko snežna odeja šele nastaja. Takrat odloča o splazitvi hrapavost plaznice in s tem višina snežne

odeje, ki je potrebna, da prekrije vse terenske nepravilnosti in ovire. Najslabše so gladke skale in melišča v zgornjem delu, kjer jih sneg najhitreje prekrije. Nekoliko boljše so manjše skale in grbine, če pa so grbine že večje od enega metra, lahko v veliki meri pripomorejo k utrditvi snežne odeje v pobočje. Na splošno velja, da bolj kot je površje razčlenjeno v drobnem, manjša je možnost za nastanek plazov in obratno.

Tabela 8: Delež plazov glede na tip pokritosti tal za Julijske Alpe (Pavšek, 20002)

Značilno območje	Delež plazov v Julijskih Alpah v %
neporaščeno (melišče)	36,8
travniki in pašniki	31,8
grmovje (nizko grmičevje, ruševje, mladovje, gozd na drevesni meji)	16,4
gozd	15,0

Osnova za dodelitev uteži značilnim območjem poraščenosti ter s tem hrapavosti tal bo analiza podatkov o 506-ih snežnih plazovih na območju Julijskih Alp, ki so bili pridobljeni pri popisu plazov za izdelavo lavinskega katastra (Pavšek, 2002). Podatki se nanašajo na območje proženja plazu. Prikazani so v tabeli 8.

Tabela 9: Klasifikacija poraščenosti

Poraščenost tal	Utež klasifikacijskega razreda
melišče	0,37
travniki in pašniki	0,32
ruševje in grmičevje	0,16
gozd	0,15

Skladno s tabelo 8 bodo klasifikacijskim razredom pokritosti tal dodeljene uteži. Pri tem bo upoštevan delež plazov na posameznem tipu poraščenosti tal (Tabela 9).

7.3 Zakrivljenost terenske ploskve

Zakrivljenost terena je v vsaki točki določena kot prirast naklona terena med sosednjimi mrežnimi celicami. Ločimo konkavne in konveksne ploskve ter ravnine. Izrazimo jo v stopinjah na enoto razdalje.

Odvedljiva funkcija f je konveksna v točki $x = a$, če obstaja okolica $(a - \delta, a + \delta)$, $\delta > 0$ točke a taka, da je izraz $f(x) - f(a) - (x - a)f'(a) > 0$ za vsak $x \in (a - \delta, a + \delta)$, $x \neq a$. Funkcija f je konveksna na intervalu (a, b) , če je konveksna v vsaki točki intervala.

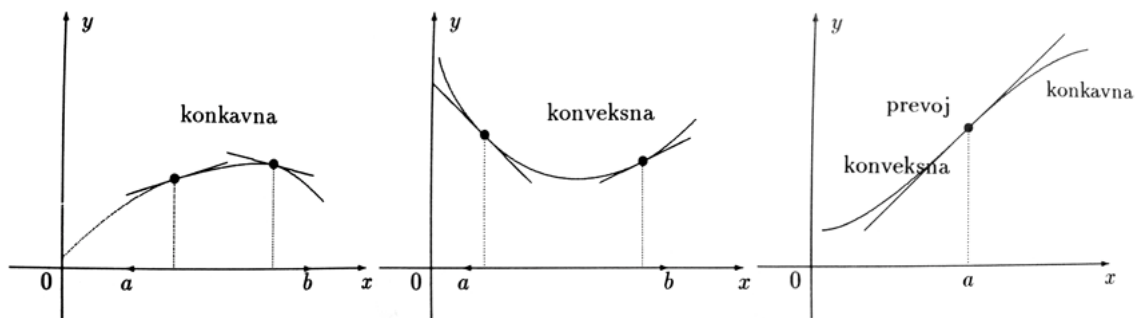
Pri funkciji, ki je na intervalu (a, b) konveksna, leži v vsaki točki nad tem intervalom tangenta na krivuljo pod krivuljo. Če je za dvakrat odvedljivo funkcijo $f''(x) > 0$ za vsak $x \in (a, b)$, potem je funkcija f na intervalu (a, b) konveksna.

Odvedljiva funkcija f je konkavna v točki $x = a$, če obstaja okolica $(a - \delta, a + \delta)$, $\delta > 0$ točke a taka, da je izraz $f(x) - f(a) - (x - a)f'(a) < 0$ za vsak $x \in (a - \delta, a + \delta)$, $x \neq a$. Funkcija f je konkavna na intervalu (a, b) , če je konkavna v vsaki točki intervala.

Pri funkciji, ki je na intervalu (a, b) konkavna, leži v vsaki točki nad tem intervalom tangenta na krivuljo nad krivuljo. Če je za dvakrat odvedljivo funkcijo $f''(x) < 0$ za vsak $x \in (a, b)$, potem je funkcija f na intervalu (a, b) konkavna.

Odvedljiva funkcija f ima v točki $x = a$ prevoj, če pri prehodu skozi točko a izraz $f(x) - f(a) - (x - a)f'(a)$ spremeni svoj predznak. V prevojni točki preide taka funkcija iz konveksnosti v konkavnost ali obratno. V prevojni točki tangenta krivuljo preseka. Če je funkcija f dovoljkrat odvedljiva, je v prevojni točki $x = a$ vedno izpolnjena enakost $f''(x) = 0$. V točki $x = a$ prevoj nastopi, če je $f''(x) = 0$ in $f'''(x) \neq 0$ (Mizori-Oblak, 2001).

Slika 5: Geometrijski pomen konkavne in konveksne funkcije (Mizori-Oblak, 2001)



Geometrijski pomen konkavne in konveksne funkcije je prikazan na sliki 5.

Enako velja tudi za funkcije več spremenljivk.

7.3.1 Izračun zakrivljenosti

Obdelava podatkov za izračun zakrivljenosti se bo izvajala v programskem okolju ArcGIS, v katerem se zakrivljenost terena za posamezno rastrsko celico računa preko polinoma oblike (ESRI, 2005):

$$Z = Ax^2y^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dx^2 + Ey^2 + Fxy + Gx + Hy + I$$

kjer so koeficienti od A do I izračunani kot:

$$A = [(Z1 + Z3 + Z7 + Z9)/4 - (Z2 + Z4 + Z6 + Z8)/2 + Z5]/L^4$$

$$B = [(Z1 + Z3 - Z7 - Z9)/4 - (Z2 - Z8)/2]/L^3$$

$$C = [(-Z1 + Z3 - Z7 + Z9)/4 + (Z4 - Z6)/2]/L^3$$

$$D = [(Z4 + Z6)/2 - Z5]/L^2$$

$$E = [(Z2 + Z8)/2 - Z5]/L^2$$

$$F = (-Z1 + Z3 + Z7 - Z9)/4L^2$$

$$G = (-Z4 + Z6)/2L$$

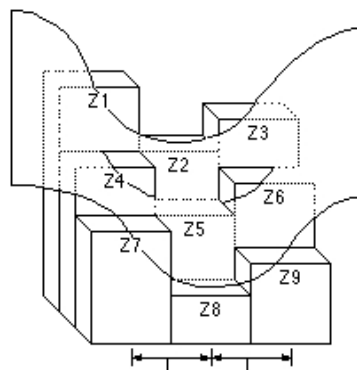
$$H = (Z2 - Z8)/2L$$

$$I = Z5$$

Z_i ; ($1 \leq i \leq 9$) so vrednosti v posamezni celici kvadratne mreže digitalnega modela reliefa.

Grafično predstavitev položaja vrednosti prikazuje slika 6.

Slika 6: Grafična predstavitev območja celic kvadratne mreže kot osnova za izračun zakrivljenost terena za posamezno celico (ESRI, 2005)



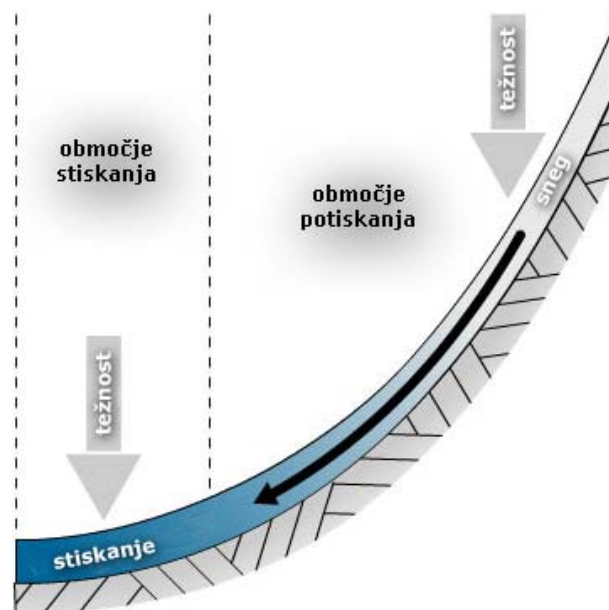
Za razliko od naklona in ekspozicije terenske ploskve, ki predstavljata prvi odvod modela reliefa oziroma hipsometrične ploskve, se za določanje zakrivljenosti terena uporablja tudi drugi odvod, ki določa stopnjo spreminjanja naklona. Le-ta je lahko naraščajoča ali padajoča. V primeru naraščajočega spreminjanja naklona je ploskev konveksna, v nasprotnem konkavna.

7.3.2 Vpliv faktorja na plazovitost

Vpliv zakrivljenost terena na plazovitost je povsem fizikalne narave. Izhajamo iz sile težnosti, ki s spreminjanjem zakrivljenosti ploskve ter naklona terena deluje na površje pod različnim kotom ter s tem povzroča različne strižne sile ter napetosti v snežni odeji.

Konkavno površje sestavljata območje stiskanja ter območje potiskanja (Slika 7).

Slika 7: Prikaz delovanja sile in napetosti v snežni odeji na konkavno ukrivljenem površju (www.avalanche.org)



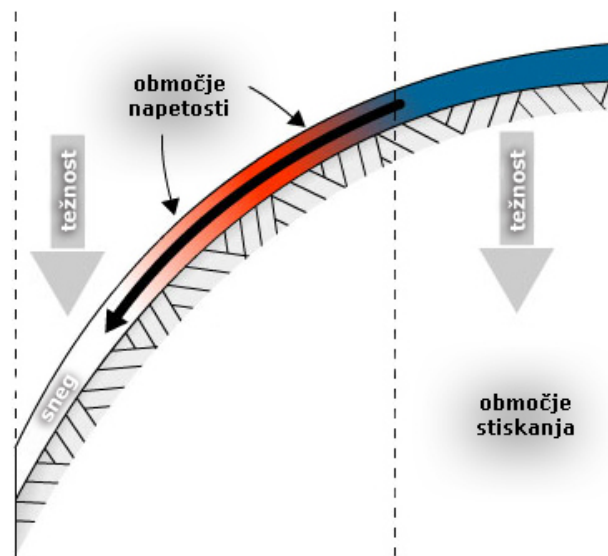
V spodnjem območju, območju stiskanja, težnost potiska sneg k tlom v spodnje plasti snežne odeje. Sneg se s tem stiska in gosti, odeja postaja stabilnejša in trdnejša.

Na konkavnih pobočjih majhnega naklona območje stiskanja zagotavlja zadostno podporo snegu nad njim. Tega gravitacijska sila potiska vzdolž pobočja, proti območju stiskanja. Drugače je pri srednje strmih in strmih pobočjih, kjer stisnjen sneg na dnu konkavnega

območja ne zagotavlja zadostne podpore in pri zadrževanju snega nad njim ne igra velike vloge.

Konveksno površje razdelimo na dve območji, območje stiskanja in območje napetosti oziroma območje natega (Slika 8). Tako kot v primeru konveksnega površja v območju stiskanja deluje gravitacijska sila pravokotno na površje. Sneg vleče k tlam ter ga stiska s spodnjimi plastmi snega. Sneg se s tem seseda ter gosti.

Slika 8: Prikaz delovanja sile in napetosti v snežni odeji na konveksno ukrivljenem površju (www.avalanche.org)



Z večanjem naklona terena se povečuje natezna sila saj se kot med silo težnosti in terenom zmanjšuje, kar povzroči potiskanje snega proč od spodnjega robu stisnjenega snega na zgornji stopnji. Konveksna območja se torej izkažejo kot nevarnejša, snežna podlaga je manj stabilna. Ob vsaki dodatni obremenitvi, ki bi jo povzročil turni smučar, se napetost poveča in povzroči veliko nevarnost, da se snežna odeja odpelje vzdolž pobočja.

7.3.3 Klasifikacija

Na podlagi slike 7 in slike 8 vidimo, da so glede na obliko za turno smučanje najprimernejša območja stiskanja. Torej konkavno in konveksno območje majhnega naklona. Napetost v snežni odeji je na teh območjih najmanjša. Z večanjem naklona v splošnem velja, da so konkavno okrivljena območja primernejša od konveksnih.

Tabela 10 prikazuje utežitev klasifikacijskih razredov zakrivljenosti terenske ploskve. V tem primeru za dodelitev uteži ni bilo nobene teoretične podlage. Posledično sta bili uteži določeni izkustveno. Izbrani sta bili tisti, ki sta kar najbolje aproksimirali dejanski vpliv na plazovitost.

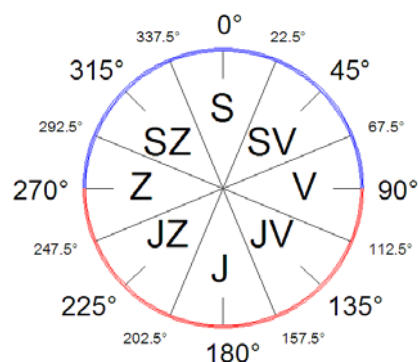
Tabela 10: Klasifikacija zakrivljenosti terenske ploskve

Zakrivljenost	Utež klasifikacijskega razreda
konkavna	0,25
konveksna	0,75

7.4 Ekspozicija terenske ploskve

Ekspozicija je orientacija celice glede na smer neba oziroma azimut padnice terena. Izrazimo jo v stopinjah azimuta, pri čemer se vrednosti gibljejo med 0° in 360° ali s štirimi osnovnimi in štirimi stranskimi smermi neba (Slika 9). Ravnina (npr. jezero) je klasificirana ločeno. Pripíše se ji vrednost -1.

Slika 9: Smeri neba s pripadajočimi azimuti



V splošnem glede na osončenost ločimo prisojna ali južna ter osojna ali severna pobočja. K prisojnim prištevamo južne, jugozahodne in jugovzhodne, k osojnim severne, severozahodne in severovzhodne ekspozicije. V tem primeru se vzhodna in zahodna pobočja prištejejo deloma k osojnim, deloma k prisojnim. Slednje ponazarja slika 9, na kateri so prisojna območja označena rdeče, osojna modro.

Vpliv ekspozicije na turno smučanje se kaže preko izpostavljenosti Soncu oziroma osončenostjo terena. Le-to lahko podamo z energijo globalnega in kvaziglobalnega

obsevanja ali s trajanjem Sončevega obsevanja (Zakšek et al, 2003). Energija kvaziglobalnega obsevanja je Sončeva energija, ki jo v določenem času prejme poljubno nagnjena ploskev.

Za določitev Sončeve energije, ki je vsota energije neposrednega in difuznega obsevanja je potrebno upoštevati več dejavnikov (Zakšek et al, 2003): vpadni kot Sončevih žarkov, morfologijo površja in podnebje.

Vpadni kot je kot med normalo na površje in smerjo proti Soncu. Odvisen je od položaja Zemlje glede na Sonce, geografske lege, naklona in ekspozicije površja. Najlažje ga izračunamo iz normalnega vektorja na površje in vektorja proti Soncu.

Na osončenost močno vpliva tudi morfologija površja. Območja, obrnjena proti jugu so na severni polobli bolj izpostavljena Soncu kot severna pobočja že zaradi razlike v vpadnih kotih Sonca. Poleg tega lahko višje ležeči deli površja mečejo sence na nižja območja.

Ko govorimo o vplivu podnebja, nas zanima predvsem število dni v letu z oblačnostjo ali meglo. Ta vremenska pojava povečujeta sipanje svetlobe in predstavljata filter za neposredno osončenost. Za izračun osončenosti je najpomembnejši podatek trajanje Sončevega obsevanja.

7.4.1 Izračun ekspozicije

Z rastrskimi podatki modela reliefa ekspozicijo terenske ploskve, enako kot pri naklonih, računamo preko prvih odvodov hipsometrične ploskve posamezne rastrske celice. S tem za vsako celico pridobimo normalne vektorje. Vektorji, projicirani v horizontalno ravnino, podajajo ekspozicijo terena.

7.4.2 Vpliv faktorja na plazovitost

Ekspozicija je pomembna naravna pokrajinska lastnost, ki vpliva na količino sončne energije, ki jo prejme površje.

V splošnem je na prisojnih pobočjih preobrazba snega hitrejša, pobočja se prej otresejo novozapadlega snega, na njih pa nastane srevec, odlično vozen, uležan, debelozrnat sneg, ki se je večkrat tajal in zmrznil.

Tako vzhodna kot zahodna območja so del dneva obsijana s Soncem. Kljub temu se zahodna pobočja izkažejo primernejša za turno smučanje. Jutra so kljub soncu mrzla, sneg se zato na vzhodnih pobočjih počasneje preobraža, nevernost proženja snežnih plazov je daljša.

Severna, severovzhodna in severozahodna pobočja pozimi prejmejo majhno količino sonca. Osojna pobočja so zato bistveno hladnejša, kar povzroči upočasnitev preobražanja snega in utrditev snežne odeje ter posledično daljšo izpostavljenost plazenju.

7.4.3 Klasifikacija

Za bolj primerna območja se izkažejo prisojni tereni, na katerih je ob toplem Soncu vzpon prijetnejši, sneg predelan in zato sama tura varnejša (Pavšek, 2002). Osojna pobočja bodo klasificirana v manj primeren teren za turno smučanje. Zaradi nizkih temperatur na osojnih pobočjih sneg dolgo ostane suh. S tem se podaljša obdobje, ugodno za proženje plazov (Pavšek, 2002).

Specifični pogoji, ki veljajo na območju Slovenije (slemenitev grebenov v smeri vzhod-zahod), povzročajo, da je največji delež snežnih plazov na pobočjih z južno ekspozicijo. Ker so v splošnem bolj plazovita osojna pobočja, je pri klasifikaciji ekspozicije potrebno upoštevati podatke tujih virov. V pregledu lavinskih nesreč v Švici je bilo ugotovljeno, da se je več kot tretjina nesreč zgodila na severnih ekspozicijah, druga tretjina na zahodnih, dobra petina na vzhodnih in le 12% na južnih (Pavšek, 2002). Podobne rezultate dajejo tudi analize avstrijskih nesreč.

Tabela 11: Klasifikacija ekspozicije terenske ploskve

Ekspozicija terenske ploskve	Utež klasifikacijskega razreda
JV, J, JZ	0,12
Z	0,30
V	0,23
SZ, S, SV	0,35

Skladno z ugotovitvijo so bile dodeljene tudi uteži klasifikacijskih razredov. Pri tem je bila velikost uteži določena na osnovi deleža plazov na posamezni ekspoziciji terenske ploskve.

Utežitev klasifikacijskih razredov (Tabela 11) je bila izvedena na podlagi tekstovnega opisa pregleda lavinskih nesreč v Švici, predstavljenega v prejšnjem odstavku.

7.5 Količina novozapadlega snega

Novozapadli sneg je sneg, ki je zapadel v zadnjih 24 urah (<http://www.meteo.si>).

7.5.1 Vpliv faktorja na primernost

Bolj kot je snežna odeja novega, nepredelanega in nesprijetega snega debela, večja je potencialna nevarnost proženja snežnih plazov.

7.5.2 Klasifikacija

Nevarnost proženja snežnih plazov se ocenjuje skladno z evropsko petstopenjsko lestvico katere stopnje so odvisne od količine novozapadlega snega (Golnar, 2002).

Značilnosti evropske petstopenjske lestvice nevarnosti proženja snežnih plazov so zbrane v tabeli 12.

Tabela 12: Evropska petstopenjska lestvica nevarnosti proženja snežnih plazov

	Stabilnost snežne odeje	Verjetnost/možnost proženja snežnih plazov	Priporočila/opozorila za gibanje po zasneženi pokrajini	Prirastek snežne odeje brez vetra	Prirastek snežne odeje z vetrom
Stopnja I – majhna	Na večini pobočij je snežna odeja sorazmerno stabilna.	Samo na zelo redkih strmin pobočjih in predvsem ob dodatni obremenitvi; možni so zgolj majhni spontani snežni plazi in osipi.	Na splošno varne razmere, potrebna je običajna previdnost.	Do 30 cm.	Od 20 cm.

Tabela se nadaljuje.

Nadaljevanje tabele:

	Stabilnost snežne odeje	Verjetnost/možnost proženja snežnih plazov	Priporočila/opozorila za gibanje po zasneženi pokrajini	Prirastek snežne odeje brez vetra	Prirastek snežne odeje z vetrom
Stopnja II – zmerna	Na posameznih, dovolj strmih pobočjih je samo zmerno stabilna (ta območja so v Poročilu posebej opredeljena in opisana), drugod pa sorazmerno stabilna.	Predvsem na v Poročilu posebej izpostavljenih pobočjih pri velikih dodatnih obremenitvah (npr. hoja ali smučanje posameznika ali skupine prek takega pobočja, teptalec snega, ipd.). Obsežnejših spontanov plazov še ne pričakujemo.	Glede na upoštevanje in poznavanje lokalno bolj izpostavljenih območij, so razmere na splošno še dovolj varne. Opozorila upoštevajte predvsem na večjih strminah in na pobočjih, katerih podrobnosti so v Poročilu še posebej izpostavljene (orientacija, višinski pas, idr.).	Od 30 cm do 50 cm.	Od 20 cm do 40 cm.
Stopnja III – znatna	Na številnih, dovolj strmih pobočjih je le slabo do zmerno stabilna.	Že pri manjši dodatni obremenitvi na pobočjih, ki so v Poročilu posebej izpostavljena. V nekaterih razmerah je možno lokalno tudi spontano proženje srednje velikih in posamično tudi velikih snežnih plazov.	Potrebne so nekatere dodatne izkušnje in znanja pri presoji pred snežnimi plazovi varnih območij, ki so že delno omejena. Upoštevajte tudi nevarnost snežnih plazov na potencialno ogroženih območjih.	Od 50 cm do 80 cm.	Od 40 cm do 60 cm.
Stopnja IV – velika	Ne večini strmih pobočij je slabo stabilna.	Na dovolj strmih pobočjih že pri manjši obremenitvi. Ob določenih razmerah je možno tudi spontano proženje številnih manjših in ponekod tudi večjih plazov.	Potrebne so številne dodatne izkušnje in znanja ter podrobno poznavanje lokalnih razmer pri presoji pred plazovi varnih območij, ki so že zelo omejena. Izogibajte se gibanju prek strmejših pobočij in grap (žlebov) ter njihovih podnožij in zavetnih strani vzpetin.	Od 80 cm do 120 cm.	Od 60 cm do 80 cm.
Stopnja V – zelo velika	Splošna nestabilnost snežne odeje.	Pričakujemo lahko številne srednje velike in mnoge velike spontane utrgane plazove, med njimi tudi tiste v zmernih strminah.	Gibanje v takih razmerah je na splošno zelo oteženo, zato ga odsvetujemo. Omejeno je le na položnejša območja, ki so dovolj odmaknjena od ustaljenih poti snežnih plazov.	Nad 120 cm.	Nad 80 cm.

Glede na količino novozapadlega snega bo plazovitost množena s faktorjem, ki bo izražal dejansko stopnjo plazovitosti. Določitev velikosti bo izvedena na podlagi testnega območja, zato bodo kriteriji izbire faktorjev pojasnjeni v nadaljevanju.

8 ANALIZA PRIMERNOSTI TERENA ZA TURNO SMUČANJE

Pod pojmom kartografsko modeliranje opisujemo (Drobne et al, 2004) postopek združevanja in spreminjanja rastrskih ter vektorskih kart. Kartografsko modeliranje združuje vrsto funkcij v različnih GIS orodjih, s katerimi izvajamo niz analitičnih postopkov. Grafična predstavitev podatkov in analitičnih postopkov obravnavane študije je kartografski model.

Kartografske modele uporabljamo pri izdelavi sestavljenih kart. Njegov osnovni namen je pomoč pri organizaciji in izvedbi potrebnih postopkov, kakor tudi pri prepoznavanju potrebnih podatkov za študijo. Kartografski model lahko uporabimo tudi kot vir dokumentacije oziroma referenc izvedene analize.

Kartografsko modeliranje izvajamo običajno v jeziku upravljanja z rastrskimi in vektorskimi podatki. Eden izmed najbolj razširjenih tovrstnih jezikov je jezik algebre karte, s katerim v GIS izvajamo točkovne, območne in središčne funkcije. Z njimi lahko spreminjamo vsebino kart ter izvajamo postopke prekrivanja (Drobne et al, 2004).

Izdelava kartografskega modela je najenostavnejša, če se je lotimo v obratni smeri, torej od končnega izdelka do obstoječih podatkov (Drobne et al, 2004). Sam postopek tako pričnemo z definiranjem končnega rezultata, vrednostmi, ki jih bo imel končni izdelek ter kaj bodo njegove vrednosti predstavljale. V naslednjem koraku poskusimo odgovoriti na vprašanje, kakšne podatke potrebujemo. Ko je kartografski model zgrajen, lahko v njem uporabljamo sestavljene module in oblikujemo izhodne podatkovne sloje z najrazličnejšimi informacijami.

8.1 Osnovni gradniki kartografskega modela

V splošnem je model sestavljen iz enega ali več postopkov, ki vključujejo orodja (ali scenarije oz. druge modele) ter vhodne in izhodne podatkovne nize (Drobne et al, 2004). Vsak gradnik je predstavljen s svojim grafičnim elementom. Obstoječi podatki so podatki projekta in so prikazani z modrimi elipsami. Orodja se prikazujejo kot oranžni pravokotniki, njihovi izhodni podatkovni nizi z zelenimi elipsami.

8.1.1 Podatki

- Digitalni model reliefa z velikostjo celice 5×5 metrov (vir: GURS)
- Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev (vir: GURS)
- Corine Land Cover Slovenija 2000 (vir: MOP, ARSO)
- Osnovni lavinski kataster (vir: SAZU)
- Izhodni podatki podmodela plazovitosti

8.1.2 Programski moduli

- Ekspozicija (ang. Aspect)

Funkcija računa ekspozicijo terena.

Vhodni podatek je digitalni model reliefa, rezultat matrika oziroma raster ekspozicije terena, klasificirana v 10 razredov. Devet jih je rezerviranih za glavne in stranske strani neba. Sever je klasificiran v dva razreda: v azimut od 0° do 22.5° in azimut od 337.5° do 360°. Deseti razred predstavlja ravnino (naklon = 0°). Pripíše se ji vrednost -1.

- Ukrivljenost (ang. Curvature)

Funkcija računa ukrivljenost terena.

Vhodni podatek je digitalni model reliefa. Rezultat je predstavljen kot rastrska podoba z vrednostmi ukrivljenosti za posamezno celico.

- Naklon (ang. Slope)

Funkcija računa naklon terena.

Vhodni podatek je digitalni model reliefa. Rezultat je predstavljen kot rastrska podoba z vrednostmi naklona za posamezno celico.

- Pretvorba podatkovnega sloja v raster (ang. Feature to Raster Conversion Tool)

Orodje izvaja rastriranje, vhodne vektorske podatke spremeni v raster. Pri uporabi tega orodja je potrebno predhodno definirati želeni atribut prikaza vektorskega podatkovnega tipa ter velikost izhodne celice.

- Preklasifikacija (ang. Reclassify)

Orodje se uporablja za klasifikacijo in reklasifikacijo podatkovnih slojev. Klasifikacija je določanje meja razredov. Je analitična operacija združevanja vrednosti (atributa) v posamezne razrede (kategorije). Spreminjanje meja razredov oz. reklasifikacija pa predstavlja združevanje razredov. Rezultat te analitične operacije je nov podatkovni sloj s celoštevilčnimi vrednostmi.

- Algebra karte z enim izhodnim parametrom (ang. Single Output Map Algebra)

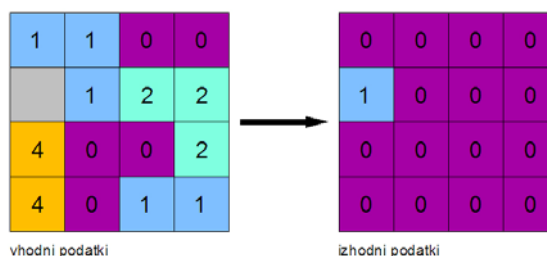
Algebra karte je poljubno aritmetično kombiniranje analitičnih operacij za sestavo in prestrukturiranje novih rastrskih podatkovnih slojev. Analitične operacije so ena izmed skupin operacij v GIS po Berry, 1987 (Drobne, 1998). Med analitične operacije spadajo klasifikacija, prekrivanje, operacije izračuna razdalj in povezanosti ter operacije sosedstva.

- Množenje (ang. Times)

Orodje množi vrednosti enako ležečih celic dveh rastrskih podatkovnih tipov.

- Logična negacija (ang. Is-Null)

Slika 10: Shema delovanja Boolovega operatorja Is-Null (ESRI, 2005)



Orodje deluje na posamezni rastrski celici. Za vse celice, ki vsebujejo podatek vrne vrednost 1, za celice brez podatka vrednost 0. Vrednosti v vhodnem podatkovnem sloju so lahko tako pozitivne kot negativne, v izhodnem so vedno cela števila.

Delovanje funkcije prikazuje slika 10.

8.1.3 Izhodni podatki

- Karta plazovitosti terena

Izhodni podatek podmodela plazovitosti je karta plazovitosti terena s štirimi klasifikacijskimi razredi, ki prikazujejo neplazovita, malo plazovita, bolj plazovita in zelo plazovita območja.

- Karta primernosti terena za turno smučanje

Izhodni podatek je pet kart primernosti terena za turno smučanje za vsako od petih stopenj plazovitosti. Vsaka od kart vsebuje pet klasifikacijskih razredov. Prvi razred, kateremu je pripisana vrednost 0 prikazuje območja, neprimerna za turno smučanje. Na preostalem območju vrednost od 1 do 4 prikazujejo plazovno ogroženost terena.

8.2 Klasifikacija terena primerne za turno smučanje

Teren je klasificiran v dva razreda: neprimeren in primeren teren za turno smučanje. Kriterija za neprimeren teren sta naklon večji od 45° ter poraščenost terena z iglastim gozdom:

```
neprimerno = naklon > 45°
```

```
or
```

```
poraščenost = iglast_gozd
```

Območja, primerna za turno smučanje so vsa tista, ki niso klasificirana kot neprimerna, kar lahko zapišemo:

```
primerno ≠ neprimerno
```

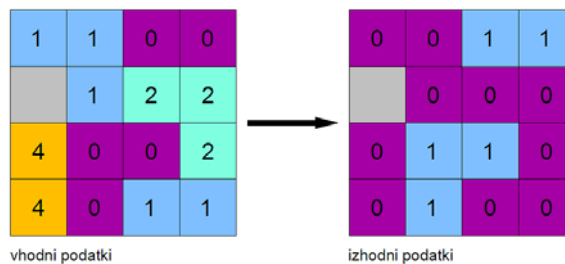
Pri definiciji si lahko pomagamo tudi z Boolovim operatorjem logične negacije (ang. Boolean-Not). Sestavljen je iz pravil, ki določajo, katerim celicam se vrne pravilna vrednost (ang. True) in katerim nepravilna (ang. False).

$$NOT(A) = \left\{ \begin{array}{l} 0 \Rightarrow True \\ 1 \Rightarrow False \\ 2 \Rightarrow False \\ \dots \Rightarrow False \\ prazno \Rightarrow prazno \end{array} \right\}$$

Delovanje operatorja ilustrira zgornja enačba. Izhodni podatkovni sloj je sestavljen iz vrednosti 0 in 1. V celice, katerim se je po testiranju pripisala oznaka True se vpiše vrednost 1, v celice z oznako False vrednost 0.

Grafični prikaz delovanje orodja prikazuje slika 11.

Slika 11: Shema delovanja Boolovega operatorja logične negacije (ESRI, 2005)



Z operatorjem Boolean-Not zapišemo kriterij za teren, primeren za turno smučanje:

`primerno = Boolean-Not (neprimerno)`

Znotraj primernih terenov, se primernost izraža skladno s plazovitostjo, ki jo za posamezno stopnjo podaja podmodel plazovitosti, predstavljen v naslednjem poglavju.

8.3 Utežitev faktorjev plazovitosti

Na plazovitost terena je vpliv posameznega faktorja različen. Najbolj vpliva naklon terena, nekoliko manj pokritost tal ter ekspozicija terenske ploskve, najmanj ukrivljenost terenske ploskve. Glede na to, bo posameznemu dejavniku dodeljena utež, ki bo kar najbolje izražala velikost vpliva.

Uteži faktorjev plazovitost so bile uporabljene za normiranje uteži dejavnikov plazovitosti.

Tabela 13: Uteži faktorjev plazovitosti

Faktor	Utež
naklon	0,900
pokritost tal	0,660
zakrivljenost terenske ploskve	0,150
ekspozicija terenske ploskve	0,575

Ena izmed osnov za izračun uteži faktorjev (Tabela 13) je bila razlika med največjo in najmanjšo velikostjo uteži znotraj posameznega dejavnika. Iz razlik je bilo razvidno kateri dejavnik ima na plazovitost največji vpliv. Končne vrednosti uteži so bile dodeljene izkustveno.

Tabela 14: Utežitev naklona

Naklon pobočja	Utež klasifikacijskega razreda	Normirana utež
0-15°	0,00	0,00
15-25°	0,01	0,90
25-50°	0,91	81,90
50-70°	0,08	7,20
70-90°	0,00	0,00

Tabela 15: Utežitev poraščenosti tal

Poraščenost tal	Utež klasifikacijskega razreda	Normirana utež
melišče	0,37	24,42
travniki in pašniki	0,32	21,12
ruševje in grmičevje	0,16	10,56
gozd	0,15	9,90

Tabela 16: Utežitev ekspozicije terenske ploskve

Ekspozicija površja	Utež klasifikacijskega razreda	Normirana utež
JV, J, JZ	0,12	6,90
Z	0,30	17,25
V	0,23	13,23
SZ, S, SV	0,35	20,13

Iz tabele 7 je razvidno, da je več kot 90% snežnih plazov na pobočjih naklona med 25° in 50° in le 10% znotraj ostalih naklonskih razredov. S tako velikim odstopanjem je bilo pogojeno, da je bila naklonu dodeljena največja utež (Tabela 14).

Tabela 17: Utežitev ukrivljenosti terenske ploskve

Ukrivljenost	Utež klasifikacijskega razreda	Normirana utež
konkavna	0,25	3,75
konveksna	0,75	11,25

Razlika mejnih vrednosti uteži poraščenosti oziroma hrapavosti tal znaša 0,22, ekspozicije 0,23. Ker je vpliv poraščenosti nekoliko večji, bo njena utež 0,660 (Tabela 15). Ekspoziciji terenske ploskve bo dodeljena utež 0,575 (Tabela 16).

Vpliv ukrivljenosti terenske ploskve je manjši, utež je zato enaka 0,150. K velikosti uteži je pripomoglo tudi dejstvo, da so bile uteži klasifikacijskim razredom ukrivljenosti terenske ploskve dodeljene izkustveno. Normirane uteži zakrivljenosti prikazuje tabela 17.

8.4 Klasifikacija plazovitosti in določanje meja klasifikacijskih razredov

Plazovitost, kot izhodni podatek podmodela plazovitosti, bo na podlagi vpliva naklona, pokritosti tal, ekspozicije in ukrivljenosti terenske ploskve klasificirana v štiri razrede. Teren bo razdeljen v neplazovita, malo plazovita, bolj plazovita in zelo plazovita območja.

Pred klasifikacijo plazovitosti je potrebno opozoriti na nekatere lastnosti terena, ki jih omogočajo različne kombinacije razredov posameznih faktorjev. Tako npr. konveksno ukrivljenega melišča v naravi ni mogoče najti. Kljub temu so zaradi popolnosti podmodela plazovitosti v definiranju klasifikacijskih razredov plazovitosti vključena tudi takšna območja.

Neplazovit teren bodo definirala območja majhnega in območja zelo velikega naklona. Glavna kriterija bosta torej (naklon $\geq 0^\circ$ in naklon $< 20^\circ$) ali (naklon $\geq 70^\circ$ in naklon $\leq 90^\circ$). Vsa območja znotraj teh meja, ne glede na ekspozicijo, ukrivljenost in poraščenost, bodo predstavljala neplazovit teren. Pogoje zanj torej zapišemo:

neplazovito = naklon $\geq 0^\circ$ AND naklon $< 15^\circ$

OR

$\text{naklon} \geq 70^\circ$ AND $\text{naklon} < 90^\circ$

Podobno bodo malo plazovit teren definirala vsa območja, katerih naklon je med 15° in 25° . Poleg tega bodo v manj plazovita uvrščena tudi nekatera območja večjega naklona, 50° - 70° . Taka so predvsem morebitno obstoječa konkavno ukrivljena melišča in travniki južnih ekspozicij, konkavno ukrivljena rušnata in gozdnata območja vseh ekspozicij ter konveksno ukrivljena rušnata in gozdnata območja južnih ekspozicij.

Pogoje za manj plazovit teren zapišemo:

$\text{malo plazovito} = \text{naklon} \geq 15^\circ$ AND $\text{naklon} < 25^\circ$ AND ($\text{poraščenos} = \text{melišče}$ OR $\text{poraščenos} = \text{ruševje_in_grmičevje}$ OR $\text{poraščenos} = \text{travnik_ali_pašnik}$ OR $\text{poraščenos} = \text{gozd}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND ($\text{ukrivljenost} = \text{konkavno}$ OR $\text{ukrivljenost} = \text{konveksno}$)

OR

$\text{naklon} \geq 50^\circ$ AND $\text{naklon} < 70^\circ$ AND ($\text{poraščenos} = \text{melišče}$ OR $\text{poraščenos} = \text{travnik_ali_pašnik}$ OR $\text{poraščenos} = \text{ruševje_in_grmičevje}$) AND $\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$ AND $\text{ukrivljenost} = \text{konkavno}$

OR

$\text{naklon} \geq 50^\circ$ AND $\text{naklon} < 70^\circ$ AND ($\text{poraščenos} = \text{ruševje_in_grmičevje}$ OR $\text{poraščenos} = \text{gozd}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND $\text{ukrivljenost} = \text{konkavno}$

OR

$\text{naklon} \geq 50^\circ$ AND $\text{naklon} < 70^\circ$ AND ($\text{poraščenos} = \text{ruševje_in_grmičevje}$ OR $\text{poraščenos} = \text{gozd}$) AND $\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$ AND $\text{ukrivljenost} = \text{konveksno}$

Tretja kategorija plazovitosti je bolj plazovit teren. Kot takšna se izkažejo konkavno ukrivljena rušnata in gozdnata območja južnih ekspozicij naklona med 25° in 50° . Med strmejšimi območji (50° - 70°) so to predvsem konkavno ukrivljena melišča in travniki zahodne, vzhodne in severnih ekspozicij, konveksno ukrivljena melišča in travniki vzhodne ekspozicije ter konveksno ukrivljena rušnata in gozdnata območja zahodne, vzhodne in severnih ekspozicij.

Pogoje za bolj plazovit teren zapišemo:

$\text{bolj plazovito} = \text{naklon} \geq 25^\circ$ AND $\text{naklon} < 50^\circ$ AND ($\text{poraščenos} = \text{ruševje_in_grmičevje}$ OR $\text{poraščenos} = \text{gozd}$) AND $\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$ AND $\text{ukrivljenost} = \text{konkavno}$

OR

$\text{naklon} \geq 50^\circ$ AND $\text{naklon} < 70^\circ$ AND ($\text{poraščenosť} = \text{melišče}$ OR $\text{poraščenosť} = \text{travnik_ali_pašnik}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND $\text{ukrivljenost} = \text{konkavno}$

OR

$\text{naklon} \geq 50^\circ$ AND $\text{naklon} < 70^\circ$ AND ($\text{poraščenosť} = \text{melišče}$ OR $\text{poraščenosť} = \text{travnik_ali_pašnik}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$) AND $\text{ukrivljenost} = \text{konveksno}$

OR

$\text{naklon} \geq 50^\circ$ AND $\text{naklon} < 70^\circ$ AND ($\text{poraščenosť} = \text{ruševje_in_grmičevje}$ OR $\text{poraščenosť} = \text{gozd}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND $\text{ukrivljenost} = \text{konveksno}$

Zelo plazovita območja so vsa območja znotraj naklona 25° in 50° , razen konkavno ukrivljenih rušnatih in gozdnatih območij južnih ekspozicij, ki so klasificirani v bolj plazovit teren. Kot zelo plazovita se izkažejo tudi nekatera območja naklona med 50 in 70 stopinjami. Taka so predvsem konveksno ukrivljena melišča in travniki zahodne in severnih ekspozicij.

Kriterije za zelo plazovit teren zapišemo:

$\text{zelo plazovito} = \text{naklon} \geq 25^\circ$ AND $\text{naklon} < 50^\circ$ AND ($\text{poraščenosť} = \text{melišče}$ OR $\text{poraščenosť} = \text{travnik_ali_pašnik}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND ($\text{ukrivljenost} = \text{konkavno}$ OR $\text{ukrivljenost} = \text{konveksno}$)

OR

$\text{naklon} \geq 25^\circ$ AND $\text{naklon} < 50^\circ$ AND ($\text{poraščenosť} = \text{ruševje_in_grmičevje}$ OR $\text{poraščenosť} = \text{gozd}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND $\text{ukrivljenost} = \text{konkavno}$

OR

$\text{naklon} \geq 25^\circ$ AND $\text{naklon} < 50^\circ$ AND ($\text{poraščenosť} = \text{ruševje_in_grmičevje}$ OR $\text{poraščenosť} = \text{gozd}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{J_JV_JZ}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{V}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND $\text{ukrivljenost} = \text{konveksno}$

OR

$\text{naklon} \geq 50^\circ$ AND $\text{naklon} < 70^\circ$ AND ($\text{poraščenosť} = \text{melišče}$ OR $\text{poraščenosť} = \text{travnik_ali_pašnik}$) AND ($\text{ekspozicija} = \text{Z}$ OR $\text{ekspozicija} = \text{S_SV_SZ}$) AND $\text{ukrivljenost} = \text{konveksno}$

Kot produkt s faktorji povečanih uteži posameznih dejavnikov plazovitosti bo za vsakega od pogojev izračunana vrednost, ki bo predstavljala plazovitost terena določenih lastnosti.

Te vrednosti se bodo izračunale preko enačbe:

$$plazovitost = u_{naklon} \cdot u_{pokritost_tal} \cdot u_{usmerjenost} \cdot u_{ukrivljenost}$$

u_i je normirana utež posameznega faktorja plazovitosti.

Na podlagi zapisanih pogojev za stopnje plazovitosti sta izračunana zgornja in spodnja meja vsakega od razredov (Tabela 18).

Tabela 18: Meje razredov plazovitosti

Plazovitost	Spodnja meja	Zgornja meja
neplazovito	0	0
malo plazovito	230,546	5901,984
bolj plazovito	7541,424	22624,272
zelo plazovito	29509,920	452812,047

Meje razredov so bile normirane med vrednosti 0 in 1 preko enačbe:

$$meja_i^j \text{ normirano} = \frac{meja_i^j}{meja_{zelo_plazovito}^{zgoraj}}$$

kjer je i plazovitost in j meja razreda.

Tabela 19: Normirane meje razredov plazovitosti

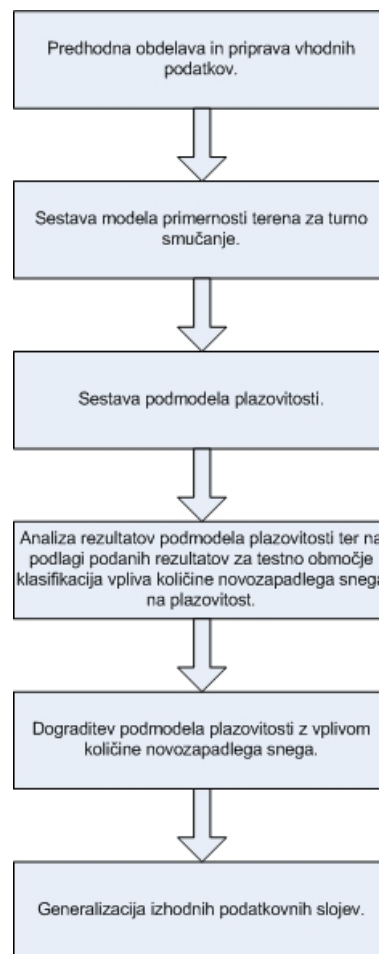
Plazovitost	Spodnja meja	Zgornja meja
neplazovito	0	0
malo plazovito	0,001	0,013
bolj plazovito	0,017	0,050
zelo plazovito	0,065	1

Normirane meje razredov plazovitosti so zapisane v tabeli 19.

9 IZVEDBA PRAKTIČNEGA DELA NALOGE

Model primernosti terena naj bi podajal rezultate, ki bi bili uporabni pri izdelavi kartografskih produktov. Delovanje modela je potrebo predhodno preveriti na testnem območju in tako preizkusiti samo pravilnost in zanesljivost njegovega delovanja.

Slika 12: Shema poteka praktičnega dela naloge



Potek praktičnega dela prikazuje shema na sliki 12.

9.1 Opis uporabljene programske opreme

V postopku zbiranja in obdelave podatkov ter izdelave modela je bila uporabljena različna programska oprema:

- ArcGIS 9.1

Program za prikazovanje, urejanje, poizvedovanje in analiziranje prostorskih in opisnih podatkov, izdelavo poročil ter grafov. Sestavljajo ga trije programski moduli. ArcInfo, ArcEditor in ArcView. Vsak modul vsebuje tri vmesnike, ArcMap, ArcCatalog in ArcToolbox ter dodatne razširitve (Extensions).

Uporabljeni so bili vsi trije vmesniki modula ArcView. V njem se je izvedla priprava in predhodna obdelava podatkov, izdelala sta se kartografski model primernosti in podmodel plazovitosti terena ter prikazali končni rezultati. S pomočjo orodja za urejanje podatkovnih slojev se je izvedla tudi vektorizacija v karto vrisanih turnih smukov.

- Autodesk AutoCAD 2007

Program za obdelavo vektorskih podatkov, razporejenih v različne sloje in možnostjo združevanja in razdruževanja podatkov iz blokov. Uporabljen je bil za obdelavo podatkov lavinskega katastra ter vektoriziranih podatkovnih slojev.

- Microsoft Excel 2003

Urejevalnik razpredelnic, ki je bil uporabljen za urejanje oziroma pridobivanje podatkov iz atributnih tabel. Služil je tudi kot pomoč pri sestavi modela.

9.2 Predhodna obdelava in priprava vhodnih podatkov

9.2.1 Digitalni model reliefa

Za analizo površja so bile uporabljene ASCII GRD datoteke testnega območja. Pred nadaljnjo obdelavo so bile datoteke shranjene v programu razumljiv ASC format. Zapis podatkov je ostal enak.

Za analizo površja so bile tekstovne datoteke s podatki o reliefu spremenjene v rastrsko obliko. Pri tem je bila za tip izhodnih podatkov uporabljena opcija Float, izhodne vrednosti so bile realna števila. Obdelavo je olajšala združitev izhodnih slojev v mozaik ter s tem pridobitev enega podatkovnega sloja, ki je vključeval podatke o reliefu za celotno območje prikaza.

Rastrski podatkovni niz digitalnega modela reliefa je bil, ob uporabi že vgrajenih funkcij računanja lastnosti ploskev, uporabljen kot vhodni podatek za izračun naklona, ekspozicijo in ukrivljenosti terenske ploskve.

9.2.2 Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev

Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev so bile uporabljene za izdelavo sloja poraščenosti oziroma hrapavosti tal. Pri tem so bili upoštevani podatki SHP datoteke RABA za občini Kranjska Gora (OB_53_RABA.shp) in Tržič (OB_131_RABA.shp).

Podatki so bili rastrirani in klasificirani.

9.2.2.1 Pretvorba podatkov iz vektorske oblike v rastrsko

Rastriranje je postopek, pri katerem vektorske podatke prenesemo v celični oz. mrežni GIS. V rastrskem koordinatnem sistemu so točke določene s položajem ustreznega stolpca in vrstice. Izhodišče sistema je v zgornjem levem vogalu. V vektorskem zapisu pa so podatki v prostoru določeni s pari koordinat. Pretvorba iz prvega sistema v drugega zahteva koordinatno pretvorbo, katere rezultat so z naravnimi števili predstavljene koordinate ustreznih vrstic in stolpcev (Kvamme et al., 1997).

Pretvorba točk v vektorskem zapisu ni težavna, saj jih le prepisemo v ustrezno vrstico in stolpec znotraj rastra ter pripisemo ustrezni atribut. Pri vektorsko zapisanih linijskih podatkih in območjih gre za zapis množice točk, ki tvorijo daljico oziroma območje. V tem primeru moramo ustrezen atribut pripisati vsaki mrežni celici, v katero padejo koordinate točk na linijo oziroma katere določen večkotnik prekriva. Pri rastriranju območja torej ustrezen atribut dobijo vse celice znotraj sklenjenega območja.

Vhodni podatki GERK so v vektorski obliki. Ker so rastrski podatki pri obdelavi za modeliranje primernejši, so bili podatki v prvi fazi obdelave pretvorjeni v rastrsko obliko. Pri tem se je upoštevala velikost rastrske celice izhodne datoteke, ki je skladna z velikostjo celice digitalnega modela reliefa, torej 5×5 metrov.

9.2.2.2 Klasifikacija

Ker bazo tvorijo za turno smučanje bolj in manj pomembne rabe tal, je bila potrebna njihova predhodna klasifikacija. Skladno s klasifikacijo faktorja plazovitosti so rabe tal razdeljene v štiri razrede. Dodan jim je še peti razred, ki vsebuje neplazovita zemljišča. V ta razred spadajo pozidana in vodna zemljišča.

V bazi rabe tal se pojavljajo številni tipi pokritosti tal (Priloga D). Skladno s klasifikacijo poraščenosti in hrapavosti tal, so le ti razdeljeni v štiri razrede: melišče, travniki in pašniki, ruševje in grmičevje ter gozd.

V grafičnih enotah rabe kmetijskih gospodarstev se pojavljajo tudi pozidana oz. sorodna zemljišča (šifra 3000), odprta zamočvirjena tla (šifra 4000) in voda (šifra 7000). Slednje rabe tal so z vsemi podobjekti klasificirane v ločen, neplazovit razred. Dodeljena jim je utež 0.

Odprta zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom (šifra 6000) so klasificirana v melišče kot tip pokritosti tal.

Podobjekti kmetijskih zemljišč (šifra 1000), njive in vrtovi (šifra 1100), so glede na podobno strukturo pridružena skupini travnik ali pašnik, v katero so dodeljeni vsi podelementi trajnih travnikov oz. pašnikov (šifra 1300).

Zemljišča v zaraščanju (šifra 1410), druge poraščene površine v gozdnem prostoru (šifra 2400), rušje (šifra 2500) in suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom (šifra 5000) so predstavniki tipa poraščenosti tal ruševje in grmičevje.

Vsi ostali tipi rabe tal so klasificirani v gozd.

9.2.3 Corine Land Cover Slovenija 2000

Pokritost tal CORINE Land Cover 2000 na prvem nivoju vključuje umetne, kmetijske, gozdne in deloma ohranjene naravne, z vodo namočene ter vodne površine. Za potrebe izdelave modela primernosti terena za turno smučanje je bil uporabljen le iglast gozd. Numerična koda slednjega objektnega tipa je 312 (Priloga E).

Podatki so v vektorski obliki, zato so bili pred nadaljnjo uporabo rastrirani.

9.2.4 Osnovni lavinski kataster

Podatki osnovnega lavinskega katastra so shranjeni v SHP datoteki (ang. Shapefile). Zaradi zapisa podatkov, so bili pred uporabo preurejeni in transformirani v programu razumljiv zapis oziroma zapis, ki je omogočal njihovo nadaljnjo obdelavo. Podatki so bili pretvorjeni v DXF datoteko (ang. Drawing Exchange Format) ter obdelani v programu AutoCAD 2007. Ker so bila vsa območja znanih plazov shranjena v enem bloku, ga je bilo potrebno predhodno razbiti ter posamezne poligone med seboj ločiti. Poleg tega so bili izbrisani plazovi izven območja obravnave. S tem je podatkovni sloj postal manj obsežen, nadaljnja obdelava posredno hitrejša.

Urejena DXF datoteka je bila pretvorjena nazaj v SHP format. Izvedla se je rastracija vektorskih podatkov. Atributna tabela, ki se je v programskem okolju ArcGIS avtomatično izoblikovala je poleg identifikacijske številke plazu vsebovala še površino in obseg posameznega poligona. Pri rastraciji so se upoštevale površine posameznih poligonov. Pred nadaljnjo uporabo podatkov je bila izvedena še klasifikacija, pri čemer se je vsem površinam pripisala vrednost 1. Tako so bili pridobljeni rastrski podatki za območja plazov.

9.3 Sestava modela primernosti terena za turno smučanje

Model (Priloga B) analizira obravnavano območje ter podaja rezultate o primernosti terena za turno smučanje. Pri tem upošteva sekundarne dejavnike primernosti, prehodnost, nevarnost zdrsa in plazovitost. Za definiranje neprimerne terena uporablja podatke, ki podajajo dejansko plazovno ogroženost. Ob upoštevanju rezultatov, ki jih podaja podmodel plazovitosti, pa primerna območja klasificira v razrede glede na potencialno lavinsko ogroženost.

Vhodni podatki modela primernosti terena za turno smučanje so štirje. Poleg parametrov, ki jih podaja podmodel plazovitosti so to še:

- vektorski sloj iglastega gozda, pridobljen z atributnim poizvedovanjem iz Corine Land Cover Slovenija 2000,
- digitalni model reliefa z velikostjo mrežne celice 5×5 m v rastrski obliki in

- kataster snežnih plazov.

Delovanje modela prikazuje shema (Priloga B), podrobnejši opis procedur pa je opisan v nadaljevanju.

Na začetku model vhodne podatke spremeni v pravilno obliko. Sloj iglastega gozda se s funkcijo FeatureToRaster rastrira, operator logične negacije Is-Null pa območjem iglastega gozda pripiše vrednost 0.

Digitalni model reliefa je uporabljen kot vhodni podatek za izračun naklona terena. Pri tem je v uporabi vgrajena funkcija analize površja Slope. Ker je horizontalno in višinsko merilo uporabljenega digitalnega modela reliefa enako, je faktor skaliranja višin nastavljen na vrednost 1. Izhodni podatkovni sloj operacije je, v stopinjah podana, vrednost naklona v posamezni rastrski celici. Le-ta je nato preklasificiran. Funkcija Reclassify naklonu od 0° do 45° pripiše vrednost 0, ostalim vrednost 1.

Klasifikacija katastra snežnih plazov je zasnovana tako, da se celicam, ki vsebujejo podatek, pripiše vrednost 1. Operator Is-Null, plazovitim območjem pripiše vrednost 0, vsem celicam, ki so brez podatka, pa vrednost 1. S tem so vse celice, ki so vsebovane na območjih znanih snežnih plazov, predstavljene kot teren, neprimeren za turno smučanje.

Sledi prekrivanje podatkov. Funkcija množenja Times najprej zmnoži vrednosti enako ležečih celic slojev iglastega gozda ter naklona. Rezultat operacije je prikaz terena, ki je neprehoden ali prestrm. Produkt slednjega sloja s slojem znanih snežnih plazov podaja teren, ki je ali neprehoden ali prestrm ali na območju znanih snežnih plazov. Rezultat je torej podatkovni sloj terena, neprimernega za turno smučanje. Vsa takšna območja imajo pripisano vrednost 0, ostala vrednost 1.

Za pridobitev karte primernosti terena za turno smučanje je potrebno upoštevati še rezultate, ki jih podaja podmodel plazovitosti. Znotraj primernih območij se teren, za posamezno stopnjo plazovitosti, klasificira v štiri razrede. V tem delu izračuna je upoštevana predpostavka, da se ob prvi in drugi stopnji nevarnosti proženja snežnih plazov, plazovi samodejno ne prožijo. Izhodna podatkovna sloja za I. in II stopnjo plazovitosti sta zato množena s slojem neprimernega terena, ki ga definirata dejavnika naklon in iglast gozd. Za III., IV. in V. stopnjo plazovitosti pa je uporabljen sloj terena, neprimernega za turno smučanje, ki ga definirajo vsi trije dejavniki.

Izhodni podatkovni sloji modela primernosti terena za turno smučanje so karte primernosti. Model podaja pet kart za pet stopenj plazovitosti. Karte so v rastrski obliki, podatki pa klasificirani v pet razredov z vrednostmi 0, 1, 2, 3 in 4. Vsem območjem, neprimernim za turno smučanje, se pripiše vrednost 0. Neplazovitemu terenu se je pripisalo vrednost 1, manj plazovitemu 2, bolj plazovitemu 3 in zelo plazovitemu terenu 4.

9.4 Sestava podmodela plazovitosti

Podmodel plazovitosti je sestavni element modela primernosti terena za turno smučanje (Priloga C). Rezultati, ki jih podaja, predstavljajo vhodne podatke za izračun turnosmučarske primernosti terena.

Podmodel najprej operira s funkcijami za analizo površja. Vhodni podatek za izračun naklona, ekspozicijo in ukrivljenost terenske ploskve je digitalni model reliefa, podan v rastrski obliki.

Model je sestavljen za model reliefa z enakim merilom tako v horizontalnem kot višinskem koordinatnem sistemu. Faktor skaliranja višin je tako nastavljen na vrednost 1. Za enoto podajanja izhodnih parametrov operatorja računanje naklona Slope so izbrane stopinje.

Četrty faktor plazovitosti, poraščenost terena, je računana iz sloja raba, Grafičnih enot rabe kmetijskih gospodarstev. Ker je vhodni podatkovni sloj v vektorski obliki, model najprej izvede rastracijo. Pri tem je velikost izhodne rastrske celice nastavljena na velikost celice digitalnega modela reliefa, torej na 5 m. Sledi prepisovanje podatkov v pet razredov. Poleg osnovnih štirih razredov, ki jih določa klasifikacija faktorja, so v ločen razred klasificirana vodna in pozidana zemljišča. Slednja predstavljajo neplazovit teren, zato se jim pripiše vrednost 0.

Po izračunu sledi klasifikacija podatkov in upoštevanje velikosti vpliva faktorja na plazovitost. Velikost vpliva se izračuna s pomočjo algebre karte, s katero se vhodni sloj operatorja, pomnoži z ustreznim skalarjem. Ukaz v algebri karte se tako npr. za ekspozicijo terenske ploskve glasi:

```
ekspozicija_reclass*57.5
```

Za izračun potencialne plazovne ogroženosti je potrebno upoštevati vse štiri dejavnike plazovitosti, kar se izvede s funkcijo množenja Times. Ker pa je delovanje slednje

zastavljeno tako, da lahko množi enako ležeče celice le dveh podatkovnih sojev, model plazovitosti v prvem koraku zmnoži sloja ekspozicije in ukrivljenosti terenske ploskve, v drugem sloja naklona in poraščenosti terena. S pomočjo tretjega množenja, v katerem sta vhodna podatkovna sloja produkt prvega in drugega množenja, model izračuna potencialno plazovitost terena. Na tem mestu vpliv novozapadlega snega še ni upoštevan. Vpliv slednjega faktorja je upoštevan v zadnjem delu izračuna.

Model za vsako od petih stopenj plazovitosti računa končno plazovno ogroženost. Izračun le-te se izvede z ukazom v karti algebre, s katero se sloj potencialno plazovitost terena brez upoštevanja vpliva novozapadlega snega množi z ustreznim skalarjem. Tako pridobljene sloje plazovitosti model glede na podane meje razredov (Tabela 19) preklasificira v 4 razrede ogroženosti.

Rezultat podmodela plazovitosti je pet rastrskih podatkovnih slojev s prikazom potencialne plazovne ogroženosti terena. Štirje podatkovni razredi definirajo neplazovit, malo plazovit, bolj plazovit in zelo plazovit teren.

Izhodni podatkovni sloji so v modelu definiran kot parametri. S tem predstavljajo vhodne podatke modela primernosti terena za turno smučanje.

9.5 Klasifikacija vpliva količine novozapadlega snega na plazovitost

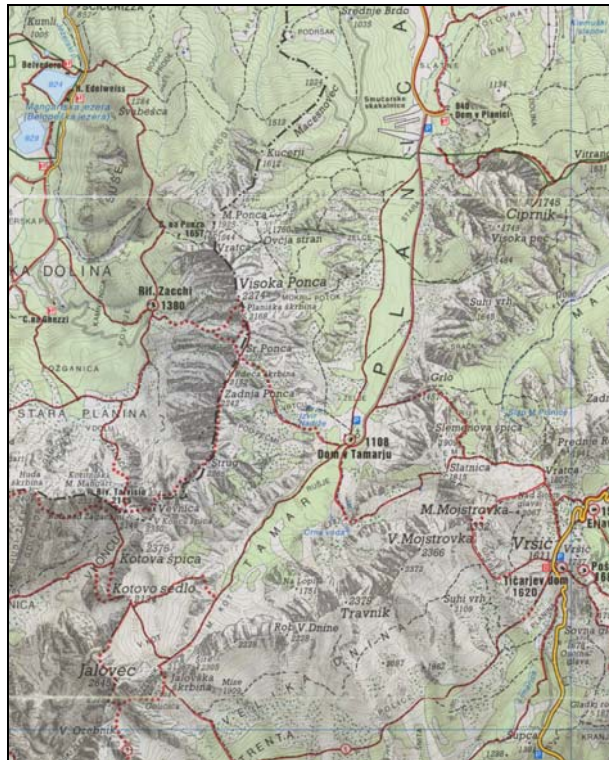
Vpliv novozapadlega snega je bil določen med sestavo modela. Izračunal se je na podlagi testnega območja. Zanj je bil izbran, za računanje plazovitosti, enostaven teren. To je malo razgiban teren brez vrtač, dolinic, skalnih pragov in drugih izrazitih reliefnih oblik.

V nadaljevanju sledi predstavitev testnega območja za izračun vpliva novozapadlega snega.

9.5.1 Izbira območja prikaza

Testno območje je Kotovo sedlo, 2134 m (Slika 13). Leži v skrajnem severozahodnem delu slovenskega dela Julijskih Alp med Jalovcem in Kotovo špico. Je preval med Tamarjem in Koritnico severno pod Jalovcem z izrazito sedlasto obliko.

Slika 13: Območje Kotovega sedla, izrez iz zemljevida Julijske Alpe – zahodni del 1 : 50.000 (PZS, 1999)



Spust s Kotovega sedla v Tamar je geomorfološko enostaven smuk z dolgo zasneženostjo. Njegove glavne značilnosti so enostavna orientacija, turnosmučarski tereni brez nevarnih prečenj in skoraj brez smučanja po gozdu. Pokrajina je manj razgibana, orientacija je zato precej preprosta (Slika 14).

Slika 14: Kotovo sedlo



Turni smuk s Kotovega sedla v veliki meri poteka po plazovitem terenu (Jenčič, 1998).

9.5.2 Klasifikacija

Na podlagi rezultatov (Priloga F) za testno območje ter na podlagi lastnih izkušenj je bilo ugotovljeno, da model plazovitosti podaja rezultate za znatno, III. stopnjo, nevarnosti proženja snežnih plazov.

Tabela 20: Klasifikacija količine novozapadlega snega

Stopnja plazovitosti	Faktor povečanja plazovne ogroženosti
I stopnja – majhna	0,050
II stopnja – zmerna	0,100
III stopnja – znatna	1,000
IV stopnja – velika	3,833
V stopnja – zelo velika	4,792

Za klasifikacijo vpliva novozapadlega snega si pomagamo z definicijami za posamezno stopnjo plazovitosti po evropski petstopenjski lestvici nevarnosti proženja snežnih plazov.

Teren po katerem poteka turni smuk s Kotovega sedla je plazovit. Kljub temu lahko upoštevamo definicijo prve stopnje plazovne ogroženosti po evropski petstopenjski lestvici, ki navaja, da je na večini pobočjih snežna odeja sorazmerno stabilna ter da je možnost proženja snežnih plazov samo na zelo redkih, strmih pobočjih. Razmere naj bi bile v takih pogojih varne, zato lahko pri rezultatih, ki jih podaja model plazovitosti, za prvo stopnjo plazovitosti ukinemo razred zelo plazovitega območja. To storimo tako, da izhodni podatkovni sloj pomnožimo z 0.050. Vrednost predstavlja količnik med zgornjima mejama (Tabela 19), ki definirata bolj plazovito (0.050) in zelo plazovito območje (1.000).

V primeru druge, znatne stopnje nevarnosti proženja snežnih plazov je snežna odeja, razen na posameznih, dovolj strmih pobočjih, na katerih je le zmerno stabilna, relativno dobro povezana s podlago. Podobno kot v primeru prve stopnje plazovitosti, tudi tu lahko ročno premaknemo meje med stopnjami plazovitosti, kar storimo z moženjem izhodnega podatkovnega sloja z vrednostjo 0.100, torej dvakratno vrednostjo prvega primera.

Enako naredimo tudi v primeru, ko je stopnja plazovitosti višja od znatne, torej III. stopnje. Ko je velika nevarnost proženja snežnih plazov, je snežna odeja na večini strmih pobočjih

slabo stabilna, možno je že samodejno proženje manjših, ponekod tudi večjih plazov. Zato lahko trdimo, da malo plazovitih območij skorajda ni več. Meje razredov plazovitosti preuredimo tako, da izhodni podatek množimo s faktorjem 3.833, kar ustreza količniku med zgornjo mejo bolj plazovitega (0.050) in zgornjo mejo malo plazovitega (0.013) območja. Postopek je podoben tudi za zelo veliko, V. stopnjo nevarnosti proženja snežnih plazov. V tem primeru je faktor množenja enak 4.792. Pridobimo ga tako, da faktor pri četrti stopnji množimo s petimi četrtinami. Vrednosti v ulomku predstavljata stopnji plazovitosti.

Klasifikacija količine novozapadlega snega je zapisana v tabeli 20.

V prvi fazi je bil rezultat podmodela karta potencialne lavinske ogroženosti. Na podlagi izračunanih faktorjev je bil podmodel plazovitosti dograjen. S tem je bil upoštevan še vpliv količine novozapadlega snega, rezultat podmodela plazovitosti pa je tako pet kart plazovne ogroženosti za vsako od petih stopenj nevarnosti proženja snežnih plazov.

9.6 Generalizacija izhodnih podatkovnih slojev

Izhodni podatkovni sloji podajajo informacije o primernosti terena za turno smučanje za posamezno rastrsko celico, torej za območje velikosti 5×5 metrov. Ker tako podroben prikaz podatkov za uporabnika ni primeren, je izhodne podatkovne sloje potrebno poenostaviti do te mere, da so območja posamezne stopnje plazovitosti oziroma primernosti terena za turno smučanje čim bolj povezana in ne vsebujejo prekinitev. Nekaj kvadratnih metrov plazovno nevarnega teren znotraj večjega, varnega, območja turnemu smučarju namreč ne predstavlja omembe vredne ogroženosti. Velja tudi obratno, manjše neplazovito območje znotraj večjega plazovno ogroženega terena ne predstavlja območja, varnega za turno smučanje. Pri tem si pomagamo s pravili kartografske generalizacije.

Generalizacija je eden izmed postopkov izdelave kart. Sestavljajo jo metode izbire in redukcije vsebine, geometrično predstavljanje, prehod na pogojno prikazovanje, združevanje in premikanje. Določene metode se lahko izvedejo interaktivno, druge avtomatizirano z uporabo računalniških algoritmov (npr. poenostavitve).

V GIS generalizacija rastrskih podatkov poteka preko vgrajenih orodij za urejanje rastra. Te funkcije so uporabne predvsem v primeru ko:

- rastrski podatkovni nizi vsebujejo odvečne podatke,
- je prikazanega več detajla kot je potrebnega za analizo,
- želimo odstraniti manjša, različno klasificirana območja.

Obdelava izhodnih podatkov se je izvajala v programskem okolju ArcGIS, v katerem se rastrski podatki urejajo predvsem z naslednjimi funkcijami (ESRI, 2005):

- MajorityFilter – funkcija za odstranitev različno klasificiranih celic
- BoundaryClean – funkcija za zglajevanje mej med conami
- RegionGroup – funkcija za pripisovanje enoličnih identifikatorjev posameznim območjem
- Selection – funkcija za izločitev con
- Nibble – funkcija za zamenjavo vrednosti v celicah, ki jih določa maska, s sosednjimi vrednostmi

Vsa ta orodja se običajno uporabljajo za obdelavo klasificiranih satelitskih podob, na katerih so posamezni objekti identificirani na osnovi različnih spektralnih podpisov. Rastr, ustvarjeni na tak način, imajo pogosto majhne pike (otoke) z drugačno vrednostjo znotraj velikih območij. Nastanejo lahko na primer zaradi odboja od steklenice, ki leži sredi travnika. Odboj je podoben odboju od vode, zato celico napačno identificiramo kot vodo.

Drugi, po principu enak način uporabe orodij je za obdelavo rastrskih podatkovnih slojev v katerih se nahaja veliko majhnih skupin celic neke vrednosti sredi območja z drugo vrednostjo. Te podatke je potrebno očistiti ter se s tem znebiti majhnih skupin celic sredi velikih območij.

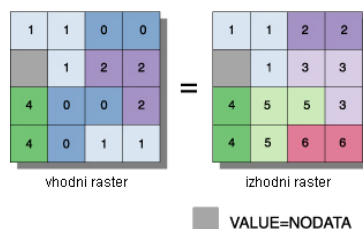
Funkcije za urejanje in čiščenje rastra so območne funkcije. Območne funkcije se večinoma uporabljajo za generalizacijo podatkov. Delujejo podobno kot središčne funkcije, ki vrednost posamezne celice določijo glede na njeno vrednost in vrednosti njenih neposrednih ali poljubno izbranih sosedov. Pri območnih funkcijah pa je soseščina razširjena na večja območja, ki pa se med seboj ne prekrivajo. Razlikujemo operacije območnih funkcij na eni ali več tematskih plasteh in pa operacije z različnimi deli območij,

primerjaje na eni ali več tematskih plasteh. Izračunana vrednost znotraj območja se zapiše v posamezno celico, ki pade znotraj tega območja.

9.6.1 Združevanje območij (ang. Region Group)

Funkcija Region Group za izračun vrednosti posamezne celice izhodnega rastra uporablja vse celice vhodnega rastra. Funkcija deluje tako, da združi povezane celice v cono ter conam določi enolični identifikator (Slika 15). Te celice združuje na dva načina. Prvi je na osnovi atributov (npr. združi celice s stanovanjsko rabo), drugi ob uporabi prostorskih kriterijev (npr. združi celice, ki jih razmejuje cesta).

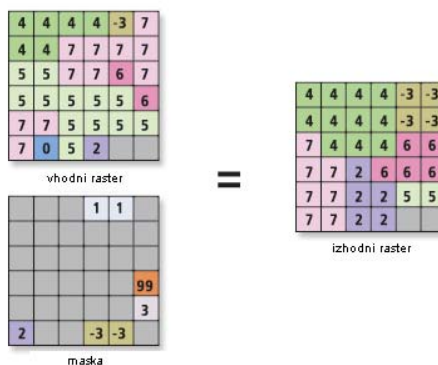
Slika 15: Prikaz delovanja funkcije Region Group (ESRI, 2005)



9.6.2 Funkcija glodanja (ang. Nibble)

Funkcija Nibble deluje le na celice brez podatka. Tem celicam dodeli vrednost sosednjih celic iz vhodnega rastra. Vhodna podatka za funkcijo sta torej dva. Poleg vhodnega rastrskega podatkovnega tipa potrebujemo tudi masko celic brez podatka. Za izdelavo slednje si pomagamo s predhodno uporabo funkcije Region Group. Delovanje funkcije Nibble prikazuje slika 16.

Slika 16: Prikaz delovanja funkcije Nibble (ESRI, 2005)



9.6.3 Obdelava izhodnih podatkov

V postopku obdelave izhodnih podatkovnih slojev, ki jih je podal model primernosti terena za turno smučanje, je bilo preizkušenih več različnih orodij za urejanje in čiščenje rastra. Vsak od njih je podajal bolj in manj primerne rezultate. Kot najprimernejša se je izkazala uporaba kombinacije funkcije Region Group in Nibble.

Sledila je obdelava sloja z orodjem Region Group. Slednje je vsaki povezani skupini celic z enako vrednostjo dodelilo enolični identifikator. Po izvedbi je bilo vsega skupaj več kot 10.000 takšnih območij. Izmed vseh je bilo potrebno poiskati majhna območja ter jim izbrisati vrednosti.

Iz stolpca Count, v atributni tabeli, je bilo razvidno, da je veliko število območij sestavljeno iz manj kot 10 celic. V algebri karte zapišemo ukaz, s katerim vsa takšna območja izločimo. Pri tem si pomagamo z operatorjem LE (\leq , ang. less-than-or-equal-to). Slednji testira resničnost izraza. V primeru resnice, ko je pogoj izpolnjen, se izhodni rastrski celici pripiše vrednost 1, v nasprotnem primeru vrednost 0.

Izraz v algebri karte zapišemo:

```
SETNULL(plaz1_maska.Count LE 10, 1)
```

S tem so majhna območja ostala brez vrednosti, drugim pa se je pripisala vrednost 1. Ustvarila se je maska območja, ki je predstavljala vhodni podatek za funkcijo Nibble.

9.7 Komentar na izbor ravni faktorjev primernosti terena za turno smučanje

Po izgradnji modela primernosti terena za turno smučanje se je izkazalo, da delitev faktorjev ni bila optimalna. Bolj logična bi bila sledeča izbira ravni:

- 1. raven: Sneg

Prva raven bi definirala sneg. Zagotavljata ga nadmorska višina in podnebje.

- 2. raven: Nagib

Na drugi ravni bi bil izračunan nagib, kot pogoj za turno smučanje. Hoja po ravnem ni najbolj prijetna, kar pa v model ni vključeno. Na drugi ravni bi bile tako izločene ravnine in zelo strma območja, prepadi.

- 3. raven: Varnost

Tretja raven bi predstavljala varnost. Izbira plazovitosti kot kriterij ustreznosti je res da sporna. Nekatera plazovita in zelo izpostavljena območja so v času stabilnih snežnih razmer idealna območja za turno smučanje in obratno, povsem varnih pobočij praktično ni. Ker pa je plazovitost dejavnik varnosti, ki se ga da s pomočjo GIS najbolje opisati, bi bila vseeno glavni kriterij ustreznosti na tretji ravni.

Ker bi upoštevanje opisane delitve faktorjev pomenila celotno preureditev naloge, je bila ohranjena prvotna razdelitev.

10 PREIZKUS ANALIZE NA TESTNEM OBMOČJU

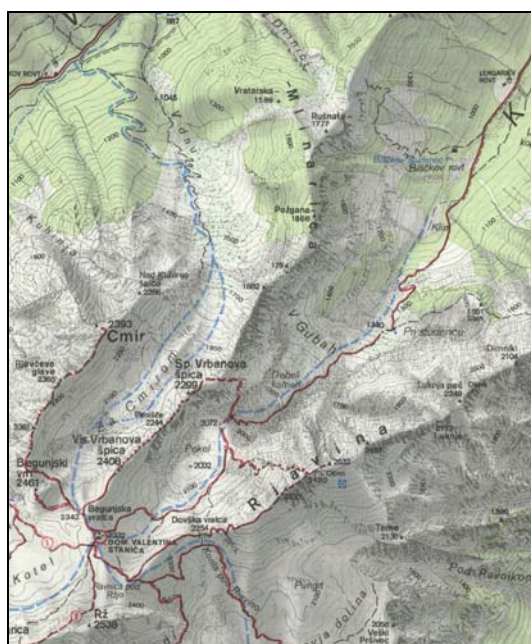
Delovanje kartografskega modela primernosti terena za turno smučanje je bilo v nadaljevanju preizkušeno na testnem območju. S pomočjo le-tega se je ugotavljala pravilnost in natančnost rezultatov, ki jih podaja model.

10.1 Izbira območja modeliranja

Pred začetkom analize pravilnosti delovanja modela je bilo potrebno izbrati ustrezno območje prikaza. Zastavljena sta bila naslednja pogoja:

- Turni smuk mora biti vrisan v že obstoječo analogno planinsko karto.
- Za čim boljše testiranje kartografskega modela se morajo lastnosti turnega smuka približati skrajnim vrednostim posameznega faktorja plazovitosti (S – J ekspozicija; melišče – gozd).

Slika 17: Območje Kota, izrez iz zemljevida Triglav 1 : 25.000 (PZS, 1996)



Slika 18: Kot



Slika 19: Območje Velikega Javornika, izrez iz zemljevida Storžič in Košuta 1 : 25.000 (PZS, 1995)



Slika 20: Vršno pobočje Velikega Javornika



Za testno območje je bilo izbrano širše območje Triglava ter ožji predel osrednjega dela Karavank. Da bi bili rezultati delovanja modela ker se da pravilni, sta bila za testiranje izbrana dva turna smuka. Turni smuk skozi Kot (Slika 17) ter turni smuk na Veliki Javornik ali Ženiklovec (Slika 19). Prvi naj bi potekal po plazovno bolj, drugi po plazovno manj ogroženem terenu.

Kot (Slika 18) je ena izmed treh triglavskih dolin. Turni smuk poteka od zatrepca doline mimo Pekla ter se konča pri Koči Valentina Staniča. Strma pobočja s številnimi skalnimi pragovi, severovzhodna ekspozicija in velika izpostavljenost snežnim plazovom turo zaznamujejo kot zahtevno in nevarno.

Veliki Javornik (Slika 20) je pretežno gozdnata stranska vzpetina Košute, dobrih 10 kilometrov dolge gorske verige Karavank. Ta 1517 metrov visok vrh je turno smučarsko zanimiv predvsem ko zapade svež sneg. Ne pretirano strmo vršno pobočje je travnato in do sedla Dol (1448 m) nudi nekaj manj kot 300 višinskih metrov spusta tudi kadar snega ni veliko. Nadaljnji spust v dolino poteka po gozdnih cestah in kolovozih.

Zahodna in južna ekspozicija ter gozdnata poraščenost terena zagotavljata varne turnosmučarske pogoje.

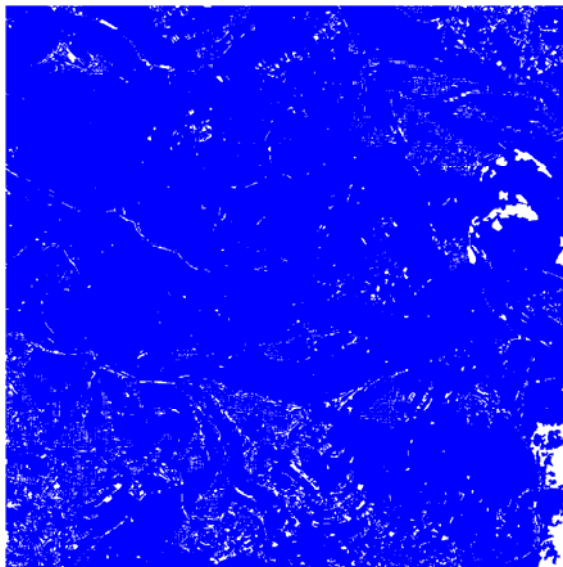
10.2 Generalizacija izhodnih podatkovnih slojev

Zaradi precejšnje obsežnosti izhodnih podatkov, so bili le-ti pred nadaljnjo obravnavo skrčeni. Za območje smuka na Veliki Javornik je bil izdelan izrez širšega območja turnega smuka. Izrezano območje je kvadrat dimenzije 3500 m. Gauss-Krügerjevi koordinati levega zgornjega vogala sta:

$$y = 451500,00 \text{ m} \quad x = 138000,00 \text{ m}$$

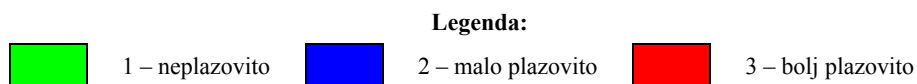
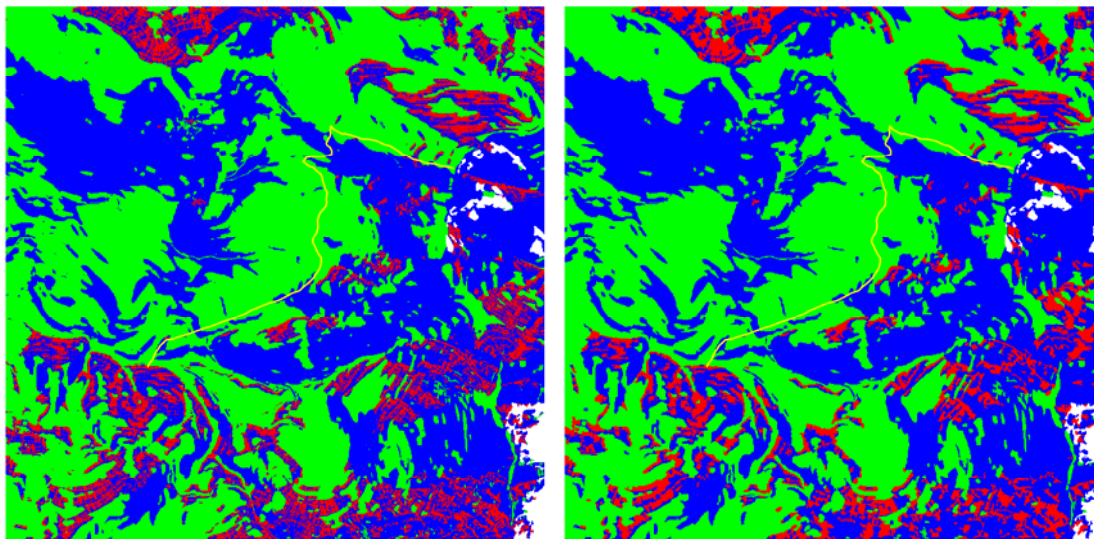
V nadaljevanju je bila s funkcijo Nibble ustvarjena maska območja turnega smuka na Veliki Javornik. Masko prikazuje slika 21. S slike je razvidno, da so se v masko zapisala vsa območja z majhno površino. Prav tako se vidi, da vsebuje tudi velik del območij cest.

Slika 21: Maska območja turnega smuka na Veliki Javornik za I. stopnjo plazovitosti



Funkcija glodanja je vrednosti celic znotraj majhnih območij, katera je definirala maska, zamenjala z vrednostmi sosednjih celic vhodnega rastrskega podatkovnega sloja.

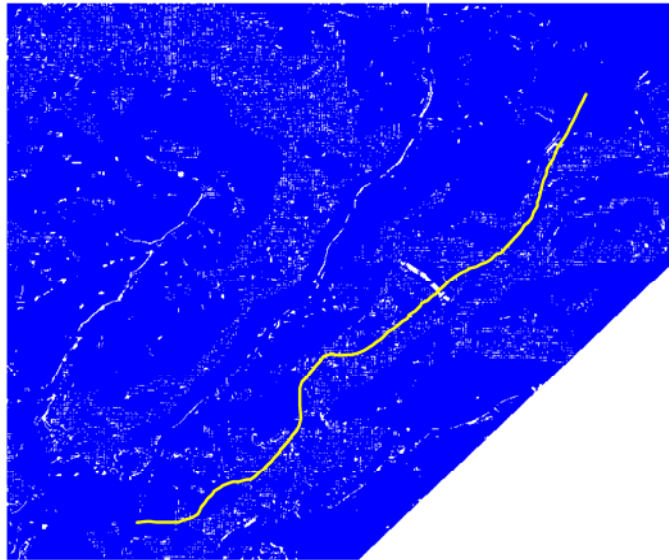
Slika 22: Karta plazovitosti (za I. stopnjo nevarnosti proženja snežnih plazov) za širše območje turnega smuka na Veliki Javornik pred (levo) in po filtriranju (desno)



Končni rezultat filtriranja karte plazovitosti za širše območje smuka na Veliki Javornik ob I. stopnji nevarnosti proženja snežnih plazov prikazuje slika 22. Iz prikaza je razvidno, da se je s filtrom iz rastra odstranilo veliko pik, območja enakih vrednosti pa

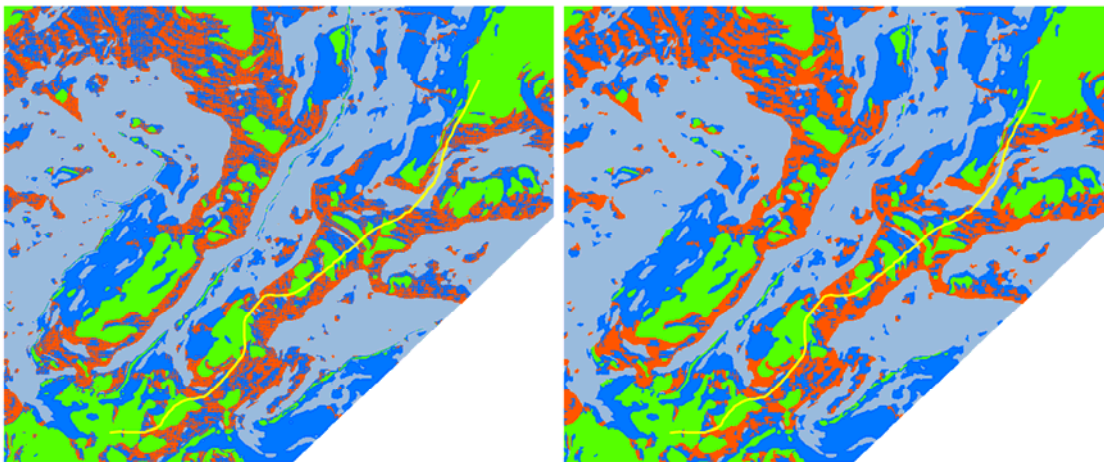
so enotnejša, lepše povezana. Rumena linija na kartah predstavlja traso turnega smuka na Veliki Javornik, vektorizirano iz planinske karte Storžič in Košuta 1 : 25.000.

Slika 23: Maska območja turnega smuka skozi Kot za I. stopnjo plazovitosti



Enak postopek se je izvedel tudi za turni smuk skozi Kot. V tem primeru je iz maske lepo razvidno, da so se vanjo zapisali grebeni. Masko območja za I. stopnjo plazovitosti prikazuje slika 23, končni rezultat filtriranja slika 24.

Slika 24: Karta primernosti terena za turno smučanje (za I. stopnjo nevarnosti proženja snežnih plazov) za območje turnega smuka skozi Kot pred (levo) in po filtriranju (desno)



Legenda:

	0 – neprimerno		1 – neplazovito
	2 – malo plazovito		3 – bolj plazovito

Rumena linija na maski (Slika 23) in kartah primernosti terena za turno smučanje (Slika 24) predstavlja traso turnega smuka skozi Kot, vektorizirano iz planinske karte Triglav 1 : 25.000.

Pri opisu vhodnih podatkov je bilo omenjeno, da so podatki iz GERK zapisani za posamezno občino. V primeru turnega smuka skozi Kot je bila v JV vogalu izreza prikaza meja občine zato to območje ni vsebovalo rezultatov. Zaradi takšnega prikaza rezultatov je bilo za prikaz turnega smuka skozi Kot izbrano območja velikosti 3500 m v smeri y osi in 2900 m v smeri osi x s prisekanim spodnjim desnim vogalom. Gauss-Krügerjevi koordinati zgornjega levega vogala območja sta:

$$y = 412000,00 \text{ m} \quad x = 141500,00 \text{ m}$$

Skupna površina območja znaša nekaj manj kot 900 ha.

10.3 Podatki za predstavitev rezultatov analize primernost terena za turno smučanje

Običajno se karta plazovne ogroženosti prikaže v kombinaciji s tiskano topografsko karto velikega merila. Na takšno osnovo se dodajo specifične tematske informacije kot so območja znanih plazov, potencialna nevarna območja, itd. (Kriz, 2001).

Za nazornejšo predstavitev rezultatov kartografskega modela primernosti terena za turno smučanje sta bili uporabljeni topografski podlagi. Izhodni podatkovni sloji modela so bili prekriti čez planinsko karto. Za širše območje turnega smuka na Veliki Javornik je bila uporabljena karta Storžič in Košuta 1 : 25.000 (PZS, 1995), turnega smuka skozi Kot karta Triglav 1 : 25.000 (PZS, 1996).

V nadaljevanju sledi kratka vsebina vsake od planinskih kart.

10.3.1 Planinska karta Triglav 1 : 25.000

10.3.1.1 Splošno o planinski karti

Za analizo rezultatov turnega smuka skozi Kot je bila uporabljena 2. popravljena in dopolnjena izdaja iz leta 1996.

Karto je izdala in založila Planinska zveza Slovenije. Zasnoval in kartografsko uredil jo je prof. dr. Branko Rojc. Karto je izdelal Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Ljubljana.

10.3.1.2 Priprava in obdelava podatkov

Za analizo rezultatov turnega smuka skozi Kot je bil uporabljen skenogram karte (format datoteke TIFF, ločljivost 300 dpi, barvna globina 8 bitov, velikost podobe 8136×10416 pikslov, velikost datoteke 50.20 MB). Za pridobitev podatkov o trasi vrisanih turnih smukov sta bila potrebna georeferenciranje in vektorizacija.

10.3.1.2.1 Georeferenciranje

Skenirne karte ne vsebujejo podatkov o prostorski referenci (Drobne, 2004). Pri zračnih posnetkih in klasificiranih satelitskih podobah je lokacijska informacija običajno na razpolago, vendar ni nujno usklajena s podatki, ki so še na voljo. Rastrskim podatkovnim slojem je zato velikokrat potrebno določiti pravilni položaj v koordinatnem sistemu. Ta postopek se imenuje georeferenciranje.

Za georeferenciranje rastrske slike moramo za določen izbor točk poznati povezavo med vrednostmi koordinat rastrske slike in pravimi, Gauss-Krügerjevimi koordinatami izbrane točke.

Tabela 21: Koordinate kontrolnih točk za georeferenciranje planinske karte Triglav 1:25.000

Kontrolna točka	Y [m]	X [m]
Mala Mojstrovka	402865	144482
Črna gora	416731	144028
Rsnik	416338	126296
Mahavšček	403036	126663
Plaski Vogel	404193	133385

Pri postopku georeferenciranja je uporabljena afina transformacija. Spada med linearne transformacije (Drobne et al, 1999), za katere je značilno, da se ravne linije ohranjajo. Afina transformacija ima štiri osnovne elemente: zasuk, premik, spremembo merila in zrcaljenje. Iz tega razloga transformacija zahteva minimalno štiri točke s koordinatami v

slikovnem in Gauss-Krügerjevem koordinatnem sistemu. Priporočljiva je uporaba nadštevilnih skupnih točk, ki naj bi bile čimbolj enakomerno razporejene preko celega rastra.

Za georeferenciranje karte Triglav 1 : 25.000 so bile uporabljene Gauss-Krügerjeve koordinate točk izbranih vrhov (Tabela 21), odčitane s skenogramov Temeljnih topografskih načrtov merila 1 : 5.000 (TTN5), vključenih v spletni Atlas okolja Agencije Republike Slovenije za okolje (<http://gis.arso.gov.si/>).

Srednji pogrešek celotnega rastra je v enotah projekcije karte izražen kot Total RMS Error (kratica za srednji kvadratni odklon, iz ang. Root Mean Square). Sprejemljiva vrednost pogreška RMS je običajno majhen večkratnik velikosti celice rastra. Po georeferenciranju planinske karte Triglav 1 : 25.000 je srednji pogrešek rastra enak 15,11 m.

Pri izbiri točk za referenco se je potrebo zavedati dejstva, da na topografskih kartah (Državna topografska karta 1 : 25.000, Državna topografska karta 1 : 50.000, Temeljni topografski načrt) zelo pogosto pri gorskih vrhovih ni prikazana najvišja točka vrha ampak lega trigonometrične točke. Le-ta glede na vizuro in možnost postavitve v veliki večini primerov leži nekoliko stran od najvišje točke. To pa ne velja za planinske karte, na katerih je praviloma kartirana najvišja točka vrha. Pri ročnem georeferenciranju planinskih kart tako pogosto pride do napake in odstopanja georeferenciranja. Ker je planinska karta uporabljena le kot geografska osnova za lažjo orientacijo v naravi, so rezultati georeferenciranja, s srednjim pogreškom rastra 15,11 m, v konkretnem primeru povsem zadovoljivi.

Pri preračunavanju vrednosti rastrskih celic v novem koordinatnem sistemu so možne tri metode interpolacije. Metoda najbližjega sosedu, bilinearna interpolacija ter kubična konvolucija. Zadnji dve metodi sta primerni, kadar imamo opravka z zveznimi ploskvami. Ker želimo pridobiti ostre prehode, je bila za preračunavanje novih vrednosti rastrskih celic uporabljena metoda najbližjega sosedu.

Georeferencirana podoba je bila shranjena v obliki *.tif (ang. Tag Image File Format). Avtomatsko se je izdelala tudi ASCII datoteka s podatki o velikosti osnovne rastrske celice ter podatki o položaju slike v izbranem koordinatnem sistemu. Vanjo so se

zapisale koordinate zgornjega levega vogala skenograma. Za primer zapisa rastrske slike v obliki *.tif, se na georeferencirano sliko nanaša datoteka *.tfw (ang. World File For TIF Image).

10.3.1.2.2 Vektorizacija

Vektorizacija je postopek spreminjanja rastrskih podatkov v vektorske. Je ravno nasproten postopek od rastracije vendar v primerjavi z njo precej bolj zapleten. Razlog za to je razlika v zgradbi obeh podatkovnih tipov.

V splošnem se vektorizacije poslužujemo, ko imamo na voljo le rastrske podatke, izvesti pa želimo analize, ki temeljijo na vektorskih tehnikah ali v primeru zaslonske digitalizacije rastrskih slik, ko želimo skozi identificirane skupine pikslov potegniti linije.

Za zajem tras turnih smukov je bila v programskem okolju ArcMAP izvedena ročna vektorizacija. Polilinijske so bile kasneje dodatno obdelane v programu AutoCAD ter za končno uporabo shranjene v SHP zapis podatkov.

10.3.2 Planinska karta Storžič in Košuta 1 : 25.000

10.3.2.1 Splošno o planinski karti

Za pomoč pri analizi rezultatov turnega smuka na Veliki Javornik je bila uporabljena 2. popravljena in dopolnjena izdaja iz leta 1995.

Karto je izdala in založila Planinska zveza Slovenije. Zasnoval jo je Miroslav Črnivec, kartografsko uredil prof. dr. Branko Rojc. Karto je izdelal Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FAGG, Ljubljana.

10.3.2.2 Priprava in obdelava podatkov

Za analizo rezultatov turnega smuka na Veliki Javornik je bil uporabljen skenogram karte (format datoteke TIFF, ločljivost 300 dpi, barvna globina 8 bitov, velikost podobe 5787×8376 pikslov, velikost datoteke 46,24 MB). Za pridobitev podatkov o trasi vrisanih turnih smukov sta bila potrebna georeferenciranje ter vektorizacija. Postopek

priprave in obdelave podatkov je bil enak kot v primeru skenograma planinske karte Triglav 1 : 25.000.

10.3.2.2.1 Georeferenciranje

Tudi za georeferenciranje karte Storžič in Košuta 1 : 25.000 so bile uporabljene Gauss-Krügerjeve koordinate točk (Tabela 22), odčitane s skenogramov TTN5, vključenih v spletni Atlas okolja Agencije Republike Slovenije za okolje (<http://gis.arso.gov.si/>).

Tabela 22: Koordinate kontrolnih točk za georeferenciranje planinske karte Storžič in Košuta 1:25.000

Kontrolna točka	Y [m]	X [m]
Veliki vrh	447306	143191
Potoška gora	458286	130295
Koča na Kriški gori	449044	134391
Ruš	457024	139908
Cerkev Goriče	450019	130749

Po georeferenciranju karte Storžič in Košuta 1 : 25.000 je bila velikost srednjega pogreška 12,60 m.

10.4 Predstavitev in analiza rezultatov

Model za vsakega od obeh testnih območij za vsako od petih stopenj plazovitosti podaja karto primernosti terena za turno smučanje.

Tabela 23: Barvna lestvica klasifikacijskih razredov modela primernosti

Legenda		R	G	B
		0		
1	Neprimerno območje	204	204	204
2	Neplazovito	0	255	0
3	Malo plazovito	0	0	255
4	Bolj plazovito	255	0	0
	Zelo plazovito	100	0	128

Za vsakega od prikazov je bila uporabljena enaka barvna lestvica, z izborom barvnega prikaza za posamezni klasifikacijski razred, ki kar najboljše aproksimira stopnjo

potencialne plazovne ogroženosti. Prikaz barvne lestvice je v RGB barvnem modelu predstavljen v tabeli 23.

V nadaljevanju bo predstavljena podrobnejša analiza kart za skrajni stopnji plazovne ogroženosti, torej za I. in V. stopnjo. V tem primeru bodo karte prekrile čez geografsko osnovo. Pred tem sledi prikaz rezultatov za posamezno testno območje (Tabela 24). Izhodni podatkovni sloji na tem mestu namenoma niso prekriti čez topografsko osnovo. S tem je orientacija v prostoru slabša vendar pa je omogočena lažja interpretacija rezultatov. Na kartah je prikazan le potek trase turnega smuka, ki je bil vektoriziran iz planinske karte. Za turni smuk skozi Kot iz karte Triglav 1 : 25.000, za turni smuk na Veliki Javornik iz karte Storžič in Košuta 1 : 25.000.

Tabela 24: Prikaz rezultatov Modela primernosti terena za turno smučanje za testni območji, turnega smuka na Veliki Javornik in turnega smuka skozi Kot

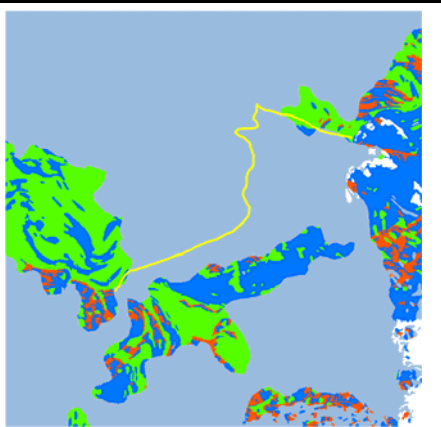
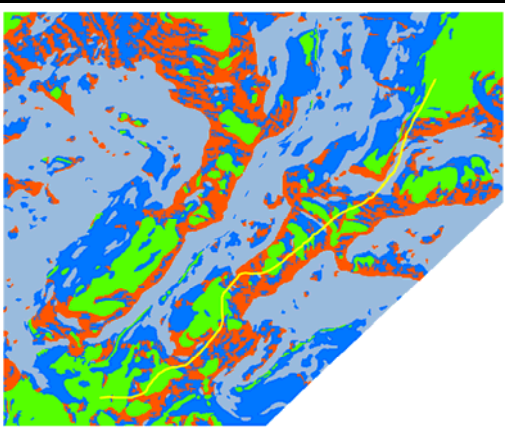
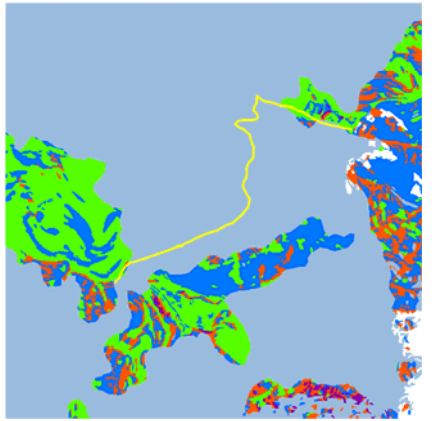
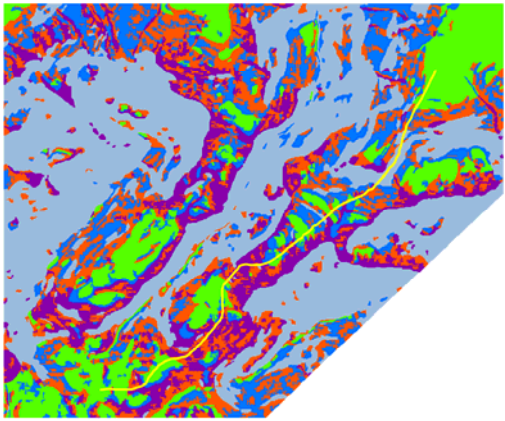
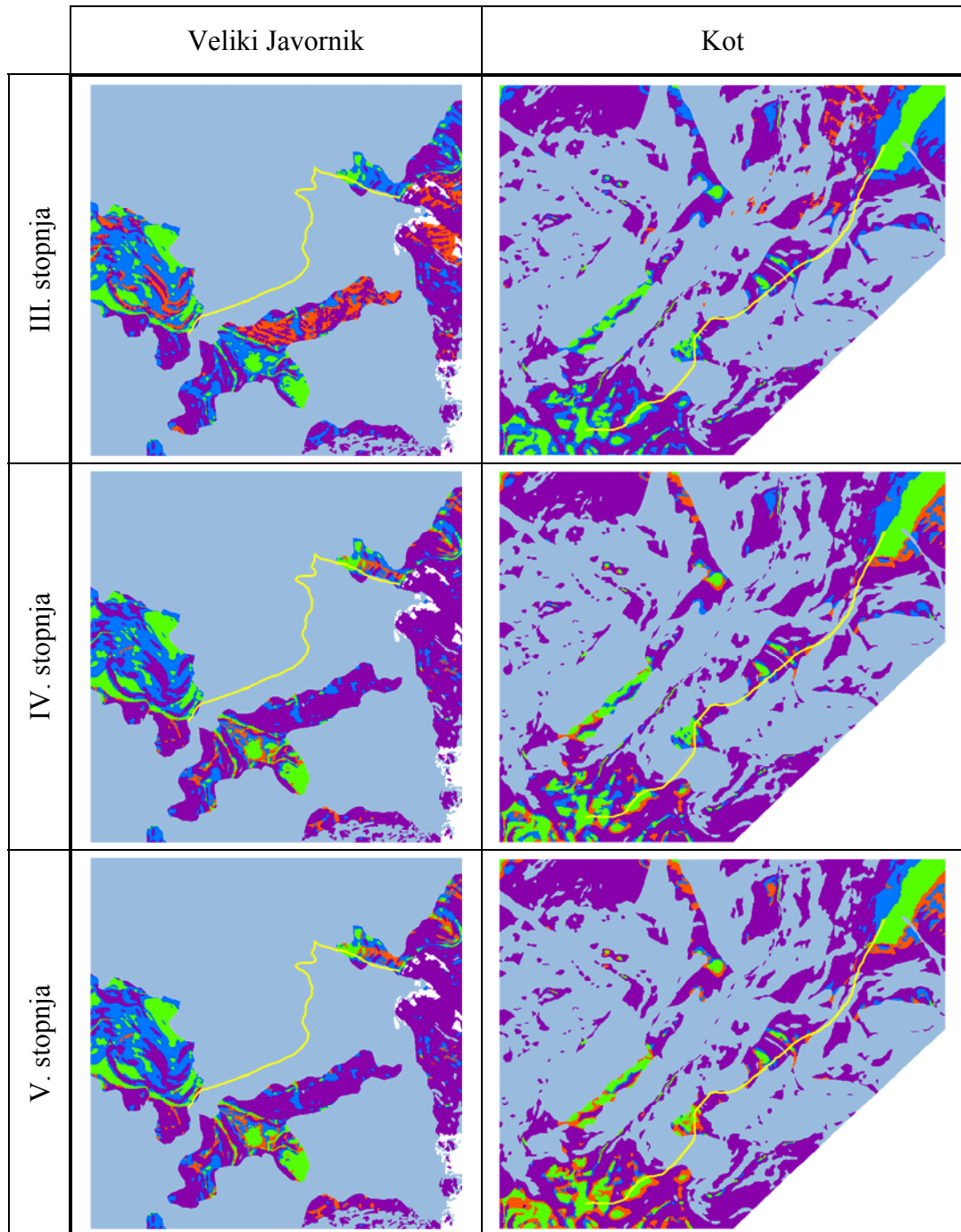
	Veliki Javornik	Kot
I. stopnja		
II. stopnja		

Tabela se nadaljuje.

Nadaljevanje tabele:



Siva območja prikazujejo teren, neprimeren za turno smučanje. Iz kart turnega smuka na Veliki Javornik je razvidno, da na širšem območju turnega smuka ni območij znanih snežnih plazov. Teren, neprimeren za turno smučanje, je namreč za vseh pet stopenj enak. Drugače je pri drugem testnem območju. Na območju turnega smuka skozi Kot je veliko število območij znanih snežnih plazov, kar dokazuje povečanje neprimerne

območja od III. stopnje plazovne ogroženosti navzgor. Na tej meji so tudi plazišča upoštevana kot teren, neprimeren za turno smučanje.

Skladno z večanjem stopnje plazovne ogroženosti se povečuje plazovitost območij kar je razvidno iz spreminjanja obarvanosti območij.

V nadaljevanju sledi analiza rezultatov. Na začetku analize bodo poudarjene nekatere ugotovitve, ki se nanašajo na splošne rezultate modela, v nadaljevanju pa bodo predstavljene posebnosti vsakega od testnih območij.

V splošnem je bil digitalni model reliefa dovolj podroben, da so ceste prikazane kot neplazovit teren. Iz potencialno plazovno ogroženih območij so izločeni tudi vršni grebeni ter pobočja majhnega naklona.

Z generalizacijo oziroma filtriranjem izhodnih rastrskih podatkovnih slojev se je del podatkov izgubil. V masko se je zapisalo več manjših območij ceste, v katera so se nato pripisale nove vrednosti. V morebitni nadaljnji obdelavi bi bilo potrebno vsa takšna območja (ceste, kolovozi, poti) izločiti ter jih klasificirati v razred 1. Predstavljajo namreč neplazovit teren. To je razlog, da napaki do katere pride v postopku filtriranja, ne gre dajati posebne pozornosti.

Pri analizi širšega območja turnega smuka na Veliki Javornik (Priloga G) je bilo ugotovljeno, da, ob nizki stopnji plazovitosti, velja za varen turni smuk. Z večanjem količine novozapadlega snega se varnost zmanjšuje, vendar pa je smuk tudi takrat možen. Za lažjo predstavitev je bil izhodni podatkovni sloj prekrit čez obstoječo planinsko karto (Priloga H). Izkaže se, da je v primeru 5. stopnje plazovne ogroženosti za turni smuk varnejši severni del vršnega pobočja. Tu se izmenjujeta neplazovit in malo plazovit teren. S tem je potrjena tudi trditev, da je smuka po grebenu varnejša. Kot popolnoma varno območje tod okoli se, ne glede na količino novozapadlega snega, izkažeta tudi travnik čez Reberčev Rovt ter pobočje pod Domom pod Storžičem. Slednja v kombinaciji s smukom po cesti zagotavljata izvedbo samostojne turnosmučarske ture. V območju varnih terenov pa je tudi Konjščica. Ta pretežno planotast svet namreč ne predstavlja plazovno ogroženega terena. Je pa res, da je po karakteristiki to območje primernejše za turnosmučarsko pohodništvo kot za smučanje.

Zgornje ugotovitve so bile podane na podlagi terciarnih faktorjev primernosti terena za turno smučanje, torej faktorjev plazovitosti. Ob upoštevanju sekundarnih vplivov se izkaže, da velik del površja prekriva iglast gozd (Priloga I). Območje smuka na Veliki Javornik tako v večji meri pade v teren, neprimeren za turno smučanje.

Do povsem drugačnih ugotovitev pridemo ob analizi turnega smuka skozi Kot. Slednji se že ob prvi stopnji plazovne ogroženosti (Priloga J) izkaže kot nevaren. Le malo delov je klasificirano kot neplazovit teren: območje okoli Koče Valentina Staniča, predel pod kočo v kotanji Pekel ter dolinski del Kota v Klinu. Zgornji del doline za Cmirom, od zatrepa doline do vznožja Cmira, prav tako predstavlja neplazovito območje. Na karti je lepo prikazan tudi kontrast, ki ga definirata plazovitost severnih in južnih ostenij. Z naraščanjem količine novozapadlega snega se potencialna plazovna ogroženost hitro večja. Turni smuk se ob drugi stopnji plazovitosti izkaže kot pogojno smučljiv. V primeru višje stopnje je teren, za varno izvedbo ture, preveč plazovit. Na karti primernosti (Priloga K) je zaradi strmih sten nad dolino velik del klasificiran v teren, neprimeren za turno smučanje. Veliko število območij znanih snežnih plazov pa je dodaten razlog, da je ob povečani stopnji plazovitosti, predel za plazove zelo nevaren. Kot neprimeren se zaradi strmine izkaže tudi predel pod Studencem, čez katerega poteka trasa turnega smuka. To je le razlog več, da je turni smuk skozi Kot povsem upravičeno predstavnik tipičnih spomladanskih tur, rezerviran za čas, ko je sneg popolnoma predelan in ne plazi več.

Rezultati analize so bili presenetljivi. Teren se je izkazal za bolj plazovitega, kot je bilo predhodno pričakovano. Razlog za takšna pričakovanja je v tem, da je s strani turnih smučarjev plazovna ogroženost pogosto podcenjena in se tako večina prave nevarnosti niti ne zaveda.

11 ZAKLJUČEK

Namen diplomske naloge je bila analiza in izdelava karte primernosti terena za turno smučanje. Med izdelavo se je izkazalo, da je dela za realizacijo projekta več, kot se je zdelo v fazi predhodne zasnove. Precejšnji obseg dela je razlog, da smo z nalogo zaključili pred izdelavo karte ter tako na podlagi analize faktorjev primernosti terena za turno smučanje izdelali kartografski model primernosti, rezultate pa prikazali le s pomočjo GIS predstavitev.

Naloga torej dopušča dograditev, izdelavo karte primernosti. Kako se zadeve lotiti, bo predstavljeno v nadaljevanju. Pred tem bo poudarjeno, kaj je bilo v nalogi narejeno in nekatere pomembnejše ugotovitve, do katerih smo prišli med izgradnjo modela ter analizo rezultatov.

Predpostavka, da je iglast gozd pregosto zaraščen in neprimeren za turno smučanje, se je izkazala kot preohlapna. Turni smuk na Veliki Javornik tako, razen zgornjega, travnatega dela, praktično v celoti poteka po neprimernem terenu. Na podlagi lastnih turnosmučarskih izkušenj lahko trdim, da to ni res. Da bi model podajal korektnije rezultate, bi bilo potrebno pridobiti natančnejše podatke o pokritosti tal ali spremeniti uteži faktorja. Na žalost so bili v modelu uporabljeni podatki Corine Land Cover 2000, ki so edini prosto dostopni. Tudi trenutna razdelitev pokritosti ne zagotavlja pridobitve povsem pravih rezultatov. Klasifikacija iglastih gozdov zgolj v eno kategorijo ne zadošča. Macesnov gozd je namreč mnogo redkejši kot smrekov. Najboljša rešitev za pridobitev boljših in pravilnejših rezultatov se kaže v pridobitvi podatkov o gozdnih združbah Slovenije. Povezava z Zavodom za gozdove Republike Slovenije, ki hrani podatke o nekaterih vrstah listnatega in iglastega drevja ter za njih podaja gostoto posamezne združbe na površino (m^3/ha) ali pridobitev podatkov iz popisa gozdov. Dodatno bi bilo potrebno upoštevati tudi podrast. Kljub temu je model pravilno zastavljen. Za izračun primernosti je namreč nujno upoštevati podatkovni sloj, ki predstavlja ovire turnemu smučarju. A v trenutni izvedbi so le ti preslabe natančnosti (neustrezna klasifikacija, prevelika ločljivost).

Izboljšave modela so možne tudi pri faktorju plazovitosti, ekspoziciji terenske ploskve. Namesto te bi bilo smiselno upoštevati dejansko osončenost površja, katero se da

najbolje opisati z energijo kvaziglobalnega obsevanja. Torej sončevo energijo, ki jo v določenem času prejme poljubno nagnjena ploskev. Ker na osončenost vplivata predvsem vpadni kot Sonca ter trajanje Sončevega obsevanja, bi bilo za izdelavo osončenosti površja potrebno simulirati navidezno gibanje Sonca. Znano je, da na vrednost prejete Sončeve energije vpliva tudi morfologija površja. Izračun bi tako moral vsebovati tudi algoritem za iskanje lastnih in vrženih senc. Območja v senci namreč prejmejo mnogo manj energije kot osončena območja. Vendar pa je takšna metodologija v konkretnem problemu tako prezahtevna kot preobsežna ter primerna za obdelavo v samostojni nalogi.

Model primernosti terena za turno smučanje podaja pet kart s prikazano primernostjo terena za vsako od petih stopenj plazovitosti. Rezultati so podatkovni sloji, vključeni v GIS. Da pa bi bil izdelek uporabnejši, bi bilo v nadaljevanju, ob upoštevanju vseh kartografskih pravil, potrebno izdelati še dejansko karto primernosti terena za turno smučanje.

Najprej se je potrebno vprašati, kako bi se izhodni podatkovni sloji predstavili uporabniku. Najenostavnejši način je preprosto prekritje podatkovnega sloja čez že obstoječo karto. Upoštevati bi bilo potrebno le pravilno nastavitve prosojnosti obeh slojev. Jasno je, da je v tem primeru uporabnost izdelka omejena, saj bi obstoječo karto lahko prekrili le z enim od slojev, ki jih podaja model. Verjetno bi bil v tem primeru najbolj smiseln izbor prikaza primernosti ob III. stopnji plazovitosti.

Izdelek je sicer namenjen precej ozkemu krogu uporabnikov. Vseeno je uporaba izhodnih podatkov za izdelavo spletne karte precej bolj smiselna. Prednost internetne karte je širša uporaba in dostop do karte. V primeru, da je karta internetna statična interaktivna karta, ki reagira na klik z miško, pa je njena prednost tudi lažje branje, kar omogoča funkcija povečevanja ter vklapljanja in izklapljanja slojev vsebine. S tem se uporaba kaže tudi pri uporabi karte v kombinaciji z GPS tehnologijo. Pred turo si tako, glede na trenutno stopnjo plazovitosti, pripravimo GPS sled poti, ki omogoča najvarnejšo izvedbo smuka.

Za izdelavo spletne karte pa je potrebno še kar nekaj dela. Glavno je, da so na njej prikazane turnemu smučarju pomembne vsebine. Za začetek bi bilo potrebno izdelati

sloje za ustrezno predstavitev reliefa. Na topografskih kartah relief prikazujemo s plastnicami, višinskimi točkami in barvami. Plastnice omogočajo visoko metrično natančnost, zato so najbolj pogosto uporabljen prikaz zemeljskega površja. Potek plastnic bi bil pridobljen z ustreznimi interpolacijskimi in klasifikacijskimi algoritmi, npr. s klasifikacijo digitalnega modela reliefa v ustrezne višinske razrede, npr. 25 metrske. Ker pa so tako pridobljene plastnice preveč grobe za ustrezen kartografski prikaz, bi bila potrebna še predhodna obdelava digitalnega modela reliefa. Slednjega bi bilo z ustreznimi algoritmi nujno zgladiti, s čemer bi dosegli, da bi bile pridobljene plastnice gladke, ter ustrezne za prikaz na topografski karti. Dodane bi bile tudi kote. Slednje predstavljajo najvišjo točko vzpetin, hribov, gora, prelazov, sedel in drugih karakterističnih točk. Pridobljene bi bile iz že obstoječih podatkovnih baz podatkov. Plastnice in višinske točke nam sicer zagotavljajo dobre možnosti za merjenje višin, vendar je z njimi vizualna ocena razgibanosti terena in lastnosti reliefa dokaj težka. Zato bi bilo na karto potrebno dodati senčenje reliefa, ki služi za boljšo vizualno predstavitev. Računanje senčenja ni zahtevno, saj je po predhodnih nastavitvah izdelava senčenja povsem avtomatizirana.

Na karti bi se prikazali elementi hidrografije, komunikacije, grajeni objekti ter imena gora, pogorij. Vse makadamske ceste, kolovozi in planinske poti bi bile predstavljene kot neplazovit teren. Plazovi se na cestah praviloma ne prožijo in so zato ne glede na količino snega primerne za turno smučanje. Poleg naštetih elementov karte pa bi se prikazale tudi turnemu smučarju pomembne točke kot so npr. kočje. Tu gre tudi za prikaz nevarnosti, ki prežijo na turnega smučarja. Kot točkovne znake bi bilo smiselno vrisati jame in brezna. Z območnimi znaki bi bile prikazane stene ter območja maksimalnih plazov.

Po končanem delu bi bil rezultat funkcionalna interaktivna spletna karta s, turnemu smučarju prilagojeno, planinsko vsebino.

Cilj naloge je bila analiza primernosti terena za turno smučanje, izdelava modela in karte primernosti terena za turno smučanje. Uresničila se je izvedba analize primernosti terena za turno smučanje ter GIS prikaz analize. Hipoteza je s tem potrjena. Ta dva dela sta izvedena pravilno in v večji meri podajata realne rezultate. Za določitev dejanske uporabnosti izdelka pa bi bil potreben še terenski preizkus rezultatov. Ugotoviti je

namreč potrebno kaj posamezne stopnje primernosti dejansko pomenijo za turnega smučanja. Na podlagi rezultatov, ki jih podaja model namreč ni jasno, kako varno je smučanje čez območje v posameznem klasifikacijskem razredu. Poleg tega je pomembno, da se ob branju karte, ki jo podaja model, zavedamo, da je snežni plaz, največja nevarnost turnemu smučarju, tako zelo nepredvidljiv, da lahko rezultate jemljemo izključno informativno.

12 SEZNAMI

12.1 Seznam slik

Slika 1: Vennovi diagrami.....	5
Slika 2: Višinski podatki plaznice (Pavšek, 2002)	24
Slika 3: Razdelitev snežnega plazza na podobmočja (Pavšek, 2002)	25
Slika 4: Grafikon deleža plazov v naklonskih razredih (Pavšek, 2002)	31
Slika 5: Geometrijski pomen konkavne in konveksne funkcije (Mizori-Oblak, 2001)	35
Slika 6: Grafična predstavitev območja celic kvadratne mreže kot osnova za izračun zakrivljenost terena za posamezno celico (ESRI, 2005).....	36
Slika 7: Prikaz delovanja sile in napetosti v snežni odeji na konkavno ukrivljenem površju (www.avalanche.org).....	37
Slika 8: Prikaz delovanja sile in napetosti v snežni odeji na konveksno ukrivljenem površju (www.avalanche.org).....	38
Slika 9: Smeri neba s pripadajočimi azimuti.....	39
Slika 10: Shema delovanja Boolovega operatorja Is-Null (ESRI, 2005)	47
Slika 11: Shema delovanja Boolovega operatorja logične negacije (ESRI, 2005)	49
Slika 12: Shema poteka praktičnega dela naloge.....	55
Slika 13: Območje Kotovega sedla, izrez iz zemljevida Julijske Alpe – zahodni del 1 : 50.000 (PZS, 1999)	63
Slika 14: Kotovo sedlo	63
Slika 15: Prikaz delovanja funkcije Region Group (ESRI, 2005).....	67
Slika 16: Prikaz delovanja funkcije Nibble (ESRI, 2005)	67
Slika 17: Območje Kota, izrez iz zemljevida Triglav 1 : 25.000 (PZS, 1996)	70
Slika 18: Kot.....	71
Slika 19: Območje Velikega Javornika, izrez iz zemljevida Storžič in Košuta 1 : 25.000 (PZS, 1995)	71
Slika 20: Vršno pobočje Velikega Javornika.....	71
Slika 21: Maska območja turnega smuka na Veliki Javornik za I. stopnjo plazovitosti.....	73
Slika 22: Karta plazovitosti (za I. stopnjo nevarnosti proženja snežnih plazov) za širše območje turnega smuka na Veliki Javornik pred (levo) in po filtriranju (desno)	73
Slika 23: Maska območja turnega smuka skozi Kot za I. stopnjo plazovitosti	74
Slika 24: Karta primernosti terena za turno smučanje (za I. stopnjo nevarnosti proženja snežnih plazov) za območje turnega smuka skozi Kot pred (levo) in po filtriranju (desno)	74

12.2 Seznam tabel

Tabela 1: Primerjava rastrskega in vektorskega podatkovnega modela - prednosti in slabosti (Šumrada, 2005).....	2
Tabela 2: Opis pisnih podatkov podatkovnega sloja RABA Grafičnih enot rabe kmetijskih gospodarstev (rkg.gov.si/GERK).....	10
Tabela 3: Klasifikacija naklona kot dejavnika nevarnosti zdrsa	22
Tabela 4: Klasifikacija prehodnosti.....	23
Tabela 5: Razdelitev naklona v naklonske razrede glede na pogostost proženja po Alexandru (povzeto po Pavšek, 2002)	30
Tabela 6: Tabelarni prikaz deleža plazov v posameznem naklonskem razredu (Pavšek, 2002)	31
Tabela 7: Klasifikacija naklona kot faktorja plazovitosti	32
Tabela 8: Delež plazov glede na tip pokritosti tal za Julijske Alpe (Pavšek, 20002)	34
Tabela 9: Klasifikacija poraščenosti.....	34
Tabela 10: Klasifikacija zakrivljenosti terenske ploskve.....	39
Tabela 11: Klasifikacija ekspozicije terenske ploskve	41
Tabela 12: Evropska petstopenjska lestvica nevarnosti proženja snežnih plazov.....	42
Tabela 13: Uteži faktorjev plazovitosti.....	50
Tabela 14: Utežitev naklona	50
Tabela 15: Utežitev poraščenosti tal	50
Tabela 16: Utežitev ekspozicije terenske ploskve	50
Tabela 17: Utežitev ukrivljenosti terenske ploskve	51
Tabela 18: Meje razredov plazovitosti	54
Tabela 19: Normirane meje razredov plazovitosti	54
Tabela 20: Klasifikacija količine novozapadlega snega	64
Tabela 21: Koordinate kontrolnih točk za georeferenciranje planinske karte Triglav 1:25.000	76
Tabela 22: Koordinate kontrolnih točk za georeferenciranje planinske karte Storžič in Košuta 1:25.000.....	79
Tabela 23: Barvna lestvica klasifikacijskih razredov modela primernosti.....	79
Tabela 24: Prikaz rezultatov Modela primernosti terena za turno smučanje za testni območji, turnega smuka na Veliki Javornik in turnega smuka skozi Kot	80

VIRI

Agencija Republike Slovenije za okolje. 2006. Podnebne razmere v Sloveniji (1971-2000). URL: http://www.vode.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf/

Bobnar, S., Drobne, S., Šumrada, R. Priročnik za vaje iz prostorskih analiz v GIS orodju Arc-GIS. Skripta za vaje iz Struktur in analiz prostorskih podatkov 2006/2007.

Črnivec, B., Terčelj, A. 1997. Skrivnosti nedotaknjenih strmin – 101 nasvet za smučanje zunaj smučišč. Ljubljana, Samozaložba.

Domača stran Agencije Republike Slovenije za okolje, Državna meteorološka služba – meteo.si. URL: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/maps/description/snow/>

Domača stran Avalanche.org. URL: <http://www.avalanche.org/>

Domača stran Centralne evidence prostorskih podatkov. URL: <http://prostor.gov.si/cepp/index.jsp/>

Domača stran Environmental Systems Research Institute (ESRI). URL: <http://www.esri.com/>

Domača stran Evropskega okoljskega, informacijskega in opazovalnega omrežja v Sloveniji. URL: <http://eionet-si.arso.gov.si/>

Domača stran Geodetske uprave Republike Slovenije. URL: <http://www.gu.gov.si/>

Domača stran Grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev. URL: <http://rkg.gov.si/GERK/>

Domača stran Geografskega informacijskega sistema ARSO. URL: <http://gis.arso.gov.si/>

Domača stran Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije. URL: <http://www.mkgp.gov.si/>

Drobne, S. 1998. Katere formule so temelj prostorskim analizam v GIS-u? Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1997-1998. Ljubljana, Založba ZRC.

Drobne, S., Bogatin, S. 2004. Delovni zvezek Strukture in analize prostorskih podatkov – Vaje. Ljubljana. URL: <http://www.fgg.uni-lj.si/~sdrobne/Pouk/SAPP/SAPP.htm/>

- Drobne, S., Podobnikar, T. 1999. Osnovni pojmi v geografskih informacijskih sistemih. Ljubljana. URL: http://www.fgg.uni-lj.si/~sdrobne/GIS_Pojm/
- Duhovnik, M. 2004. I&CLC2000 v Sloveniji. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 2003-2004. Ljubljana, Založba ZRC.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2005. ArcGIS Desktop Help.
- Hrustel Majcen, M., Boštjančič, B., Rotter, A. 2005. GERK 2006 – Grafične Enote Rabe Kmetijskih zemljišč, Priloga tednika Kmečki glas. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
- Golnar, T. 2002. Turno smučanje – Priročnik za turne smučarje. Ljubljana, PZS.
- Jenčič, I. 1998. Slovenija. Turnosmučarski vodnik. Ljubljana, Sidarta.
- Kladnik, D. 1999. Sneg – Geografija na teletekstu TV Slovenija. Ljubljana. URL: <http://www.zrc-sazu.si/zgds/11-12-1999.htm#Sneg/>
- Kriz, K. 2001. Avalanche Cartography: Visualization of Dynamic-Temporal Phenomena in a Mountainous Environment. Cartographica - International Publications on Cartography, Toronto, Canada.
- Kriz, K. 2001. Using GIS and 3D Modeling for Avalanche Hazard Mapping. University of Vienna, Department of Geography and Regional Research, Austria.
- Kunaver, J., et al. 1998. Obča geografija za 1. letnik srednjih šol. Ljubljana, DZS.
- Kvamme, K., Oštir-Sedej, K., Stančič, Z., Šumrada, R. 1997. Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU.
- Likar, S., Drobne, S. Priročnik za vaje v GIS orodju ArcGIS (Uvod v ArcGIS I in Uvod v ArcGIS I). Skripta za vaje Geografski informacijski sistemi 2005/2006.
- Mizori-Oblak, P. 2001. Matematika za študente tehnike in naravoslovja 1. del. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.
- Pavšek, M. 2002. Geografija Slovenije 6 – Snežni plazovi v Sloveniji. Ljubljana, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU.

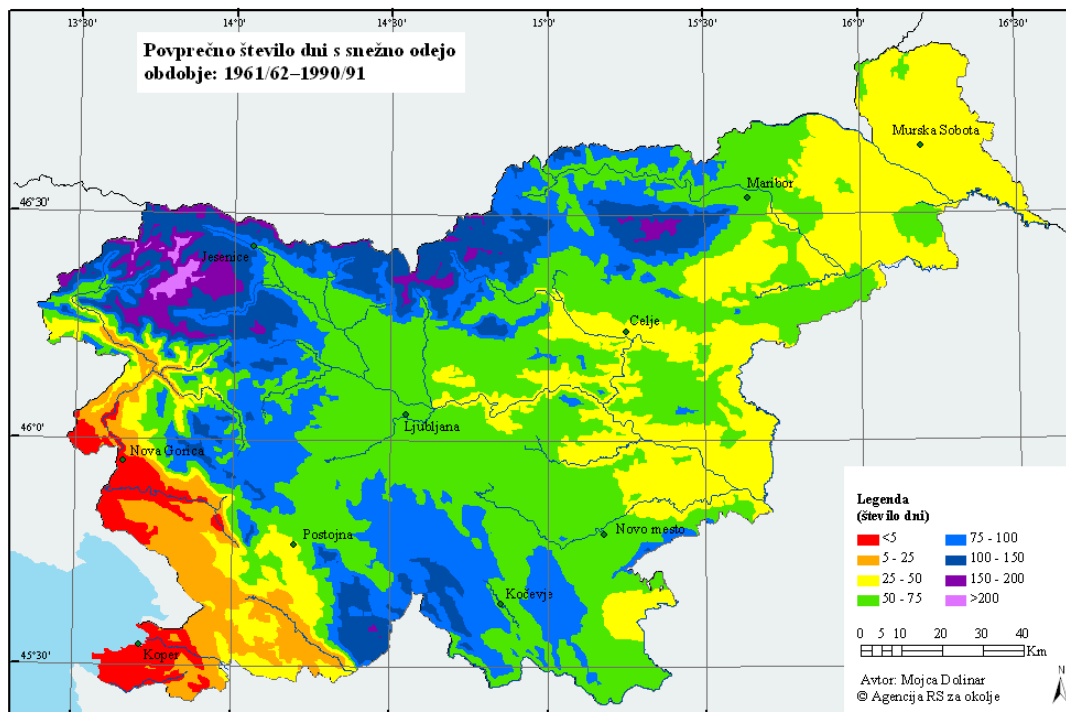
Stopar, B., Vodopivec, F., Bilc, A., Čuljak, H. 2002. 4M - Projekt povezave 4 mareografov severnega Jadrana. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2002, Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko.

Šegula, P. 1986. Sneg, led, plazovi. Ljubljana, PZS.

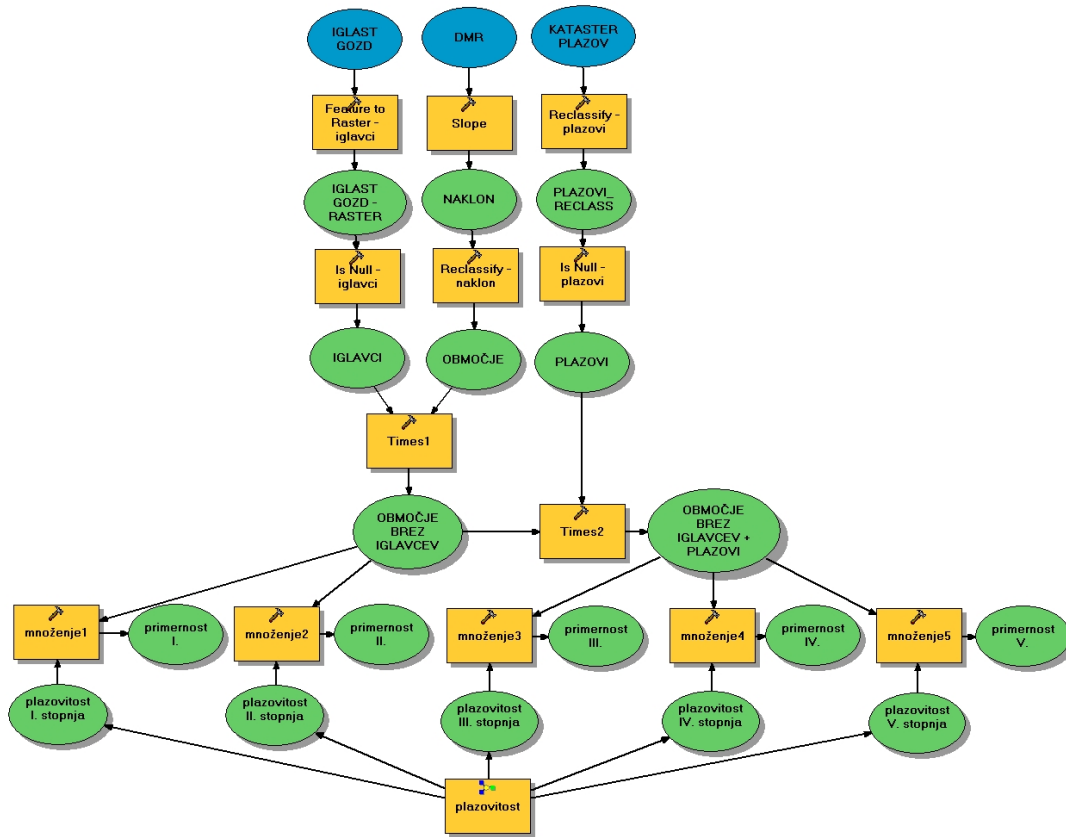
Šumrada, R. 2005. Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Zakšek, K., Oštir, K., Podobnikar, T. 2003. Osončenost površja Slovenije. Ljubljana, Geodetski vestnik 47 – 1&2 str. 55-63.

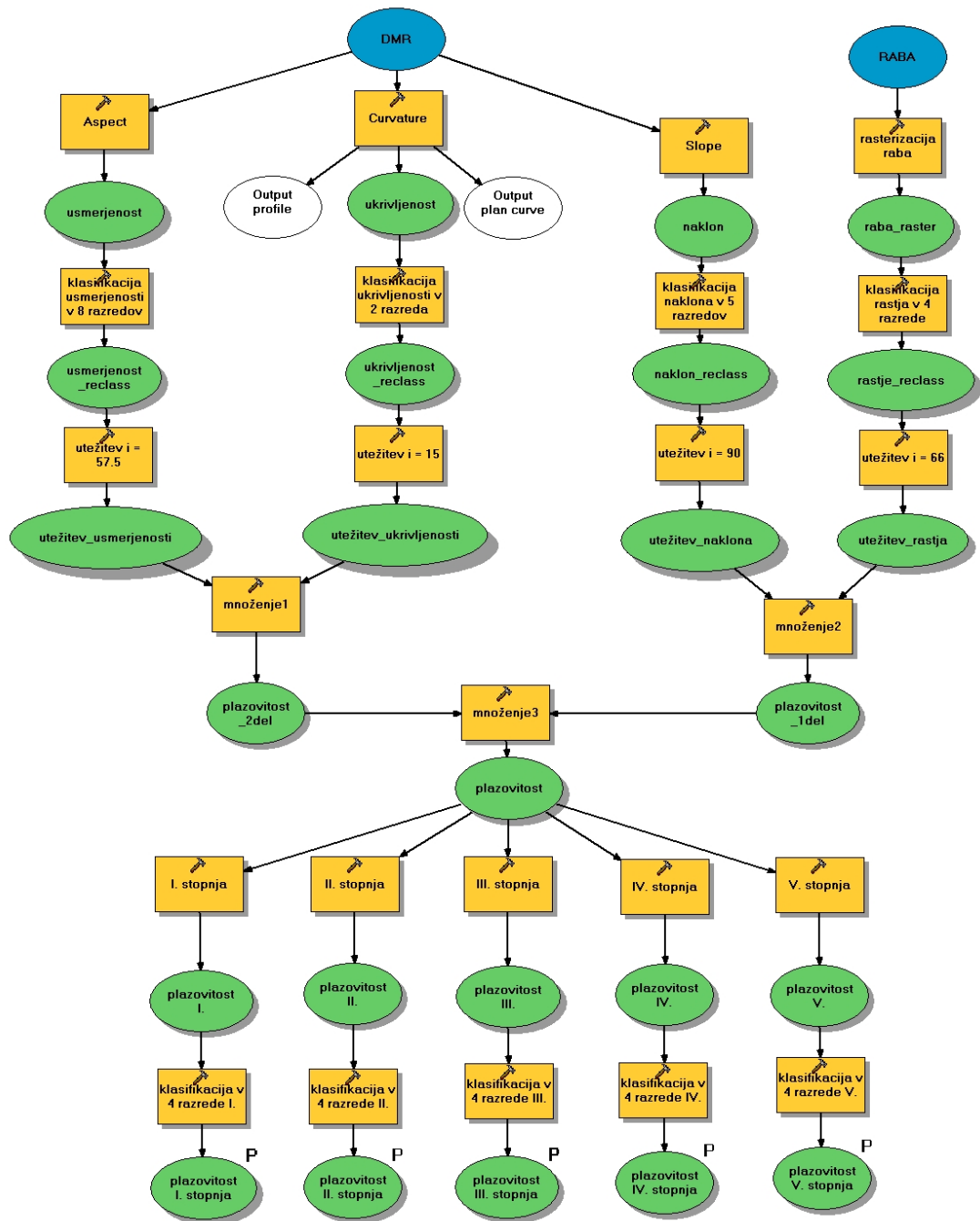
PRILOGA A: KARTA PROSTORSKE PORAZDELITVE TRAJANJA SNEŽNE ODEJE ZA OBDOBJE 1961/62-1990/91



PRILOGA B: SHEMA MODELA PRIMERNOSTI TERENA ZA TURNO SMUČANJE



PRILOGA C: SHEMA PODMODELA PLAZOVITOSTI



PRILOGA D: ŠIFRANT RABE TAL GRAFIČNE ENOTE RABE KMETIJSKIH GOSPODARSTEV

1000 kmetijsko zemljišče

1100 njive in vrtovi

1110 zemljišče v vrtnarski rabi

1120 njiva

1130 začasni travnik za košnjo ali pašo

1140 začasno neobdelano zemljišče

1150 drugo obdelovalno zemljišče - nikjer drugje opredeljeno

1160 hmeljišče

1200 zemljišče pod večletnimi kulturami - trajni nasad

1210 vinogradniška površina

1211 vinogradi

1212 matičnjak

1220 sadovnjak

1221 intenzivni sadovnjak

1222 ekstenzivni sadovnjak

1230 oljčni nasad

1240 ostali trajni nasadi

1300 trajni travnik oz. pašnik

1310 intenzivni travnik

1320 ekstenzivni travnik

1321 barjanski travnik

1322 drugačen ekstenzivni travnik

1330 planinski pašnik

- 1400 drugo kmetijsko zemljišče - nikjer drugje opredeljeno
 - 1410 zemljišča v zaraščanju
 - 1420 plantaže gozdnega drevja
- 1500 mešana raba zemljišč - kmetijska zemljišča in gozd
- 1900 gozd po evidenci ZGS, ki je v MKGP evidenci kmetijsko zemljišče
- 2000 gozd in ostale poraščene površine
 - 2100 iglast gozd
 - 2200 listnat gozd
 - 2300 mešan gozd
 - 2400 druga poraščena površina v gozdnem prostoru
 - 2500 rušje
 - 2900 gozd po evidenci MKGP, ki v ZGS evidenci ni gozd
- 3000 pozidano oz. sorodno zemljišče
 - 3100 zemljišče pozidano s stanovanjskimi zgradbami
 - 3200 industrijsko zemljišče
 - 3300 poslovno zemljišče
 - 3400 zemljišče, ki se uporablja za javne službe in infrastrukturo
 - 3500 zemljišče z mešano rabo
 - 3600 zemljišče pod transportnimi in komunalnimi napravami
 - 3610 avtocesta
 - 3620 cesta
 - 3630 železnica
 - 3640 letališče oz. sorodna naprava
 - 3650 pristanišče oz. pristaniško skladiščne zmogljivosti

- 3660 drugo zemljišče pod transportnimi in komunikacijskimi napravami
- 3700 zemljišče, namenjeno rekreaciji
- 3800 sorodno odprto zemljišče
 - 3810 zemljišče za odlaganje mestnih odpadkov
 - 3820 zemljišče za odlaganje industrijskih odpadkov
- 4000 odprta zamočvirjena tla
 - 4100 barje
 - 4200 močvirje
 - 4210 trstičje
 - 4220 drugo zamočvirjeno zemljišče
- 5000 suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom
- 6000 odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom
 - 6100 gole skale
 - 6200 peščene plaže, sipine in ostala peščena zemljišča
- 7000 voda
 - 7100 celinska voda
 - 7110 tekoča voda: reka, hudournik, potok, potoček,...
 - 7120 stoječa voda: jezero, ribnik
 - 7130 umetna zajezitev
 - 7140 drugačna celinska voda
 - 7200 morje
 - 7210 laguna oz. vkleščena vodna površina ob obali
 - 7220 morje
 - 7300 drugačna voda - nikjer drugje opredeljeno

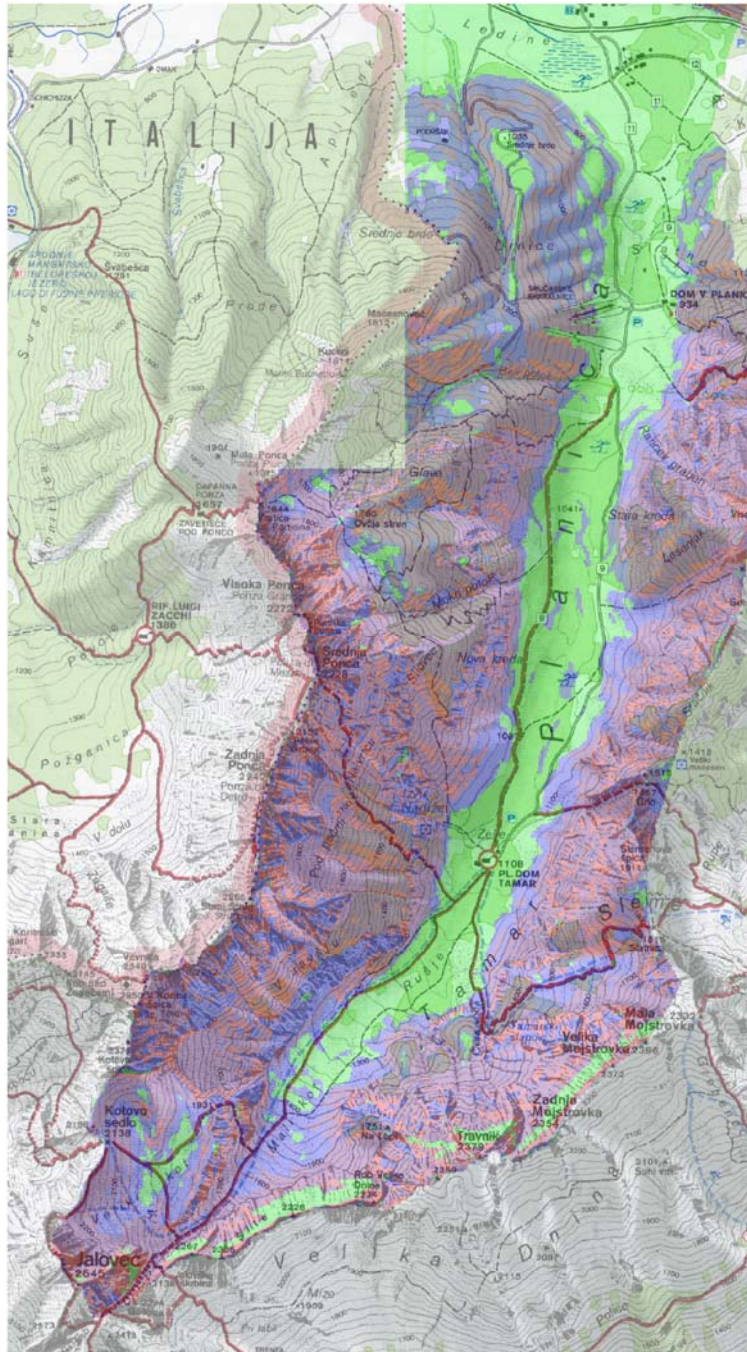
**PRILOGA E: KATEGORIJE CORINE LAND COVER 2000 (EIONET;
HTTP://EIONET-SI.ARSO.GOV.SI)**

- 1 umetne površine
 - 11 urbane površine
 - 111 sklenjene urbane površine
 - 112 nesklenjene urbane površine
 - 12 industrijske, trgovinske, transportne površine
 - 121 industrija, trgovina
 - 122 cestno in železniško omrežje in pridružene površine
 - 123 pristanišča
 - 124 letališča
 - 13 rudniki, odlagališča, gradbišča
 - 131 dnevni kopi, kamnolomi
 - 132 odlagališča
 - 133 gradbišča
 - 14 umetno ozelenjene kmetijske površine
 - 141 zelene mestne površine
 - 142 površine za šport in prosti čas
- 2 kmetijske površine
 - 21 njivske površine
 - 211 nenamakane njivske površine
 - 212 namakane njivske površine
 - 213 riževa polja
 - 22 trajni nasadi
 - 221 vinogradi

- 222 sadovnjaki in nasadi jagodičja
- 223 nasadi oljk
- 23 pašniki
 - 231 pašniki
- 24 mešane kmetijske površine
 - 241 trajni nasadi z enoletnimi posevki
 - 242 kmetijske površine drobnoposestniške strukture
 - 243 pretežno kmetijske površine z večjimi območji naravne vegetacije
 - 244 kmetijsko – gozdarske površine
- 3 gozdne in deloma ohranjene naravne površine
 - 31 gozdovi
 - 311 listnati gozd
 - 312 iglasti gozd**
 - 313 mešani gozd
 - 32 grmovje in/ali zeliščno rastlinstvo
 - 321 naravni travniki
 - 322 barja in resave
 - 323 sklerofilno rastlinstvo
 - 324 grmičast gozd
 - 33 neporasle površine z malo ali brez vegetacije
 - 331 plaže, sipine in peščene površine
 - 332 golo skalovje
 - 333 redko porasle površine
 - 334 požarišča

- 335 ledeniki in večni sneg
- 4 z vodo namočene površine
 - 41 celinska močvirja
 - 411 celinska barja
 - 412 šotišča
 - 42 obalna močvirja
 - 421 slana močvirja
 - 422 soline
 - 423 pas plimovanja
- 5 vodne površine
 - 51 celinske vode
 - 511 vodotoki in kanali
 - 512 mirujoča voda
 - 52 morje
 - 521 obalne lagune
 - 522 rečna ustja
 - 523 morje in ocean

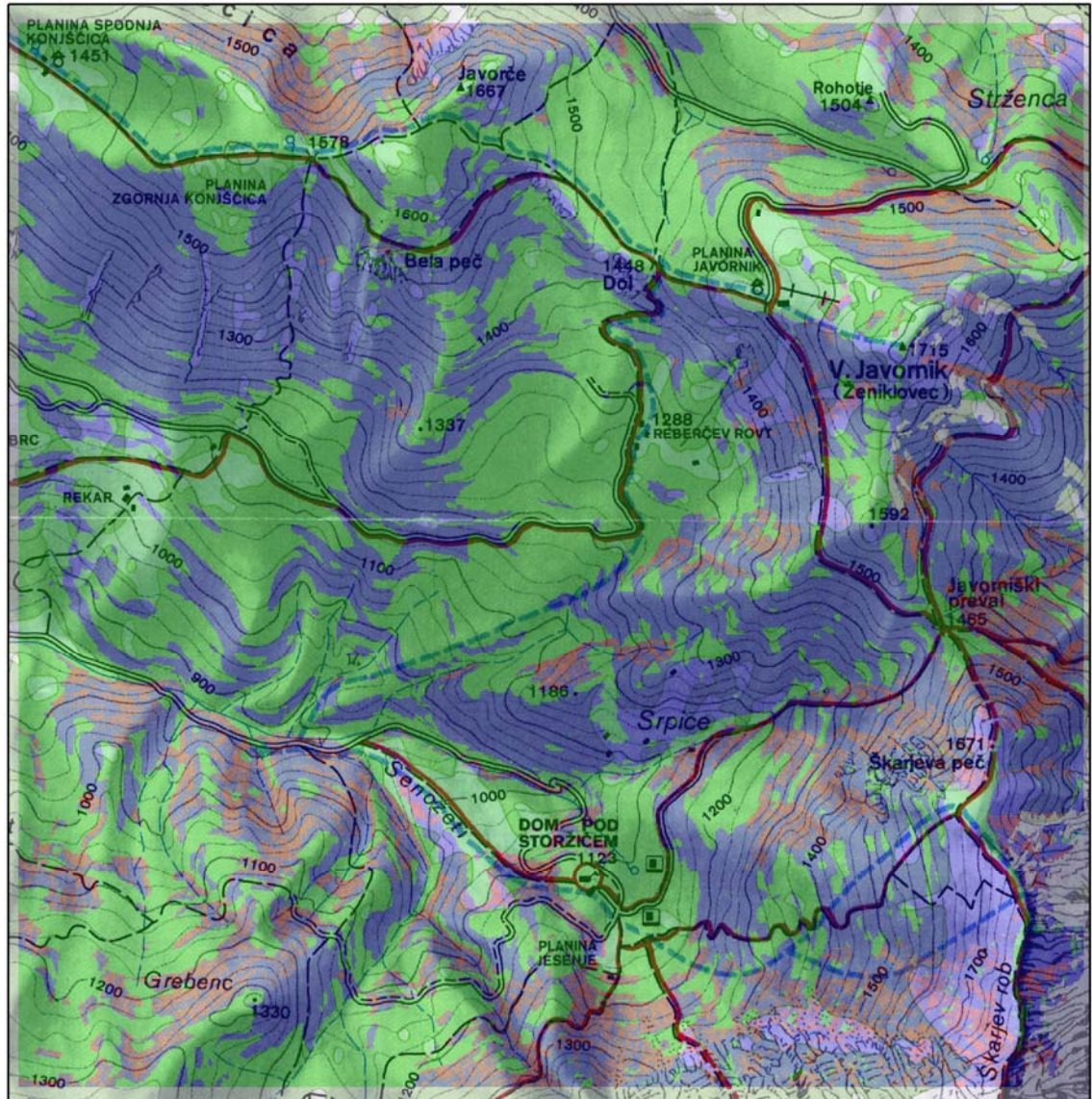
PRILOGA F: KARTA POTENCIALNE LAVINSKE OGROŽENOSTI TURNEGA SMUKA NA KOTOVO SEDLO




Legenda	
■	1 - neplazovito
■	2 - malo plazovito
■	3 - bolj plazovito
■	4 - zelo plazovito



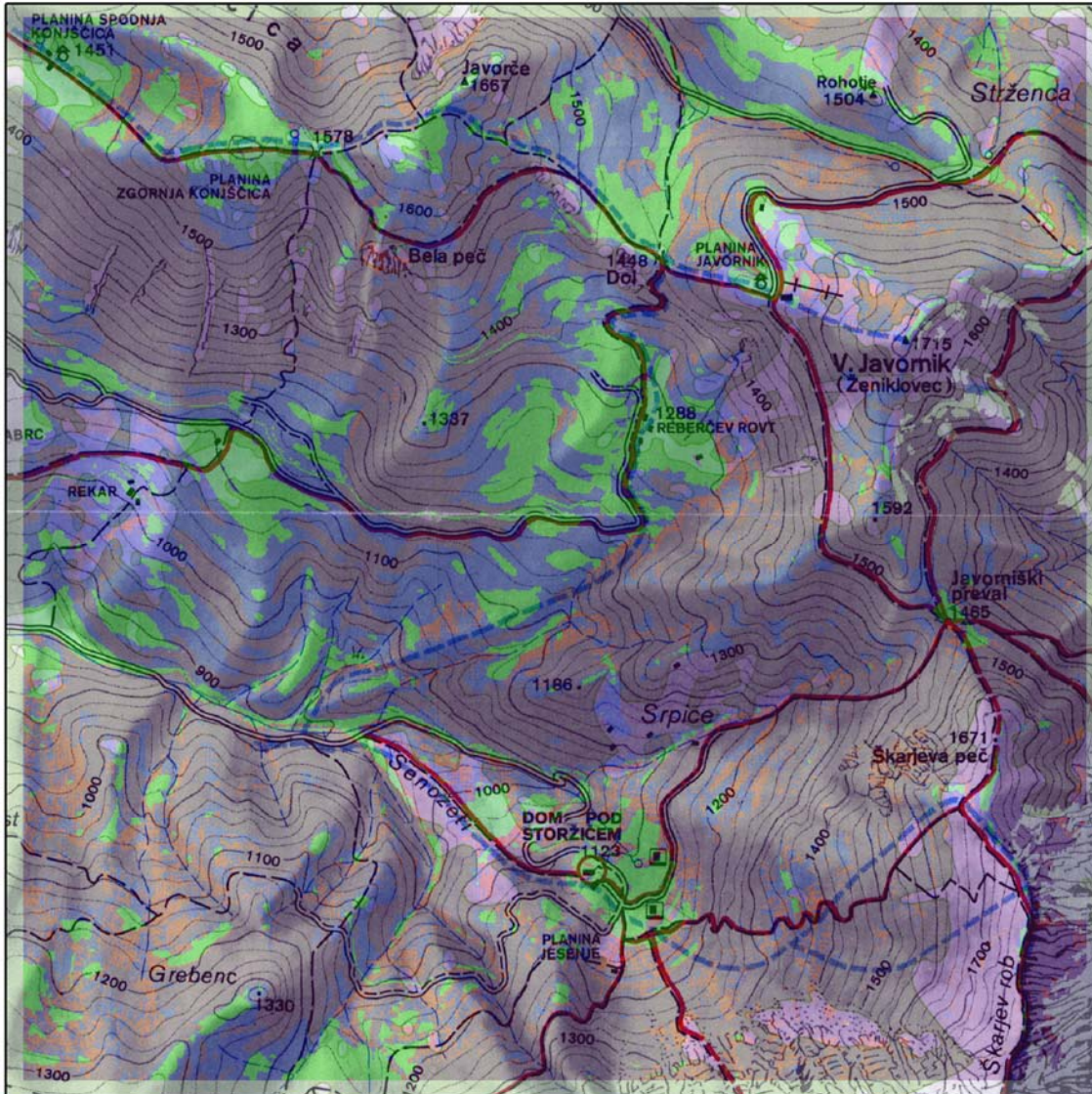
PRILOGA G: KARTA POTENCIALNE PLAZOVNE OGROŽENOSTI TURNEGA SMUKA NA VELIKI JAVORNIK OB I. STOPNJI PLAZOVITOSTI



Legenda	
■	1 - neplazovito
■	2 - malo plazovito
■	3 - bolj plazovito

Merilo  Metrov

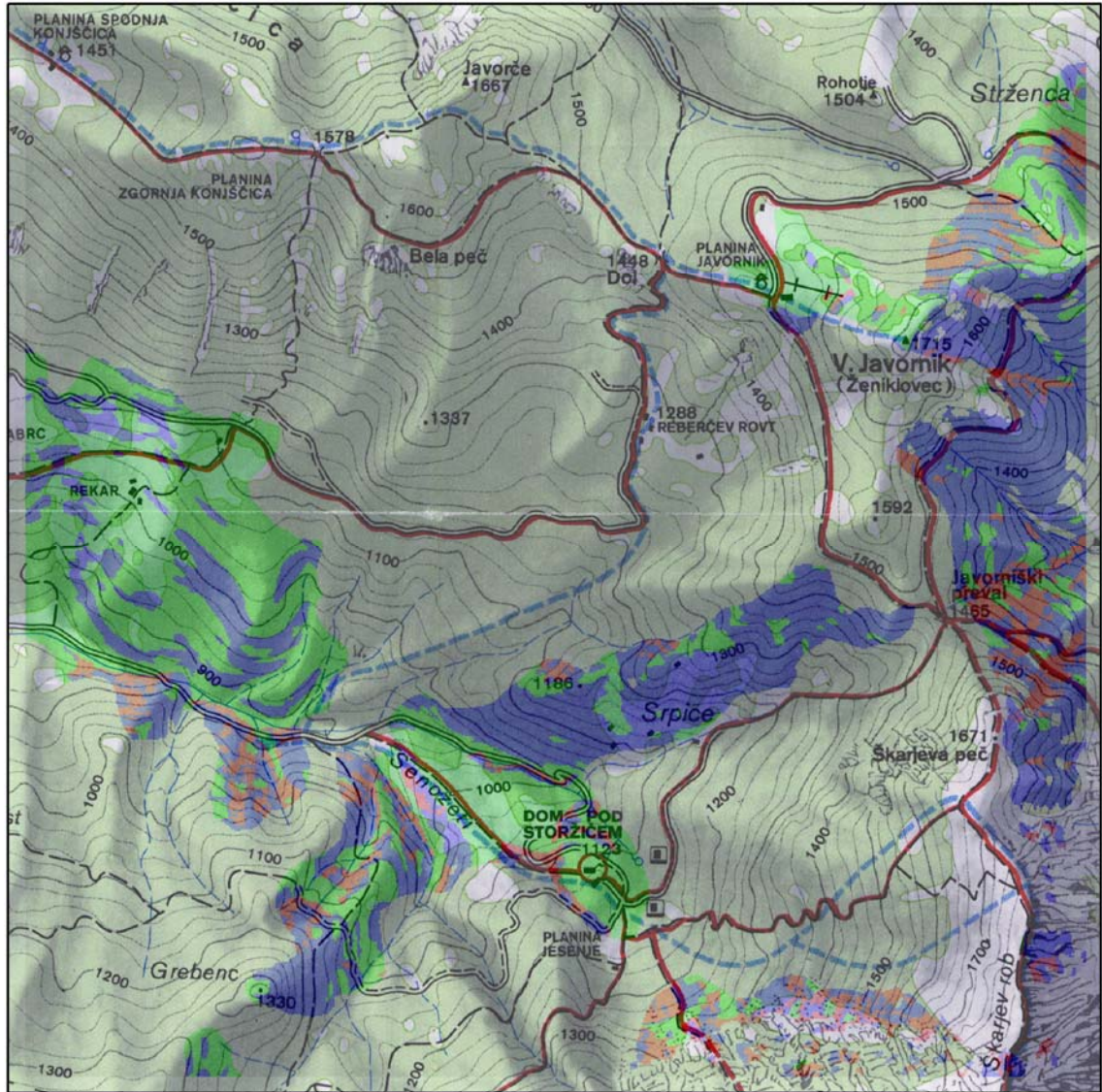
PRILOGA H: PRIKAZ POTENCIALNE PLAZOVNE OGROŽENOSTI SMUKA NA VELIKI JAVORNIK OB V. STOPNJI PLAZOVITOSTI



Legenda	
■	1 - neplazovito
■	2 - malo plazovito
■	3 - bolj plazovito
■	4 - zelo plazovito



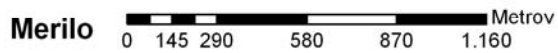
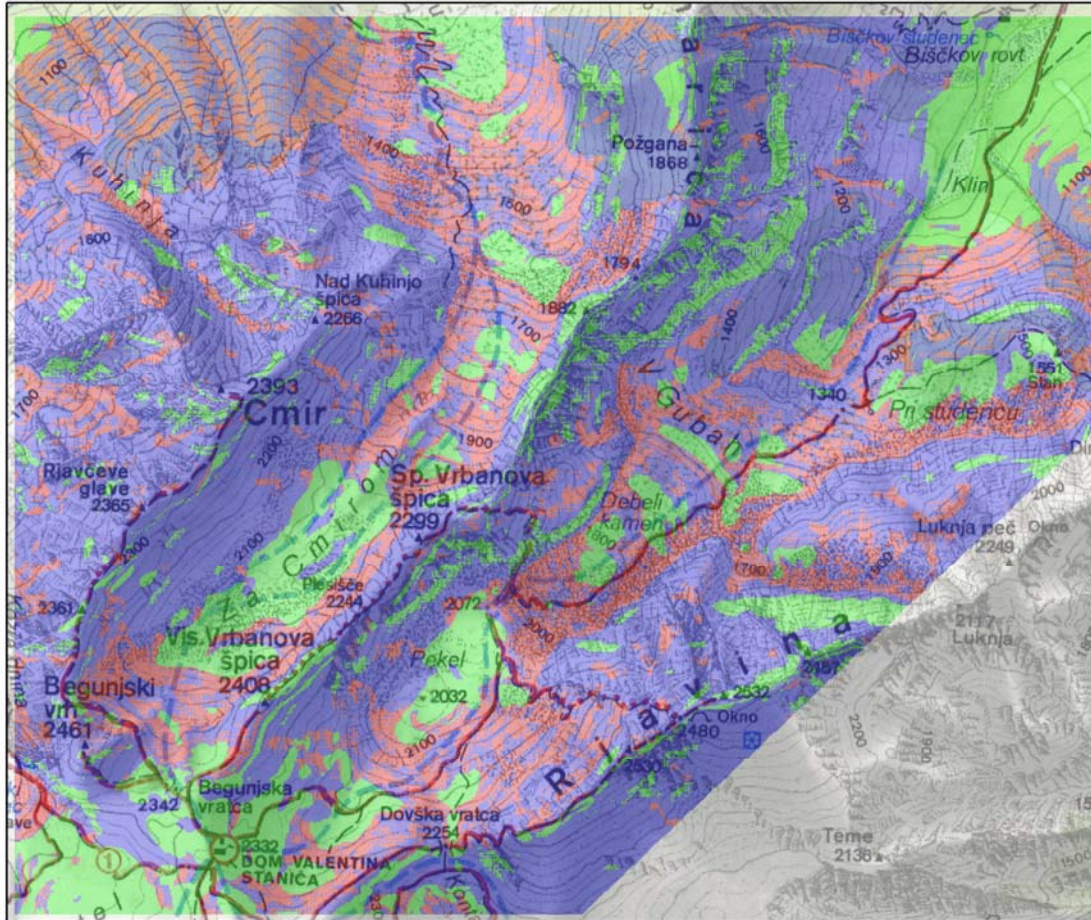
PRILOGA I: KARTA PRIMERNOSTI TURNEGA SMUKA NA VELIKI JAVORNIK OB I. STOPNJI PLAZOVITOSTI



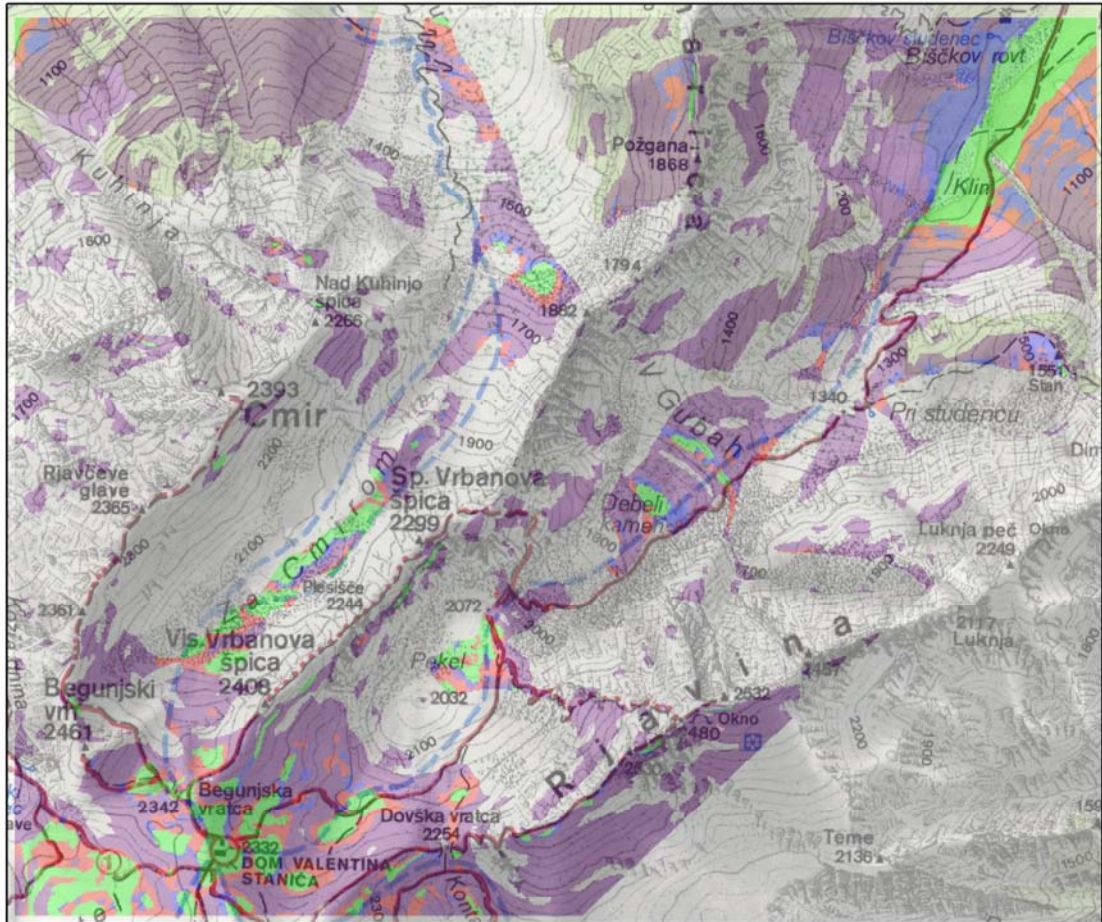
Legenda	
	0 - neprimerno
	1 - neplazovito
	2 - malo plazovito
	3 - bolj plazovito



PRILOGA J: PRIKAZ POTENCIALNE PLAZOVNE OGROŽENOSTI TURNEGA SMUKA SKOZI KOT OB I. STOPNJI PLAZOVITOSTI



PRILOGA K: KARTA PRIMERNOSTI TURNEGA SMUKA SKOZI KOT OB V. STOPNJI PLAZOVITOSTI



Legenda

- 0 - neprimerno
- 1 - neplazovito
- 2 - malo plazovito
- 3 - bolj plazovito
- 4 - zelo plazovito

Merilo 0 145 290 580 870 1.160 Metrov