



УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“
ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ



Игор П. Пешевски

**ПРИСТАП ЗА МОДЕЛИРАЊЕ НА ПОДЛОЖНОСТА КОН
СВЛЕКУВАЊЕ НА ТЕРЕНОТ СО ПРИМЕНА НА ГИС ТЕХНОЛОГИЈА**

-докторска дисертација-

Скопје, 2014 год.

Ментор:

Проф. д-р Милорад Јовановски
Градежен факултет-Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Екстерен ментор

Проф. д-р Биљана Аболмасов
Рударско-геолошки факултет-Белград, Универзитет во Белград

Членови на комисија

1. Проф. Наум Гапковски
Градежен факултет-Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, во пензија

2. Проф. д-р Катерина Донева
Градежен факултет-Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

3. Проф. д-р Ванчо Ѓорѓиев
Градежен факултет-Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

4. Проф. д-р Благоја Маркоски
Природно-математички Факултет-Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Датум на одбрана: _____

Датум на промоција: _____

Доктор по технички науки

РЕЗИМЕ

Во докторската дисертација е прикажан пристап за моделирање на подложноста кон свлекување на теренот со примена на ГИС технологија. За успешно согледување на сите аспекти кои треба да се имаат предвид при една ваква постапка редоследно се изнесени поголем број анализи поврзани со процесите на нестабилност во теренот.

Извршена е анализа на препораките за подготовка на карти со зонирање на подложност, хазард и ризик од свлекување од светски автори и организации, и прикажан е осврт за состојбата на ова поле во Р.Македонија.

Согледани се негативните ефекти на свлечиштата врз инфраструктурата на нашата земја и извршена е статистичка обработка на голем број нивни својства, состојби и параметри. Дел од најзначајните свлечишта се детално опишани.

Подготвена е функционална банка на податоци и катастарска карта за нестабилни појави во Р.Македонија со примена на ГИС технологија, со што е овозможена лесна манипулација и освежување на податоците. Следствено, после ставање во функција на истата ќе се овозможи информирање на граѓаните и институциите за локацијата и карактеристиките на појавените свлечишта, со препораки за фондирање и заштита на градбите во близина на истите, а како крајна мерка би се забранила изградба во зони со многу висок хазард од свлекување што ќе се регулира со закон.

Прикажани се принципите за воспоставување и одржување на ГИС базирана банка на податоци за нестабилни појави, со анализа на бенефитите, можностите и целите на базата, структура и начин на функционирање, како и можен носител (администратор) на истата. Предложен е формат на соодветен катастарски лист за секоја од појавените нестабилности на теренот.

Претставен е пристап за моделирање на подложноста кон свлекување на теренот со комбиниран и модифициран метод на арбитрарни вредности и полиномна интерполација. Како највлијателни фактори за развој на нестабилности се земаат литологијата, наклонот на терен, количеството на годишни врнежи, користење на земјиштето, максимален очекуван сеизмички интензитет. Верификацијата на пристапот е извршена за подрачје во кое се јавуваат најголем дел од нестабилностите на теренот во нашата земја. Со доделување на тежински кофициенти (корекциони фактори) на секој од евалуационите фактори подготвени се повеќе модели кои ја одразуваат подложноста кон свлекување на теренот за анализираното подрачје. Според моделот кој покажува најголема моќ за предвидување на идните појави, во зоните со висока и многу висока подложност кон свлекување спаѓаат 86,78% од картираните свлечиштата. Од друга страна, според моделот со најниска моќ на предвидување 75,58% од регистрираните свлечишта се појавиле во овие зони. Со анализа на сите подготвени модели може да се согледа дека применетата методологија дава солидни резултати, со назнака дека истата е верифицирана само за нестабилности од типот на карпести одрони, карпести обрушувања, дробински одрони, ротациско свлекување на карпи, транслаторно свлекување на карпести блокови, планарно ширење, а поради карактерот на картирањето. Верификација на моделот за свлекувања од типот на длабоки ползења, комплексни свлекувања и сите останати типови на поместувања кои се јавуваат во почвени материјали треба да се изврши после спроведување на детални теренски картирања и лабораториски испитувања.

За одредување на подложноста на теренот кон развој на плитски свлекувања предложена е методологија со која би се овозможило аналитичко поврзување на факторот на сигурност и вкупниот фактор за дефинирање на хазардот од свлекување, како поле за натамошни научни истражувања.

Прикажаните резултати може да се искористат за повеќе практични намени, развивање на нови научни идеи, постапки за прилагодување на предложените модели на други терени, поттик за нови истражувања и анализи кај нас и во светот итн.

Клучни зборови: подложност, свлекување, ефекти, инфраструктура, банка на податоци, моделирање, карти на подложност кон свлекување, практични намени.

SUMMARY

This Doctoral thesis presents landslide susceptibility modeling using GIS technology. Numerous analyses related to terrain instabilities are presented for the purpose of successful comprehension of all aspects which should be taken into account when performing this type of analysis.

All recommendations of internationally renowned authors and organizations for preparation of landslide susceptibility, hazard and risk zoning maps are thoroughly analyzed. In addition, review of the current practice on this subject in the Republic of Macedonia is presented.

The negative effects of landslides on the infrastructure of the country are commented, followed by statistical processing of their numerous conditions, properties and parameters. Some of the most damaging landslides are described in detail.

Functional landslide database and landslide inventory map of the Republic of Macedonia is prepared using GIS technology, thus enabling easy data manipulation and data refreshing. When put into function, the database will enable informing of citizens and institutions about the location and properties of landslides, with recommendations for foundation and protection of structures built in nearby locations. The ultimate measure would be prohibition of construction in zones with very high landslide hazard through legislative measurements.

The principles of establishment and maintenance of GIS-based landslide database are presented, with appropriate analysis of the benefits, possibilities and goals of its existence, structure and mode of functioning, as well as recommendation for possible administrator thereof. Appropriate datasheet for each landslide that will be entered in the database is proposed.

Combined approach of arbitrary values and polynomial interpolation for landslide susceptibility modeling is presented. Lithology, slope inclination, annual rainfalls, land use, and maximum expected seismic intensity are considered to be the most influential factors for landslide development. Verification of the approach is performed for terrains where landslides are most present on the territory of Macedonia. A number of models describing the landslide susceptibility for the analyzed region are prepared by adding weight coefficients (correction factors) to each factor. According to the model which has highest prediction power of future occurrences, 86.78% of the mapped landslides fall in a zone of high and very high susceptibility. On the other hand, according to the model with lowest prediction power, 75.58% of mapped landslides fall in the same zones. The analysis of all the prepared models shows that the methodology applied gives satisfactory results. It should be emphasized that it is verified only for landslide occurrences such as rock falls, rock slides, rock avalanches, rock spreads due to the character of the mapping technique used. Verification of the model for landslide occurrences as deep creep, complex landslides, and all other terrain instabilities occurring in soil materials can be performed only after conducting detailed field mapping and laboratory testing.

For the purpose of assessment of shallow landslide susceptibility development, appropriate methodology is proposed, which would enable analytical connection of the safety factor with the total landslide hazard factor, as a field for further scientific researches.

The results presented can find several practical uses, can be used for development of new scientific ideas, development of procedures for adaptation of the proposed models on other terrains, encouragement for new researches and analyses in Macedonia and worldwide.

Key words: susceptibility, landslides, effects, infrastructure, landslide database, modeling, landslide susceptibility maps, practical use.

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

БЛАГОДАРНОСТ

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	1
2. ДЕФИНИРАНОСТ НА ПРОБЛЕМОТ, ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ НА ДИСЕРТАЦИЈАТА	4
2.1. АКТУЕЛНОСТ НА ПРОБЛЕМОТ	4
2.2. ПРЕГЛЕД НА ДОСЕГАШНИ ИСТРАЖУВАЊА.....	7
2.3. ПОСТАВЕНОСТ НА ПРОБЛЕМОТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ	11
3. МЕТОДИ ЗА ФОРМИРАЊЕ БАНКИ НА ПОДАТОЦИ, КАТАСТАРСКИ КАРТИ, ЗОНИРАЊЕ НА ПОДЛОЖНОСТ И ХАЗАРД, ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД СВЛЕЧИШТА..	19
3.1. ЗОНИРАЊЕ НА СВЛЕЧИШТАТА ЗА ЦЕЛИТЕ НА ПРОСТОРНОТО ПЛАНИРАЊЕ	19
3.2. ВИДОВИ И НИВОА НА ЗОНИРАЊЕ НА СВЛЕЧИШТАТА	22
3.3. ДЕСКРИПТОРИ ЗА СТЕПЕНОТ НА ПОДЛОЖНОСТ, ХАЗАРД И РИЗИК ОД СВЛЕКУВАЊЕ	24
3.4. АКТИВНОСТИ КОИ ТРЕБА ДА СЕ ПРЕВЗЕМАТ ПРИ ЗОНИРАЊЕТО НА СВЛЕЧИШТАТА.....	26
3.5. МЕТОДИ ЗА КАРТИРАЊЕ НА СВЛЕЧИШТА, ЗОНИРАЊЕ НА ПОДЛОЖНОСТ И ХАЗАРД, И ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД СВЛЕКУВАЊЕ	33
4. СВЛЕЧИШТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА И НИВНИ ЕФЕКТИ ВРЗ ИНФРАСТРУКТУРАТА	57
4.1. СТАТИСТИЧКИ ПОДАТОЦИ ЗА СВЛЕЧИШТАТА	58
4.2. КАТАСТАРСКА КАРТА НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	68
5. КЛАСИФИКАЦИЈА И ТЕРМИНОЛОГИЈА ЗА СВЛЕЧИШТА	69
5.1. КЛАСИФИКАЦИЈА И ТЕРМИНОЛОГИЈА ЗА СВЛЕЧИШТА ВО СВЕТОТ.....	69
6. ПРИНЦИПИ НА ГИС БАЗИРАНА БАНКА НА ПОДАТОЦИ ЗА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ	79
6.1. БЕНЕФИТИ, МОЖНОСТИ И ЦЕЛИ НА ГИС БАЗИРАНА БАНКА НА ПОДАТОЦИ	79
6.2. СТРУКТУРА НА ГИС БАЗИРАНА БАНКА НА ПОДАТОЦИ	80
6.3. ПРЕДЛОГ ЗА МОЖЕН НОСИТЕЛ И ОДРЖУВАЧ НА БАНКАТА НА ПОДАТОЦИ.....	83
6.4. КАТАСТАРСКИ ЛИСТ ЗА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ	83
7. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНКА НА ПОДЛОЖНОСТ КОН СВЛЕКУВАЊЕ СО ПРИМЕНА НА ГИС ТЕХНОЛОГИЈА	85
7.1. ИЗБОР НА ВЛИЈАТЕЛНИ ПАРАМЕТРИ ЗА АНАЛИЗА	86
7.2. ПРОЦЕНКА НА ПОДЛОЖНОСТ КОН СВЛЕКУВАЊЕ НА ТЕРЕНОТ.....	88
7.3. ПРИМЕРИ ЗА АНАЛИЗА НА ПОДЛОЖНОСТ НА СВЛЕКУВАЊЕ ВО КОНТИНЕНТАЛНИ РАМКИ И КАЈ НАС.....	92
8. ВЕРИФИКАЦИЈА НА МЕТОДОЛОГИЈАТА ЗА ПРОЦЕНКА НА ПОДЛОЖНОСТА КОН СВЛЕКУВАЊЕ НА ТЕРЕНОТ	95
8.1. СЕЛЕКЦИЈА НА ПОДРАЧЈЕ ЗА АНАЛИЗА.....	95
8.2. РЕГИОНАЛНИ УСЛОВИ И ФАКТОРИ КОИ ДОВЕДУВААТ ДО ПОЈАВИ НА СВЛЕКУВАЊЕ	96
8.3. КАТАСТАРСКА КАРТА НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ ВО ИСТРАЖНОТО ПОДРАЧЈЕ ..	103
8.4. ОДРЕДУВАЊЕ НА НАЈВЛИЈАТЕЛНИ ФАКТОРИ КОИ ДОПРИНЕСУВААТ ЗА РАЗВОЈ НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ ВО ПОЛОШКО-РЕКАНСКИОТ РЕГИОН	106
8.5. ПОДГОТОВКА НА ПАРАМЕТАРСКИ КАРТИ	107
8.6. ПОДГОТОВКА НА РЕЈТИНГ КАРТИ.....	118
8.7. ПОДГОТОВКА НА КАРТИ НА ВКУПЕН РЕЈТИНГ И ВЕРИФИКАЦИЈА НА МЕТОДОЛОГИЈАТА.....	126

9. ПРЕДЛОГ МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА СТАБИЛНОСТА НА ТЕРЕНОТ ЗА ПЛИТКИ СВЛЕЧИШТА	144
9.1. ДЕФИНИРАЊЕ НА ДЕБЕЛИНАТА И ГЕОТЕХНИЧКИТЕ СВОЈСТВА НА ПОЧВЕНИОТ ПОКРИВАЧ.....	144
9.2. ПРЕСМЕТКА НА ФАКТОРОТ НА СИГУРНОСТ.....	146
9.3. КЛАСИФИКАЦИЈА НА СТАБИЛНОСТА НА ТЕРЕНОТ	149
10. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ.....	151
11. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	154

Прилози

Прилог 1.	Анкетен лист
Прилог 2.	Катастарска карта на нестабилни појави за територијата на Р.Македонија
Прилог 3.	Интерна банка на податоци за нестабилни појави
Прилог 4.	Катастарски лист за регистрација на нестабилни појави
Прилог 5.	Карта на патна инфраструктура во истражното подрачје
Прилог 6.	Регистар на поважни поими

Список на слики

Стр.

Слика 1. Спектар на хазардите на околината (според Jones D., 1993)	4
Слика 2. Видови и односи на хазардите на околината (превземено од Smith K. и Petley D.N., 2009)	5
Слика 3. Генерална шема за менаџирање на ризикот од свлечишта според Fell R. et al. Engineering Geology, вол. 102, (2008) стр. 85-98	16
Слика 4. Број на свлечишта и проценета компетираност на банките на податоци за земјите од Европа (Превземено од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás 2012), JRC, Report EUR 25666 EN	35
Слика 5. Распоред на регионални банки на податоци за свлечишта во Европа. (Превземено од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás) 2012, JRC, Report EUR 25666 EN	37
Слика 6. Хипотетичка површина 1500x1500m (Контурни линии на секои 25m)	42
Слика 7. Генерирани ДЕМ од картата на слика 6, со различна големина на единечна ќелија, ДЕМ-дигитален елевационен модел (според Calvello M., C. Leonardo, S. Mastroianni, 2013)	42
Слика 8. Генериран профил А-А' од ДЕМ на сликата 7, генерирани од различна големина на единечна ќелија. (Според Calvello M., C. Leonardo, S. Mastroianni, 2013)	43
Слика 9. Односи помеѓу главните концепти (набљудувани настани, зони на хазард, изложени елементи и нивна повредливост), и зони на ризик во моделот на Природни зони изложени на ризик илустрирани за хазард од поплави и одредени типови на свлечишта. Модифицирано од INSPIRE, Thematic working group Natural Risk Zones, (2012)	49
Слика 10. Разлика во развојот на поместувањата кај брзи и бавни свлечишта (Според Cascini L. 2013)	51
Слика 11. Генерална рамка за зонирање на ризик од свлекување (Според Cascini L. et al. 2005)	53
Слика 12. Број на регистрирани свлечишта во типични геолошки средини (кај шкрилци и гранити свлекувањето е на контактот основна карпа-делувиум)	58
Слика 13. Механизам на свлекување на регистрираните свлечишта	59
Слика 14. Сеизмотектонска карта на Р.Македонија со максимално очекуван сеизмички интензитет (Според ИЗИИС Скопје).	60
Слика 15. Број на свлечишта според припадноста во зони на максимално очекуван сеизмички интензитет I според MKS-64	60
Слика 16. Свлечишта кои го попречиле или блокирале одвивањето на сообраќајот (2001-2014год.)	62
Слика 17. Свлечишта кои предизвикале штета кај населби и поединечни објекти (2000-2014год.)	63
Слика 18. а. Лузна од свлечиштето Градот кое ја блокирало реката Луда Мара, б-геолшки профил на свлечиштето: 1. Андезитски туф, 2. Терцијарен песок, 3. Терцијарни лапорци, 4. Тело на свлечиштето, а-релјеф пред свлекувањето, б-релјеф после свлекувањето (според Janić M. 1979)	65
Слика 19. Последици од последната реактивација на свлечиштето Рамина 1999 год.	65
Слика 20. Сателитска снимка на свлечиштето Гермо со негови граници	66
Слика 21. Сателитска снимка на свлечиштето Велебрдо со негови граници	67
Слика 22. Поделба на различни видови поместувања на теренот според Varnes D.J. (1978)	70
Слика 23. Основни елементи на свлечиште според комисија на IAEG, 1990 година	77
Слика 24. Стратешки план за формирање на банка на податоци за свлечишта во Р.Македонија	80
Слика 25. Интеракција помеѓу различните нивоа на корисници на банката на податоци за нестабилни појави на Р.Македонија	81
Слика 26. Пристап за процена на подложноста кон свлекување на теренот според предложената методологија	85
Слика 27. Определување на рејтингот за наклон на терен со полиномна интерполација	90
Слика 28. Карта на подложност кон нестабилни појави за територијата на Европа (ELSUS 1000 Верзија 1) според Gunther A et al. 2013	92

Слика 29. Параметарски карти кои се користени при подготовка на картата на подложност кон нестабилни појави ELSUS1000 Верзија 1, според Gunther A. et al. 2013	93
Слика 30. Карта на подложност кон нестабилни појави за територијата на Р.Македонија. Извадок од ELSUS1000 Верзија 1, според Gunther A. et al. 2013.	93
Слика 31. Плански региони и општини во Република Македонија, извор Државен завод за статистика 2008	97
Слика 32. Апсолутен пораст на населението во Република Македонија на ниво на региони во периодот 1994-2002 година, Извор: Државен завод за статистика	98
Слика 33. Карта на врнежи на Р.Македонија, превземено од Илијовски З. 2013 год	99
Слика 34. Геохронолошки развој на регионот, Извадок од ОГК 1:100 000, лист Гостивар, Геолошки столб	102
Слика 35. Катастарска карта на нестабилни појави во истражното подрачје	104
Слика 36. а) детекција на одронување со помош на топографски карти во размер 1:25000 б) детекција на карпесто обрушување со помош на Google maps платформата, в) детекција на плитки свлекувања и (г) детекција на дробински токови со помош на ГИС платформата на Агенција за катастар на недвижности на Р.М. АКН-Геопортал 2014	105
Слика 37. Детекција на свлечишта од ОГК 1:100000 на Р.Македонија, лист Гостивар	106
Слика 38. Литолошка карта на Полошко-Реканскиот регион (основен извор: Основна геолошка карта на Р.Македонија, Размер 1:100000)	108
Слика 39. Карта на наклон на терен на Полошко-Реканскиот регион. (извор: Дигитален Елевационен Модел на Р.Македонија, големина на келија 30x30м, ДЕМ генериран од топографски карти на РМ во размер 1:25000)	110
Слика 40. Карта на врнежи за истражното подрачје (извор: изохиетска карта на Р.Македонија, размер 1:100000, за период 1961-1996 УХМР на Македонија)	112
Слика 41. Карта на очекуван интензитет на земјотреси според MKS-64 за повратен период од 100 години (извор: сеизмолошка опсерваторија, Скопје, 1996, размер 1:200000)	114
Слика 42. Карта на очекуван интензитет на земјотреси според MKS-64 за повратен период од 500 години (извор: карта на сеизмички интензитети на СФРЈ, 1990, размер 1:200000)	115
Слика 43. Карта на користење на земјиштето (извор: Corine Land Cover, верзија 2006, големина на растер 100 x 100m)	117
Слика 44. Карта на рејтинг според литолошки тип LT-R	120
Слика 45. Карта на рејтинг според наклон на терен NT-R	121
Слика 46. Карта на рејтинг според количина на просечни годишни врнежи GV-R	122
Слика 47. Карта на рејтинг според максимален очекуван сеизмички интензитет I-R за повратен период од 100 години	123
Слика 48. Карта на рејтинг според максимален очекуван сеизмички интензитет I-R за повратен период од 500 години	124
Слика 49. Карта на рејтинг според користење на земјиштето ZP-R	125
Слика 50. Вкупен рејтинг на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	130
Слика 51. Вкупен рејтинг на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	131
Слика 52. WLT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	132
Слика 53. WLT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	133
Слика 54. WNT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	134
Слика 55. WNT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	135
Слика 56. WGV-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	136
Слика 57. WGV-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	137

Слика 58. WZP-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	138
Слика 59. WZP-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет	139
Слика 60. Големина на површина на зоните на подложност кон свлекување во зависност од применетиот модел за проценка	140
Слика 61. Број на свлечишта во зоните на подложност кон свлекување во зависност од применетиот модел за проценка	140
Слика 62. Максимални вредности на W-TLSR по зони на подложност во зависност од применет тежински коефициент	140
Слика 63. Споредба на резултати во зависност од применетиот модел за проценка на подложност кон свлекување	141 и 142
Слика 64. Помошен дијаграм за проценка на ефективниот агол на внатрешно триење (ϕ') за почвени слабоврзани материјали преку индексот на пластичност I_p и границата на течење w_L (извор: Реитер, Кленгел и Пашек, Инженернаја геологија, 1983, Москва, Недра)	145
Слика 65. Сили кои делуваат на ламела од бесконечна косина (Според Matasovic 1991)	146
Слика 66. Промена на фактор на сигурност во зависност од длабина на површина на свлекување	147
Слика 67. Промена на фактор на сигурност во зависност од степен на водозаситеност	147
Слика 68. Промена на фактор на сигурност во зависност од наклон на терен	148
Слика 69. Промена на фактор на сигурност во зависност од коефициент на хоризонтално сеизмичко забрзување k_x	137
Слика 70. Предложен дијаграм за проценка на факторот на сигурност со вредноста на TLSR	150

Список на табели

	Стр.
Табела 1. Видови и нивоа на зонирање, размери на карти поврзани за целите на картирање на свлечиштата (Според Fell R. et al. 2008)	23
Табела 2. Нивоа на активности потребни за соодветно ниво на зонирање на подложноста, hazardот и ризикот од свлекување (Според Fell R. et al. 2008)	23
Табела 3. Размери за картирање при зонирање на свлечиштата и нивна примена (Fell R. et al. 2008)	24
Табела 4. Дескриптори за картирање на подложност од свлекување	24
Табела 5. Дескриптори за зонирање на hazard од свлекување	25
Табела 6. Дескриптори на зонирање на ризик (критериум-загуба на живот) по AGS (2007)	25
Табела 7. Дескриптори на зонирање на ризик (критериум-загуба на имот) според AGS (2007)	26
Табела 8. Активности кои е потребно да се спроведат при подготовка на катастар на свлечишта	26
Табела 9. Активности за зонирање на подложноста на свлекување	27
Табела 10. Активности за проценка на растојанието на придвижување и брзината на потенцијални свлечишта	28
Табела 11. Активности за проценка на фреквенцијата на одрони, косини во засеци и усеци, насипи и потпорни ѕидови, и мали свлечишта на природни падини	28
Табела 12. Активности за проценка на фреквенцијата на свлекување на големи свлечишта на природни падини	29
Табела 13. Активности за проценка на елементите изложени на ризик	30
Табела 14. Активности за проценка на временско-просторната веројатност на елементите кои се изложени на ризик	31
Табела 15. Преглед на Европски банки на податоци (Модифицирано од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás) 2012, JRC, Report EUR 25666 EN. Landslide inventories in Europe and policy recommendations for their interoperability and harmonization	35
Табела 16. Преглед на регионални банки на податоци за свлечишта (Превземено од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás) 2012, JRC, Report EUR 25666 EN. Landslide inventories in Europe and policy recommendations for their interoperability and harmonization	37
Табела 17. Карактеристики на методите за зонирање на подложноста	45
Табела 18. Пристапи за зонирање на подложноста на свлекување	45
Табела 19. Поврзаност помеѓу единиците за картирање и методите за проценка на подложноста од свлекување	47
Табела 20. Поделба на свлечиштата според Varnes D.J. (1978) и Cruden D.M и Varnes D.J. (1996)	70
Табела 21. Класификација на Cruden D.M и Varnes D.J. (1996) според брзината на свлекување	71
Табела 22. Класификација на свлечиштата според нивна активност	71
Табела 23. Класификација на свлечиштата според површина и волуменот	72
Табела 24. Основни елементи на поместувања од типот на свлекување (ротационо и транслаторно), наноси (планарно ширење) и течишта	76
Табела 25. Основни димензии на поместувања од типот на свлекување (ротационо и транслаторно)	77
Табела 26. Квалитативна интеракциона матрица со приказ на меѓусебната зависност помеѓу факторите кои допринесуваат за појава на свлечишта	87
Табела 27. Максимални можни рејтинзи според важноста на секој параметар	88
Табела 28. Вредност на рејтинг за Литолошкиот тип (LT-R) (арбитарно одредени)	89
Табела 29. Вредност на рејтинг за наклон на терен (NT-R) (рејтингот се добива со полиномна интерполција според слика 27)	90
Табела 30. Вредност на рејтинг за просечни годишни врнежи (GV-R) (арбитарно одредени)	91
Табела 31. Вредност на рејтинг за максимално очекуван сеизмички интензитет (I-R) (арбитарно одредени)	91

Табела 32. Вредност на рејтинг за земјишен покривач (ZP-R) (арбитрарно одредени)	91
Табела 33. Основни карактеристики на планските региони (Извор: Државен завод за статистика)	97
Табела 34. Приказ на најчести фактори кои допринесуваат кон развој на нестабилни појави во Полошкиот регион	103
Табела 35. Застапени литолошки единици во истражното подрачје	107
Табела 36. Поделба на истражното подрачје според наклон на теренот	109
Табела 37. Просечно количество на врнежи во истражното подрачје	111
Табела 38. Очекуван сеизмички интензитет според MKS-64 за повратен период од 100 години	113
Табела 39. Очекуван сеизмички интензитет според MKS-64 за повратен период од 500 години	113
Табела 40. Користење на земјиштето во истражното подрачје според Corine Land Cover вер. 2006	116
Табела 41. Вредности на рејтинг по параметар на литолошки тип (LT-R)	118
Табела 42. Вредности на рејтинг по параметар наклон на терен (NT-R)	118
Табела 43. Вредности на рејтинг по параметар годишни врнежи (GV-R)	118
Табела 44. Вредности на рејтинг по параметар максимално очекуван сеизмички интензитет (I-R) за повратен период од 100 год.	118
Табела 45. Вредности на рејтинг по параметар максимално очекуван сеизмички интензитет (I-R) за повратен период од 500 год.	119
Табела 46. Вредности на рејтинг по параметар користење на земјиштето (ZP-R)	119
Табела 47. Определени класи на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и нивна процентуална застапеност на теренот со застапеност на свлечишта во зоните на подложност	126
Табела 48. Определени класи на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	126
Табела 49. Определени класи на WLT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	127
Табела 50. Определени класи на WLT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	127
Табела 51. Определени класи на WNT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	128
Табела 52. Определени класи на WNT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	128
Табела 53. Определени класи на WGV-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	128
Табела 54. Определени класи на WGV-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	128
Табела 55. Определени класи на WZP-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	129
Табела 56. Определени класи на WZP-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните	129
Табела 57. Ориентациони геотехнички параметри за определени литолошки типови кај неврзани и слабо врзани карпести маси: Извор Основна И.Г. карта на Р.Македонија (размер 1:200000)	145
Табела 58. Класификација на стабилноста на теренот според факторот на сигурност (Модифицирано од Aboye S. 2009)	149

1. ВОВЕД

Во градежното и геотехничкото инженерство е познат фактот дека за рационално и успешно просторно планирање и проектирање на инфраструктурата на едно општество неопходно е дефинирање и распределба на различните геохазарди. Помеѓу нив, појавите на нестабилност на теренот се сметаат за еден од најважните приоритети.

Во стручната литература дефинирани и како процеси на „mass wasting“, тие опфаќаат повеќе типови на движење на земјените маси најчесто познати под општиот термин „свлечишта“. Според геолошкиот завод на С.А.Д. USGS (2004) терминот свлечиште опфаќа *“повеќе процеси кои резултираат со надолно движење на падини изградени од карпи, почва, вештачки материјали или нивна комбинација“*. Agliardi F. (2012) пак, ги дефинира свлечиштата како *„движење на маса од карпи, почви и распадина (кои градат природни падини или вештачки косини) кон пониските и надворешните делови на самата падина или косина, а долж одредена површина на лизгање (свлекување)“*.

Основните причини за појава на нестабилности на теренот се делат на: *физички* - интензивни врнежи, брзо топење на снегот, потреси од земјотреси и вулкански ерупции, одмрзнување и замрзнување, бабрење и сушење, поплави; *геолошки* - природно слаби физичко-механички карактеристики на карпестите маси, неповолна ориентација на дисконтинуитетите во карпестите маси (шкрилавост, услоеност, испуканост, раседи и сл.), остар контраст во водопропусноста, контраст во крутоста (крут материјал во кровина на пластични материјали); *морфолошки* - тектонско или вулканско издигање или спуштање на теренот, глацијална активност, флувијална ерозија на ножиците и абразија на косините, подземна ерозија, отстранување на вегетацијата (пожар, суша); а во последните неколку векови со своите инженерски потфати, како битен фактор се јавува и *човекот* - ископ во ножица на падина, примена на несоодветни материјали за изградба на насипи и брани, товарење или растоварување на падините и косините, изведба на засеци и усеци, дефорестација, дренирање, наводнување, рударство, диверзија на реки, вештачки вибрации, експлозии, дефекти во канализациона и водоводна инсталација и др.

Самата изградба на објекти или градежни зафати во терени кои поседуваат природно неповолни геолошко-геотехнички карактеристики, допринесува за развој на нестабилности и предизвикување на огромни социо-економски штети, а доста често и загуба на човечки животи.

Најголемите катастрофи во историјата на човештвото поврзани со свлечишта биле предизвикани токму поради лоша комбинација на природните услови и градежната активност. Како екстремни примери се споменуваат свлечиштето кое се случило како резултат на земјотресот во Најуан, Кина во 1920 год. кога загинале повеќе од 30 000 лица, или од поновата историја, свлечиштата кои се појавиле како резултат на земјотресот во Sichuan 2008, исто така во Кина, каде со свлечиштата биле блокирани 256 реки, а една третина од преку 80.000-те илјади жртви загинале токму поради свлечишта. Во научната и стручната литература, забележани се илјадници други случаи на целосно затрупани градови и села, срушени брани, патишта, вијадукти ширум светот. Поради забрзаниот глобален развој и неадекватното планирање на инфраструктурата, овие појави во иднина ќе бидат уште поактуелни.

Економските штети од свлечиштата опфаќаат директни и индиректни загуби како на приватниот така и на јавниот имот. Директните трошоци се дефинираат како трошоци за замена, повторна изградба, поправка, или одржување поради штета предизвикана од свлечиште или пак поради уништување на posed или инсталации, Schuster R.L. и Fleming R.W (1986), Schuster R.L., (1996). Сите други загуби се

дефинирани како индиректни: намалена вредност на имотот во области загрозени од свлечишта, загуба на приход од данок поради намалена вредност на имотот, загуба на индустриско, земјоделско, шумско приоизводство, намалени туристички приходи како резултат на оштетување на туристички објекти или прекин на сообраќајни системи, загуба на производство од домашни животни поради нивно угинување, повреда или психолошка траума, трошоци заради превземени мерки за спречување или намалување на потенцијалот за активирање на свлечиште итн.

Ваквите феномени како и секаде, имаат големо значење и кај нас. Како резултат на сложените геолошко-тектонски, геоморфолошки, климатски и останати прилики, и делови од територијата на Р.Македонија спаѓаат во категорија на терени со природни predispozicii за развој на нестабилности. Досега се регистрирани преку 300 појави на свлечишта кои на посреден или непосреден начин ја загрозиле инфраструктурата во земјата, притоа нанесувајќи штети од најразличен обем: прекин на патен и железнички сообраќај, оштетување и рушење на индивидуални и колективни станбени објекти, оштетување и прекини на водоводна, комунална, гасоводна, телекомуникациона и електрична инсталација, деструкција на природен терен и обработливи земјоделски површини (Тимјаник, Црник, Сурнати ридои), загрозување на цели населени места (Јеловјане, Гермо, Рамина, Битуше, Ростуше, Велебрдо, Скудриње) и индивидуални куќи (Тетово, Велес, Струмица) итн. Во некои случаеви дошло и до загуба на човечки животи (Градот, патот Маврово-Дебар, Луково Поле и др.). Во моментот, директно или индиректно, околу 10 000 жители во Македонија се изложени на одреден степен на ризик од свлекување.

Економските загуби од овие несакани настани се мерат во стотици милиони евра. Освен штетата на постојната инфраструктура, дополнителни трошоци произлегуваат и од неопходноста за проектирање и изведба на обемни градежни зафати: изградба на нови индивидуални и колективни станбени објекти или цели населби, комунална мрежа, санација на патиштата и железницата, изведба на потпорни конструкции, анкерни конструкции, поставување на патарски мрежи, дренажни системи и други санациони мерки. Постојаниот и неопходен мониторинг на нестабилните појави исто така носи „трајни“ трошоци.

Самата појава на свлечиштата во нашата земја и опкружувањето најчесто се поврзува со периодите на интензивни врнежи, ниските физичко-механички параметри на карпестите маси, посилни земјотреси, повторно реактивирање на стари „фосилни“ свлечишта, а доста често се вештачки предизвикани со актуелните градежни интервенции во теренот, сеча на шуми и др.

За да се превенираат и избегнат ваквите социо-економски загуби, светска практика а и тренд е подготовка на катастри и карти на подложност, hazard и ризик од нестабилни појави. Со соодветно користење и толкување на овие карти се создава можност за проценка на идни појави на нестабилности, се подобрува работата на службите за заштита и спасување, се превземаат навремени превентивни мерки и крајно се дефинираат подрачја во кои не треба да се развива инфраструктурата.

Во научната и стручната литература разработени се разни методологии за подготовка на ваквите карти, базирани на детална анализа на достапната литература, специфични принципи на зонирање на теренот, правилна селекција на најразлични квалитативни и квантитативни параметри и др.

Како фактори од основна важност при подготовка на карти на подложност, hazard и ризик од нестабилни појави најчесто се сметаат природата и својствата на геолошките материјали, геоморфологијата, врнежите, земјотресите, вегетационата покриеност на теренот, користење на земјиштето, близина до водени површини и токови и многу други.

Одбраната методологија за подготовка на ваквите карти е секогаш во склад со локалните или регионалните услови на анализираното подрачје, а во зависност од големината на просторот кој се анализира.

Земајќи ги во предвид сите овие аспекти, се постави цел да се изработи овој научен труд, во кој е претставена интегрирана методологија за дефинирање на влијателни фактори кои се најзначајни за појава на нестабилност, воспоставување на банка на податоци за нестабилни појави со припрема на катастарска карта за територијата на Р.Македонија и други анализи. Друга цел е разработка на методологија за проценка на подложност кон свлекување на теренот, која ќе се верифицира за терените на Полошко-Реканскиот регион. Ваквата селеција на подрачје за верификација се базира на фактот дека најголем дел од нестабилните појави во нашата земја се јавуваат во овој регион. Се цени дека со одредени модификации, пристапот може да се користи за подготовка на карти на подложност кон свлекување во региони со слични геолошко-геоморфолошки карактеристики.

За целосна обработка на поставената проблематика дисертацијата е структурирана во повеќе поглавија. По воведот, во поглавјето II е анализирана актуелноста на проблемот, даден е преглед на досегашните истражувања, поставени се целите и задачите на истражувањето, како и очекуваните резултати и придонесот на тезата.

Во поглавието III е даден преглед на можностите и достапните методи за формирање на банки на податоци за свлечишта, катастарски карти, зонирање на подложноста и hazardот и проценка на ризикот од свлекување.

Во поглавието IV се анализирани голем број на собрани податоци за свлечишта на територијата на Р.Македонија, извршена е статистичка обработка на истите, прикажан е осврт кон негативните ефектите кои ги имаат врз инфраструктурата и претставена е ГИС базираната катастарската карта на нестабилни појави во Р.Македонија.

Во глава V е прикажана терминологија и класификација на нестабилните појави според Cruden D.M. и Varnes J.D. (1996) и IAEG (1990) кои се предлагаат за опишување на идните појави, со цел да се постигне компатибилност со останатите земји во регионот и светот.

Во глава VI се дадени принципите за воспоставување на ГИС базирана банка на податоци за нестабилни појави во Р.Македонија, пропратени со соодветни коментари.

Во глава VII е претставена методологија за проценка на подложност кон свлекување на теренот со комбиниран и модифициран метод на арбитражни вредности и полиномна интерполација

Во глава VIII е верифицирана предложената методологија, за селектирано подрачје Полошко-Рекански регион. Моделирањето е извршено со примена на најсовремени методи и алатки за собирање, анализа и интерпретација на просторни физичко-географски и геолошки податоци, преку примена на соодветна ГИС апликација.

Во глава IX е предложена методологија за проценка на стабилноста на теренот за плитки свлечишта и сите елементи кои се неопходни за реализација и верификација на истата.

Во глава X се презентирани заклучоци со препораки за понатамошни истражувања во ова научно поле.

Во глава XI е даден список на користена стручна и научна литература, конкретни Елаборати, Студии, Извештаи, извори од интернет и други материјали кои послужиле при изработката на дисертацијата.

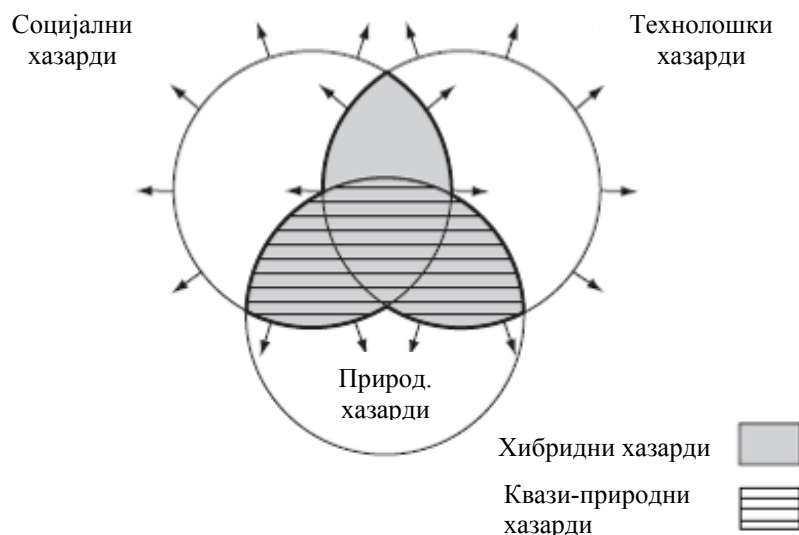
Материјалот е проследен со серија на слики, графици, дијаграми, табели, тематски картографски прикази и прилози, со цел да се добие целосен увид во комплексноста на анализираниот проблем.

2. ДЕФИНИРАНОСТ НА ПРОБЛЕМОТ, ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ НА ДИСЕРТАЦИЈАТА

2.1. АКТУЕЛНОСТ НА ПРОБЛЕМОТ

Во природата се познати голем број на геохазарди кои имаат негативен ефект врз човештвото, животната околина и градежната активност. Тука спаѓаат земјотресите, вулканските ерупции, пирокластичните токови, снежните лавини, шумските пожари, поплавите итн. Во литературата геохазардите се дефинираат и како појави кои го деградираат квалитетот на околината, или пак, како настани со потенцијал за загрозување на луѓето или природата, кои се генерираат, или пак се пренесени од природната или градежната средина.

За едни од најважните се сметаат и хазардите од нестабилни појави (свлекувања), кои се особено значаен и ограничувачки фактор при просторното планирање и развојот на инфраструктурата. Тие се најчесто природен феномен, но често и резултат на активностите на човекот. Оттука, хазардите од нестабилни појави спаѓаат во категориите на гео (природни), хибридни (човечка активност во насока на промена на системите на околината), и т.н. квази-природни хазарди (природно-технолошки), слика 1.

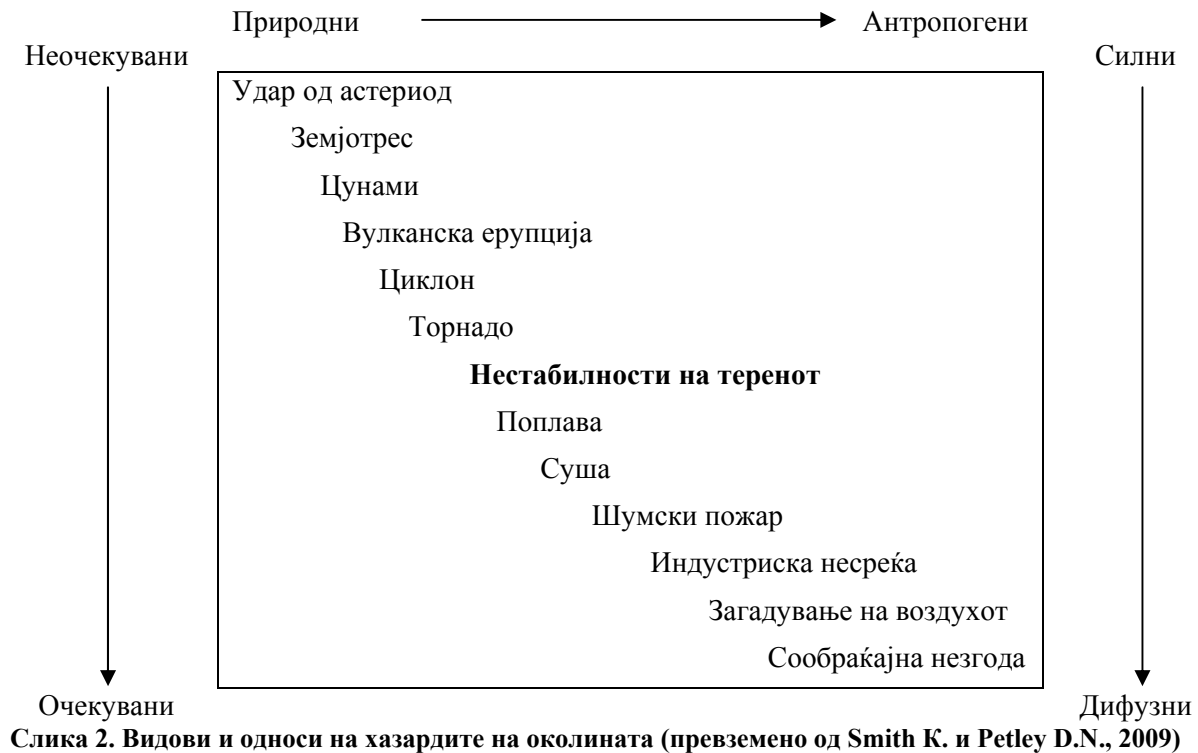


Слика 1. Спектар на хазардите на околината (според Jones D., 1993)

Спектарот на хазардите на околината е доста широк и опфаќа голем број на појави и активности почнувајќи од глобални геофизички настани па се до секојдневната човечка активност (слика 2). Високо ниво на хазард кој е предизвикан од човекот е поприфатлив од страна на луѓето а воедно и подифузен во поглед на неговото влијание врз околината.

Од овој аспект, во докторската дисертација вниманието е насочено токму на хазардот од свлекување. Подложноста на една област кон развој на нестабилни појави од различни видови може да биде дефинирана и опишана единствено преку зонирање на хазардот. Картите на подложност и хазард може да бидат искористени како алатка за идентификација на области најпогодни за развој на инфраструктурата, а со исклучување на потенцијалниот ризик од свлекување.

Еднаш штом се дефинира подложноста на свлекување, инвестиционите проекти можат да се развијат на начин да го избегнат, спречат или значително намалат хазардот.



Во стручната литература постојат бројни генерички дефиниции за хазард, повредливост и ризик.

Така, најчесто хазардот се дефинира како:

- Ситуација која во одредени околности може да доведе до нанесување на штета;
- Потенцијал за негативни последици предизвикани од некој единечен настан, секвенца на настани или комбинација на околности;
- Загрозеност на луѓето и се што тие ценат: животот, благосостојбата, материјалните добра и животната околина.

Повредливоста пак се дефинира како:

- Потенцијал за претрпување на штета, загуба или повреди од човечка перспектива;
- Израз на повеќедимензионалноста на катастрофите со фокусирање на поврзаноста на дадена социјална ситуација што конституира состојба која, во комбинација со силите на природата, произведува катастрофа;
- Неможност за одлевање на ефектите на агресивната средина;
- Степен до кој промените можат да нанесат штета на еден систем, или до кој општеството може да биде загрошено под влијание на хазард, или изложено на можноста да биде нападнато, физички или емоционално.

Додека пак ризикот вообичаено се изразува како:

- Потенцијал за негативни последици, загуба, повреда, штета;
- Веројатност за специфични негативни последици кои произлегуваат од еден настан, околности или делување-активност;
- Мешавина од веројатноста и магнитудата на потенцијални негативни последици кои произлегуваат од еден настан, околности или делување.

Очигледно е дека овие концепти се доста блиски помеѓу себе, па поради тоа често се испреплетуваат и се секогаш во нераскинлива врска. Во секој случај, нивното познавање е од неизмерно значење за општествата, имајќи го во предвид фактот дека тие се единствен метод со кој може да се предвидат идните несакани појави и последици од истите, а воедно и со кој се овозможува навремено преземање на превентивни мерки или пак намалување на последиците.

Во рамките на дисертацијата се усвоени следните дефиниции за хазардот, повредливоста и ризикот од свлекување:

Хазард од свлекување е претставен преку **подложноста**, и претставува веројатност за појава на потенцијално свлечиште во рамките на дадена област.

Повредливост е степенот на изложеност на популација, имоти, економска активност, вклучувајќи ги и јавните услуги, итн., на ризик во рамките на дадена област кој резултира од појава на одреден тип на свлекување.

Ризик е очекуван степен на загуби како резултат на конкретна појава на свлекување.

Одредувањето на големината на хазардот од свлекување бара идентификација на оние области кои можат да бидат загрозувани од свлечишта и проценка на веројатноста за нивна појава во одредена временска рамка. Меѓутоа, дефинирањето на временска рамка за појава на одредено свлечиште е тешко изводливо, дури и при идеални услови. Како резултат на ова, хазардот од свлекување најчесто е претставен преку **подложноста** на свлекување (Brabb E.E., 1984). Подложноста на свлекување само ги дефинира потенцијално изложените области но не ја дефинира временската рамка кога едно свлечиште може да се случи. Преку споредба на една област предвидена за развој на инфраструктурата со степенот на хазард од свлекување, за истата се овозможува проценка на ризикот од свлекување. Ова може да се искористи при дефинирањето на можностите за користење на теренот и за предлагање на соодветни мерки за ублажување на хазардот.

Степенот на присутниот хазард од свлекување се смета за релативен бидејќи тој го претставува очекувањето за идна појава на свлечиште врз основа на условите во дадената област. Друга област може да изгледа слично, но всушност, може да има различен хазард од свлекување поради малку поразлична комбинација на фактори за свлекување. Затоа, подложноста на свлекување е релативна на условите во секоја специфична област, и не може да се смета дека е идентична за област која изгледа слична.

Природните промени како и промените предизвикани од човекот може да влијаат врз подложноста на свлекување и истите мора да се познаваат при проценка на потенцијалот за свлекување на една област. Дури и со детални истражувања и мониторинг, многу е тешко да се предвиди хазардот од свлекување во апсолутен износ. Како и да е, на денешното ниво на развој на науката, постои соодветно ниво на познавања за процесите на свлекување, што овозможува да се направи проценка на потенцијалот за хазард од свлекување.

Одредувањето на потребата од информации за хазард од свлекување е првиот чекор во осигурувањето дека ризикот не надминува едно прифатливо ниво во планирањето на идниот развој. Информациите за свлечиштата овозможуваат да се препознае кои релативно подложни области се најповолни за одреден тип на инфраструктура. На пример, проценката на хазардот ќе има мал приоритет при планирање на области за национални паркови, додека свлечиштата можат да бидат важен фактор во области на

вештачка дефорестација или во планински или ридски подрачја при развој на железничка, патна и хидротехничка инфраструктура. Оттука, количеството на потребни информации за хазард од свлекување се базира на нивото и типот на очекуваниот развој на една област. Доколу не се разберат потенцијалните ефекти од свлекувањето врз еден проект или како проектот ќе влијае врз потенцијалот од свлекување може да се допринесе до зголемување на ризикот. Особено важно е проектантите да ги земат во предвид овие аспекти уште во најраната фаза на проектирањето.

Интерпретацијата на идните појави на свлекување бара познавање на состојбите и процесите кои ги контролираат свлечиштата во областа која е предмет на анализа. Три основни фактори: мината историја, наклон на теренот и карактеристиките на карпестите маси се минимални компоненти потребни за одредување на хазардот од свлекување. Пожелно е да се додаде и хидрогеолошкиот фактор за да се рефлектира важната улога на подземната вода при појавата на свлечишта. Влијанието на овој фактор обично се изразува индиректно преку вегетативната покривка, ориентацијата на падините, или зонирање на подрачја со различен интензитет на врнежи. Специфични комбинации на овие фактори се поврзани со различен степен на хазард од свлекување. Идентификацијата на протегањето-простирањето на овие комбинации на подрачјето кое е предмет на анализа резултира со подготовка на карта на хазард од свлекување. Техниката која се користи за подготовка на овие карти уште се нарекува и анализа на комбинирани фактори. Постојат бројни начини за дефинирање на хазардот од свлекување и секогаш треба да се има во предвид дека од основно значење е избирањето на соодветна методологија за дадено подрачје.

Пред да се пристапи кон поставување на постулатите на методологијата за проценка на подложноста од свлекување претставена во оваа дисертација, собрани се голем број на податоци за појавата и карактеристиките на случените нестабилни појави во нашата земја, и тоа во периодот од 1960 год. па до денес (2013 год). За некои свлечишта кои се сметале како релативно млади, откриено е дека биле активни уште во 19 век (Рамина-Велес). Подготвена е соодветна карта - катастар на нестабилни појави за територијата на Р. Македонија. Со внимателно анализирање на случените свлечишта створена е интерна база на податоци во која се внесени голем број на параметри за секој од настаните. Дефинирана е големината на подрачјето зафатено со нестабилната појава, типот на нестабилност, длабината на свлекување, состојба на подземни води, можни причини за појава, преземените санациони мерки, статусот со мониторингот и др. Врз основа на анализата на сите овие податоци, нивна систематизација и синтеза, разработена е методологија за подготовка на картите на подложност кон свлекување, која подоцна е верифицирана за одредено селектирано подрачје.

Со оглед на тоа што проблемот на дефинирање на подложност кон свлекување на теренот е општо присутен и доста актуелен во светската наука и пракса, се надевам дека со прикажаните анализи во рамките на докторската дисертација е даден определен научен и практичен придонес во оваа област, а со самото тоа се створени можности за понатамошно усовршување и надградување на овие методи на светско ниво.

2.2 ПРЕГЛЕД НА ДОСЕГАШНИ ИСТРАЖУВАЊА

За разработка на методологијата која е претставена во докторската дисертација детално е прегледана достапната литература. При проучувањето, опфатена е литература која се одесува на геолошки, геотехнички и географски методологии за дефинирање на подложност и хазард од свлекување, како основни за разработка на дисертацијата.

Конкретно, за проблематиката која ја третира оваа докторска дисертација достапна е голема база на знаење, а особено значајни се низа на трудови кои на посреден или непосреден начин имаат допирни точки со неа. Така, споменати се трудови кои се однесуваат на класификацијата и дефинирањето на типовите на свлечишта, лабораториско и теренско испитување на карпестите и почвените материјали од кои се изградени падините и косините, методи за одредување на стабилноста, влијание на подземната вода и земјотресите врз развојот на нестабилни појави, методи на формирање на катастар на свлечишта, методи на картирање на повредливост, хазард, ризик, методи на математичка статистика, разни аналитички и нумерички постапки итн.

Голем број на истражувачи ја третирале класификацијата на свлечиштата па така денес постојат преку 200 различни класификации. Како најзначајни во овој поглед се споменуваат публикациите на Savarenski, F.P., (1935); Harpe C.F.S. (1938); Terzaghi K. (1950); Varnes D.J. (1978); Cotecchia (1978); Janic M. (1979); Zolotarev G.S. (1983); Hansen, M.J. (1984); Keefer, D.K. (1984); Hutchinson (1988); IAEG (1990); Cruden D.M. (1991); Flageollet J.C. (1994); Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996); Dikau R. et al. (1996); Soeters R. и Westen Van C.J. (1996); Hungr O. (1997); WP/WLI (1993a,b) и (1995); Bromhead E.N. и Ibsen M.L. (2004); Ojeda-Moncayo J., et al. (2004); Augusto F. (2004), и други.

Инженерскогеолошки принципи при анализата на свлечиштата како природен феномен разработуваат Popov J.V. (1951); Terzaghi K. (1950); Seed H.B., (1968); Zolotarev G.S. (1970), Deere D.U. и Patton F.D. (1971); Matheson G.D. (1983), Janic M. (1982).

Особено големо влијание се посветува на примената на најразлични методи за теренски истражувања на свлечиштата каде особен допринос дале Fletcher G. A. (1965); Handy R. L. и N.S. Fox (1967); Schmertman J. H., (1975); Zaruba Q. и Mencl V. (1982); Crowther D. et al. (1991).

Лабораториски методи и инструменти за геотехнички испитувања во функција на дефинирање на физичко-механичките параметри на природните и вештачките материјали во кои се јавуваат свлечишта развиваат поголем број на истражувачи од кои најважни се Casagrande, A. (1948); Bishop A. W. и Henkel D.J. (1957); Bishop A.W. (1966); Bromhead E. N., (1979); Skempton A.W., (1985); Duncan J.M. и Stark T.D. (1992);.

Во овој поглед особено важни се и емпириски развиените методи за определување на геотехнички параметри на почви и карпи каде како најважни се јавуваат трудовите на Coulomb C.A. (1776); Mohr O. (1882); Tsyrovich N.A., (1951); Barton N.R. и Choubey V. (1977); E. и други (1980), (1988), (2002); Hoek E., Wood D. и Shah S. (1992); Bieniawski Z.T., (1993); Hoek E. и Diederichs M.S. (2006), и други.

Концептите за определување на стабилноста на падините и косините и мерки за стабилизација биле исто така мотив за бројни истражувања. Особено важни да се споменат се равенките за пресметка на стабилноста базирани на методот на гранична рамнотежа, а разработувани во различни периоди и од различни автори, Fellenius W. (1927), (1936); Taylor D.W. (1937); Janbu N. (1954), (1968), (1973); Bishop A.W. и Morgenstern N.R. (1960); Morgenstern N.R. и Price V.E. (1965); Spencer E. (1967); Skempton A.W. и Hutchinson, J.N. (1969); Corps of Engineers (1970), (1982); Chowdhury R.N. и Xu, D.W. (1994); Bishop A.W., (1955). Методологии за пресметка на стабилност кај падини и косини изградени од цврсти карпести маси разработуваат Hoek E. Bray J.W., и Boyd J.M. (1973); Sarma S.K. и Bhave M.V. (1974); Hoek E. и Bray J. (1977), Goodman E. (1976), (1980). Методот на бесконечна косина го развиваат

Haefeli R. (1948); Skempton A.W. и DeLory F.A. (1957); Chen Z.Y. и Morgenstern (1983), а истиот до денес има претрпено бројни подобрувања и усогласувања.

Влијанието на подземната вода и порните притисоци врз стабилноста на падините и косините била предмет на анализа во трудовите на Bishop A.W., (1954); Lumb P. (1962); Janbu N. (1973); Chough A.K. (1981); Brand, E.W. (1981), (1982), (1989); Reid, M.E. (1988), и др.

Методи за проценка на стабилноста на природите падини и вештачки косини за време на земјотреси се разработени во трудовите на Newmark, N.M. (1965); Seed H.B. (1968), Seed, H.B., Idriss, I.M., и Kiefer, F.W., (1969), Seed H.B. и Idriss, I.M. (1970); Keefer, D.K., (1984); Keefer, D.K. и Wilson, R.C. (1989); Jibson R.W. и Keffer D.K. (1993); Sassa K., (1996); Srbulov. M., (2008); Jibson, R.W. (2007); додека појавата на ликвидација во почвени падини и косини за време на земјотреси најдетално ја анализира Day R.W. (2002).

За определување на стабилноста, во минатото често се користеле упростени емпириски графици и формули, кои со напредокот на ова поле полека се исфрлија од употреба, па денес секоја анализа на стабилноста мора да биде потврдена преку примена на резултати од теренски истражувања и лабораториски испитувања, со примена на признат метод за анализа на стабилноста.

Со развојот на компјутерската техника, одредувањето на стабилноста на косините врз основа на погоре споменатите методи може да се изведува многу ефикасно. За оваа намена развиеени се бројни софтверски пакети кои од година во година се усовршуваат и прераснуваат во еден обврзувачки дел од анализата на свлечиштата.

Во поново време особено се нагласува примената на методот на конечни елементи како начин за определување на деформациите и однесувањето на нестабилните појави за што голема заслуга имаат истражувањата на Clough G.W., и Woodward R.J., (1967); Zienkiewicz (1971); Hendron, A.J., Cording, E.J. и Aiyer, A.K. (1971); Kovari K., и Fritz P., (1975); Wong, F.S. (1984); Abramson, L.W. (1985); Watts C.F., и West T.R., (1985); Duncan J.M. (1996).

Појавата на нестабилности на теренот во рурални и урбани подрачја, во зона на хидротехнички комплекси, како и долж транспортни коридори, условува развој на мерки и методи за санација и стабилизација, преку примена на природни и вештачки градежни материјали. Во овој поглед особено важни се трудовите на Barker D.H., (1986); Nonveiller E. (1987); Weathreby, D.E и Nicholson P.J.,(1988); Broms, B.B. (1991a,б); Bruce, D.A. (1991, 1998); Hausman M.R.(1992); Sills G.L. и Fleming R.L. (1992).

Формирање на бази на податоци и статистичка анализа на свлечиштата се разработени од Malamud et al. (2004); Guzzetti F. et al. (2012); Eeckhaut M.V.D и Hervas H. (2012a,б).

За Картирањето и подготовката на карти и катастар на нестабилни појави придонес дале Zaruba Q. и Mencl V. (1961), (1969); Varnes D.J. (1974); Mahr T. и Malgot J. (1978); Meneroud J.P. (1978); Rodriguez O. et al., (1978); Varnes D.J. (1984); Wiczorek, G.F. (1984); WP/WLI (1990); Dearman W.R. (1991); Brabb E.E. (1991); Guzzetti F. et al. (2000); Griffith J.S. (2002); Eeckhaut M.V.D и Hervas H. (2012a,б); Guzzetti F. et al. (2012).

Во поглед на проценката и зонирањето на hazardот и ризикот од свлекување особено важни се сметаат трудовите на Varnes D.J. (1984); Chowdhury R.N. (1984); Einsten H.H. (1988); Hartlen J. и Viberg L. (1988); Hutchinson J.N. (1992); Fell R. (1992), (1994), (2000); Fell, R., и Hartford, D. (1997); Leroi E. (1996); Highland L.M. (1997); Glade, T., Albini, P. и Frances, F. (2001); Glade, T. (2002); Spiker E.C., и Gori P.L (2000), (2003); Chacon J. и Corominas J. (2003); Westen Van C.J. (2004); Cascini L. et al. (2005); AGS (2007); Fell R. et al. (2008a), (2008б); Gokceoglu, C., и Sezer, E., (2009), и др.

Примери за примена на Географски Информациони Системи GIS и методи на далечинска детекција во зонирањето на хазардот, како и мониторинг на свлечиштата се даваат од страна на Brabb E.E. (1984); Soeters R. et al. (1991); Westen Van C.J. et al. (1993); Carrara, A, et al. (1995); Soeters R. и Westen Van C.J (1996); Huabin W. et al. (2005); Cascini. L et al. (2005); Fell R. et al. (2005); Chacon et al. (2006), Abolmasov B. et al. (2010, 2011), Arbanas Ž. et al. (2012).

На светско и европско ниво редовно се организираат научни и стручни собири на оваа тема, а за истакнување е да се споменат Светските форуми за свлечишта WLF (2008, 2011, 2014), регионалните симпозиуми и работилници кои ги организира Меѓународниот конзорциум за свлечишта ICL. Конзорциумот е со седиште во Кјото и е формиран во 2002 од страна на UNESCO, WHO, FAO, UN/ISRD, и други непрофитни организации, а во истиот денес членуваат 52 институции од 32 земји во светот. Во 2004 ICL го основа списанието *Landslides* кое денес се смета за едно од најпрестижните во оваа област. Во регионот за истакнување е работата на Јадранско-Балканската мрежа на ICL на чии работилници и конгреси редовно земаат учество и претставници од нашата земја. Во тек се преговори за Р. Македонија да стане рамноправен член на оваа асоцијација (2014). Постојат и други организации кои работат на проблемот на свлечиштата, на регионално или локално ниво, и тоа, Центарот за заедничка соработка JRC на Европската унија, Австралиското геомеханичко друштво-AGS, Институтот за истражување и заштита на животната средина види дали е само на италија ISPRA и др.

Особено важен да се спомене е SafeLand меѓународниот истражувачки проект (FP7) подржан од Европската Комисија кој се реализирал во периодот 2009-2012. Во проектот учествувале 27 институции од 13 Европски земји а истиот бил координиран од Норвешкиот Геотехнички институт NGI. Целите на овој проект биле:

- да се развијат алатки за квантитативна проценка на ризикот од свлекување и стратегии за свлечишта на локално, регионално и Европско ниво,
- да се одредат промените на ризикот како резултат на климатските промени, активноста на човекот и политичките одлуки,
- да се подготват напатствија за одбирање на најсоодветни стратегии за менаџирање со ризикот, вклучувајќи и превентивни мерки.

За време на траењето на овој проект реализирани се бројни собири и публикувани се голем број на трудови и извештаи кои денес имаат практична примена.

Друг важен проект исто така финансиран од Европската Комисија и JRC е INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) кој стартуваше во мај 2007 година, каде е оформена посебна тематска работна група за зонирање на природен ризик. Оваа група ги обработува свлечиштата како природен хазард и дава препораки за понатамошни активности на ова поле за земјите членки на европската унија.

Во поглед на третирањето на проблемот со свлечиштата во нашата земја, во минатото, подготвени се неколку методологии и програми. Првата база со податоци за свлечишта била воспоставена во времето на поранешната Југословенска федерација во периодот 1960-1970 год. Во овој период била подготвувана Основната Геолошка Карта на Р.Македонија (ОГК) во размер 1:100000 и на истата биле нанесени сите забележани свлечишта, а за дел од нив напишани се и соодветни извештаи. Во периодот 1990-2012 биле подготвени неколку програми за собирање податоци за свлечишта, кои релативно успешно се реализирале. Инаку на ова поле во Македонија позначајни се поголем број трудови.

На пример, Капрически П., (2009) и Капрически П., Јовановски М., и Пешевски И., (2010) претставуваат методологија за подготовка на ГИС базирана банка на податоци со користење на Microsoft Access 2003 и Mapinfo 9.0 компјутерски алатки; Милевски И., (2009), кој за првпат применува Далечинска детекција и ГИС во одредувањето на

потенцијални области на свлекување; Милевски И., во (2010) претставува методологија за картирање на ризик од свлекување со помош на далечинска детекција и ГИС во Гевгелиско-Валандовскиот басен; Јовановски М., и др. во (2013) објавуваат труд со методологија за анализа на евалуациони фактори кај хазард од свлекување со примена на полиномна интерполација; Јовановски М., и др. во (2011) објавуваат труд под наслов Појави и процеси на свлекување и одронување во Република Македонија. С.

Примери за статистичка анализа на параметри за одредување на хазард од свлекување се прикажани кај Јовановски М., и др. (2013). Подготвени се и неколку магистерски работи и дипломски трудови кои се однесуваат на Геотехнички анализи на нестабилности Цветановска Ј., (2009); Пристап за програмирање на истражни работи кај свлечишта С.Љубевска (2012); Дефинирање на хазардот од одронување Живадиновиќ С. (2012); хазард од свлекување Неделковска Н., (2013) и др.

Како автор на дисертацијата сум учествувал во повеќе научни публикации поврзани со свлечишта објавени во периодот од 2010 година до денес. Така од особено значење ги наведувам трудовите во кој се презентира пристап за формирање бази на податоци за нестабилности на теренот во Република Македонија Пешевски и др. (2012а). Во периодот 2012-2014 контактирав поголем број на државни институции и приватни фирми и собрав податоци за подготовка на научен труд кој е објавен (2013а), со наслов Карта со катастар на свлечишта на Република Македонија (статистика и опис на главните историски настани), што е воедно и прва карта од ваков тип во нашата земја. Со своите соработници, сум учествувал во подготовка на други бројни публикации кои на еден или друг начин се поврзани со анализа на нестабилни појави, и тоа: Одредување на стабилноста на косини во активни површински копови Јовановски М. и др. (2008) и Јовановски М. и др. (2009); Проблеми со стабилност во гипситни карпести маси Пешевски И. Јовановски М., Папиќ Ј. (2010); Методологија за дефинирање на типови заштита на косини во цврсто сврзани карпести маси и чинење на изведба Јовановски М. и др. (2010); Одредување на хазард од одронување преку примерот на пристапниот пат до брана Св. Петка, Пешевски И. и др. (2012б); Примена на интеракциони матрици при одредување на стабилноста во анизотропни карпести маси, Пешевски И., Јовановски М., Папиќ Ј. (2012в); Морфологијата како лимитирачки фактор при развојот на инфраструктурата, Пешевски И., Јовановски М. (2013б); Свлечишта предизвикани од екстремни настани во 2010 година, труд објавен во меѓународна монографија Геоморфолошки влијанија на екстремни временски услови, Јовановски М. и др. (2013); Фактори кои допринесуваат за развој на свлечишта во Кожувската Металогенетската област, Пешевски И. и Минчев И., (2014а); Препораки за намалување на негативните ефекти на свлечиштата како значаен геохазард во Р.Македонија, Пешевски И. и др., (2014б).

Од стручен аспект сум учествувал во бројни анализи на стабилност на косини кај активни и планирани површински копови на металични и неметалични минерални суровини во периодот од 2011 па до денес 2014.

2.3. ПОСТАВЕНОСТ НА ПРОБЛЕМОТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Основна цел на истражувањата во оваа дисертација е да се предложи методологија за подготовка на карти на хазард од свлекување. Методологијата треба да се сфати како развојна, т.е. во тек на време истата може да се надградува, унапредува и прилагодува. При создавање на предложената методологија, како и кај најголем број од постојните развиени методологии на ова научно поле, се поаѓа од следните основни принципи:

- *Минатото и сегашноста се клуч за иднината*
Овој принцип, кој од одамна се смета како еден од основните во геологијата, значи дека природните свлекувања на падините во иднина најверојатно ќе се појават во геолошки, геоморфолошки и хидролошки средини, во кои имало појава на свлекувања во минатото, а се појавуваат и денес. Оттука, имаме можност да го процениме начинот, зачестеноста, простирањето, како и последиците на свлекувањата што можат да се случат во иднина. Тоа не значи дека ако на дадено подрачје отсутувале свлекувања во минатото или не се појавуваат денес, истите нема да се случат и во иднина. Во основа принципот е применлив само доколку може да се идентификуваат условите кои довеле до појава на свлекување во минатото и сегашноста, и дека, или условите ќе бидат исти и понатаму или пак дека ефектите на променетите односно нови услови може да бидат оценети.
- *Главните фактори може да бидат идентификувани*
Основните фактори за појава на нестабилности се релативно добро познати, благодарение на богатството на случаи на регистрирани настани на свлекување. Некои од нив се својствени т.е. „вродени“ во карпите или почвите, во нивниот состав или структура; други, како наклонот на природни падини, се релативно константни; а трети се варијабилни, како што е нивото на подзманата вода; постојат и минливи (сеизмички вибрации) како и наметнати од нови настани (градежната активност). Во дадена област, најголем дел од овие услови (фактори) можат да бидат препознаени а нивните ефекти да бидат оценети или измерени. Целта секогаш треба да биде спознавање на процесите кои одредуваат кога и каде се појавуваат свлечиштата како и кој е нивниот механизам. Ова овозможува проценка на подложноста на свлекување, а врз основа на информации од одредена локација-точка пренесени на еден релативно поголем простор.
- *Степенот на хазард може да биде проценет*
Кога се знае дека условите (факторите) и процесите кои доведуваат до појава на нестабилности може да бидат идентификувани, доста често е можно да се процени нивниот релативен придонес и да им се даде некоја квалитативна или семи-квантитативна мерка, од место до место. Оттука, може да се дефинира степен на потенцијален хазард за одредени области, а во зависност од бројот на присутни фактори кои доведуваат до појава на свлекување, нивната сериозност-големина, и нивната интеракција. Обработката на податоците во оваа фаза може да биде многу едноставна и субјективна или пак доста софистицирана со пресметување на голем број на податоци преку примена на современи компјутерски техники. Треба да се знае дека целокупниот квалитет на картирањето на хазардот од свлекување за одредени области сеуште останува непроценет, а за одредени локации е само ретко возможно да се одреди локацијата и времето на можно свлекување, и тоа со примена на детално картирање и многу презицен мониторинг.

Методологијата исто така се заснова и на следните поставки:

- Свлечиштата имаат свои препознатливи обележја, од кои поголемиот дел можат да бидат класифицирани, картирани теренски, со интерпретација на авио снимки (стереографски), сателитски снимки, или дигитални презентации на топографската површина. Најголем дел од обележјата кои ги оставаат свлечиштата се морфолошки т.е. се резултат на промени во формата, позицијата, или изгледот на топографската површина. Други обележја кои се резултат на свлекување може да се огледаат во литолошкиот состав, промена во

користењето на земјиштето, или пак други типови на површински или подповршински промени.

- Морфолошкиот белег на една нестабилна појава зависи од типот на свлекување (одрон, течиште, лизгање, комплексно итн.), и брзината (степенот) на движење на земјената маса. Генерално, ист тип на движење на земјиштето ќе резултира со слични морфолошки белези. Од визуелната претстава на едно свлечиште, може да се извлечат квантитативни информации за степенот на активност, староста, длабината на свлекување итн. Бидејќи постои можност за морфолошка сличност, која резултира во исти или слични морфолошки форми од различни процеси, мора да се води сметка при собирањето на информации за свлечиштата од авиоснимки, сателитски снимки или дигитални презентации на топографската површина.
- Свлечиштата не се јавуваат случајно или на „среќа“. Појавата на свлекување е резултат на взаемното делување на физички процеси, и механички закони кои ја контролираат стабилноста на една косина. Механичките закони кои ја контролираат големината, формата како и просторната и временската еволуција на свлечиштата, можат да се одредат на емпириски, статистички или детерминистички начин. Познавањето на свлечиштата може да биде генерализирано, а информациите од свлечиштата од една обаласт можат да послужат за да се детектираат и картираат свлечишта во други области.

Препознавањето и картирањето на свлечиштата може да бидат соодветно изведени само доколку се следат овие основни претпоставки. Секако дека истите имаат и одредени ограничувања. Така на пример, принципот *Минатото и сегашноста се клуч за иднината* не може да биде применлив во случај на големи климатски промени или промена на начинот на користење на земјиштето.

Најголем дел од свлечиштата на територијата на Р. Македонија се појавуваат како изолирани случаеви или пак во терени природно склони на свлекување познати во северо-западниот дел од државата. Во оваа насока, за дефинирање на методологија за проценка на подложноста кон свлекување на теренот, во трудот ќе се посвети внимание на осум меѓусебно поврзани аспекти.

- Дефинирање на поимот за подложност, hazard и ризик од свлекување
- Собирање и систематско проучување на податоците за свлечиштата на територијата на Р.Македонија. Со помош на овие податоци ќе се изведат одредени заклучоци за просторната и временската распределба на случените појави, големината и длабината на свлекувањето, преглед на фактори кои довеле до развој нестабилноста, дефинирање на најподложни региони итн.
- Подготовка на карта на катастар на нестабилни појави за територијата на Р.Македонија во ГИС средина.
- Предлог за примена на соодветна класификација на свлечиштата компатибилна во светски рамки.
- Промовирање на методологија за формирање и одржлив развој на постојана банка на податоци за нестабилни појави за територијата на Р.Македонија.
- Дефинирање на потребни влезни параметри за проценка на подложноста/hazardот од свлекување.
- Посебно внимание ќе се посвети на развојот на методологија за подготовка на карти на подложност кон нестабилни појави, која ќе биде тестирана на терените на Полошко-Реканскиот регион.
- Предлагање на методологија за проценка на стабилноста на теренот за плитски свлекувања.
- Презентација на препораки за понатмошни активности.

Очигледна е меѓусебната нераскинлива врска помеѓу овие аспекти и задолжителната редоследност во текот на истражувањето. При конечното усвојување на методологијата за подготовка на карти на подложност кон нестабилни појави, неопходно е да се изврши споредба на резултатите од применетата методологија и картата на катастар за дадениот размер на анализа, како и да се дефинира прецизноста на применетите модели. Потоа би следело одредено прилагодување на математичките функции и крајно верификација на методологијата.

Исто така, во рамките на докторската дисертација претставен е толковник на поими кои се користат во областа на проценката на хазардот и ризикот од свлекување, а со цел постигнување на компатибилност на нашите термини со светски прифатените, што претставува уште еден практичен придонес на тезата.

Методологијата за подготовка на картите на подложност и хазард од свлекување која е разработена во докторската дисертација во целост ќе биде согласна со упатствата за подготовка на карти на подложност, хазард и ризик од нестабилни појави предложени од страна на JTC-1, Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes во кој се вклучени најважните научни институции од оваа област и тоа ISSMGE, ISRM и IAEG. Во овие упатства се дадени поголем број на препораки и дефиниции кои се од основна важност за успешно разработување на една методологија како и нејзина согласност со светски признатите стандарди. Така испочитувани се:

- Дефинициите и терминологијата за меѓународна употреба. Описот на сите типови и нивоа на зонирање на свлечиштата.
- Упатствата за тоа каде е соодветно да се примени зонирање на свлечиштата кои се сметаат како лимитирачки фактор при просторното планирање.
- Дефинициите за нивоата на зонирање и предложени размери за картите, при што се земаат во предвид потребите и целите на проектантите одговорни за просторното планирање како и целта на зонирањето.
- Упатство за потребните бројни информации за различните нивоа на зонирање, а кои ги земаат во предвид различните типови на свлечишта.
- Упатства за веродостојноста, валидноста и ограничувањата на методите.
- Потребни квалификации на персоналот кој го изведува зонирањето на свлечиштата и обука на лица за изведба на зонирањето.

Овие упатства и дефиниции се однесуваат на свлечишта кои се јавуваат на природни падини и оние кои резултираат од свлекување на косини изведени како вештачки засеци, насипи и кај потпорни ѕидови. Исто така се земаат во предвид и последиците на свлечиштата во зоните кои се картираат и зонираат.

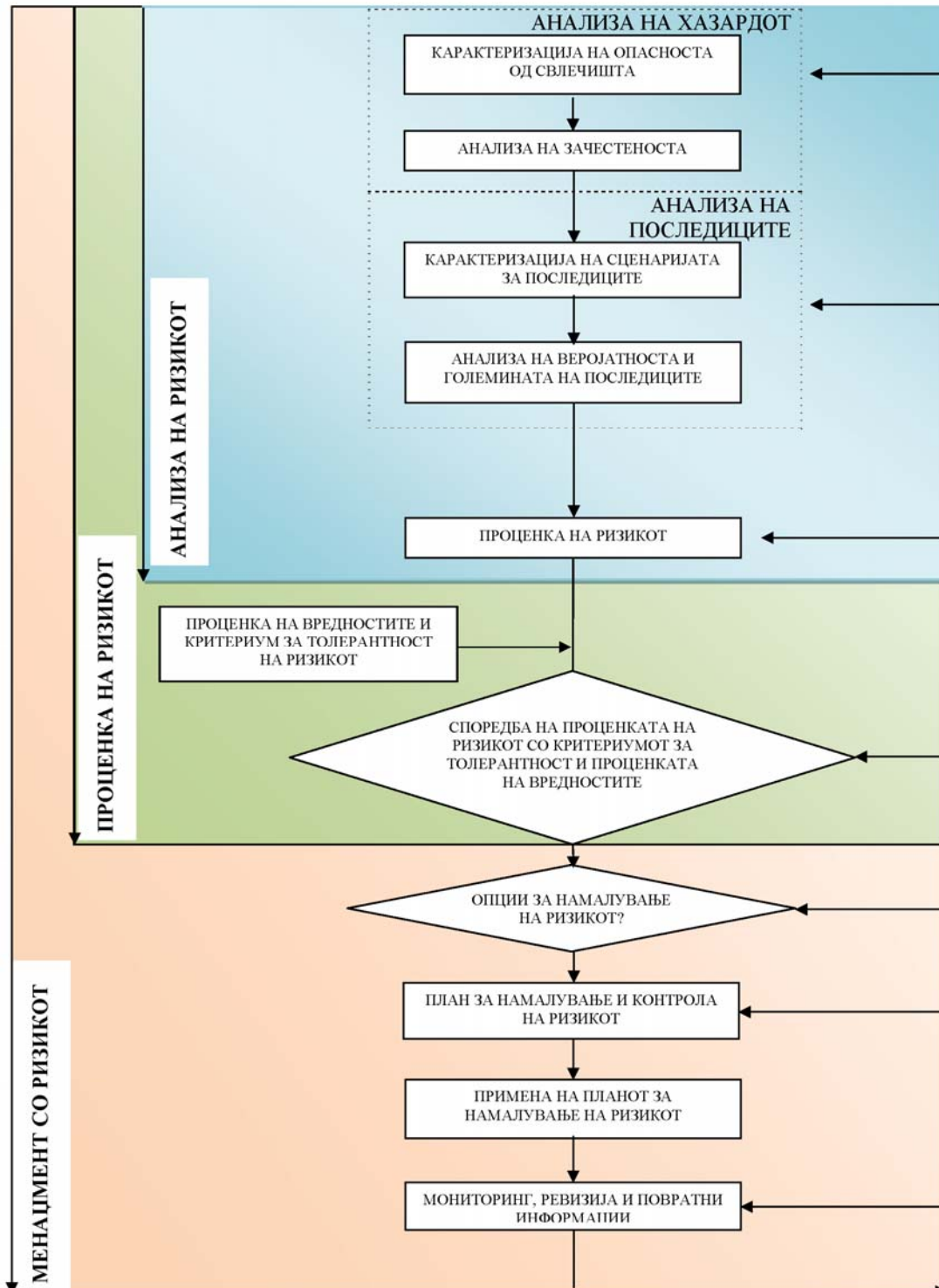
Основни дефиниции на терминологијата кои се вообичаени при зонирањето на подложноста, хазардот и ризикот од нестабилни појави се следните:

- Свлечиште. Движење на маса од карпи, распаднат природен карпест материјал, или земја (почва) долж одредена природна падина или вештачка косина.
- Активно свлечиште. Свлечиште кое во моментот се движи; може да станува збор за прва активација или реактивирање на старо свлечиште.
- Реактивирано свлечиште. Свлечиште кое е повторно активно после одреден период на неактивност.
- Катастар на свлечишта. Катастар на локацијата, класификацијата, големината, активноста, датумот на појава и други карактеристики на свлечиштата во една област.

- Подложност на свлекување. Квантитативна или квалитативна проценка на класификацијата, волуменот (или големината), просторната дистрибуција на свлечиштата кои постојат или потенцијално можат да се јават во одредена област. Подложноста исто така може да се вклучи во описот на брзината и интензитетот на постојните или потенцијалните свлекувања. Иако се очекува дека свлечиштата ќе се случуваат пофреквентно во повеќе подложни области, во анализата на подложноста временската рамка не се зема во предвид експлицитно. Подложноста на свлекување ги вклучува свлечиштата кои го имаат својот извор во областа или надвор од областа на развој но можат да се придвижат во истата.
- Хазард. Состојба со потенцијал за предизвикување на непосакувани последици. Описот на хазардот од свлекување може да ја вклучи локацијата, големината (волуменот), класификацијата и брзината на потенцијалните свлечишта и секој резултатен откинат материјал, како и веројатноста за нивно појавување во одредена временска рамка.
- Елементи изложени на ризик. Населението, објекти и инженерски работи, економски активности, јавни услуги и објекти, други инфраструктурни и животни добра во областа потенцијално загрозува од хазардот.
- Повредливост. Степенот на загуба на даден елемент или група на елементи во областа загрозува од свлекување. Вообичаено се изразува во скала од 0 (без загуби) до 1 (целосно уништување). За имотот, загубата би била вредноста на штетата релативно во однос на вредноста на имотот; за луѓето, веројатноста дека одреден живот (елементот изложен на ризик) ќе биде загубен, ако личноста (личностите) е (се) загрозува од свлекување.
- Ризик. Мерка на веројатноста и јачината на несаканите ефекти по здравјето, имотот, или животната околина. Ризикот често се смета како продукт од веројатноста на феномен со дадена магнитуда помножен со последиците. Како и да е, погенерализираната интерпретација на ризикот вклучува споредба на веројатноста и последиците во непродуктивна форма. За квалитативна проценка на ризикот препорачливо е да се користи интензитетот на свлекувањето. Во контекст на овие препораки ризикот исто така се смета и како:
 - за загуба на животи. Годишна веројатност дека луѓето изложени на ризик ќе го загубат својот живот земајќи го во предвид хазардот од свлекување, временско-просторната веројатност и повредливоста на луѓето.
 - за загуба на имотот. Годишна веројатност за дадено ниво на загуба или загуба на годишно ниво која ги зема во предвид елементите изложени на ризик, нивната временска-просторна веројатност и повредливост.
- Зонирање. Поделба на теренот во хомогени области т.е. домени и нивно рангирање според степенот на присутна или потенцијална подложност, хазард или ризик, или пак применливоста на одредени регулации поврзани со хазардот.

Во трудот, зборот „свлечиште“ се применува и за постојни (познати свлечишта) и потенцијални свлечишта кои може да се претпостават врз основа на релевантни податоци за геологијата, геометријата и процесите кои ги формираат падините. Таквите потенцијални свлечишта можат да бидат со варијабилна веројатност за појавување. Исто така, користена е и компатибилна терминологија за класификација и опис на свлечиштата. Користени се класификациите според Varnes D.J. (1978), Hutchinson (1988) Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996), Leroueil et al. (1996), IAEG (1990), Hungr O., et al. (2001).

На слика 3 е претставена шема за менаџирање на ризикот од свлечишта прифатена на светско ниво. Во голем број на трудови, а и овде истата е искористена како генерална рамка за зонирање на подложноста, hazardот и ризикот од свлекување, без разлика дали се работи за квантитативен или квалитативен пристап.



Слика 3. Генерална шема за менаџирање на ризикот од свлечишта според Fell R. et al. *Engineering Geology*, вол. 102, (2008) стр. 85-98

Од основно значење е да се дефинира кој обем на активности е потребно да се изведат за да се дефинираат подложноста, hazardот и ризикот. Во овој контекст, следи описот на секој од видовите на зонирање кај свлечиштата.

Зонирање на подложноста од свлекување ја опфаќа класификацијата, големината (волуменот) и просторниот распоред на постојните и потенцијалните свлечишта во една област. Исто така може да се подразбира и како опис за растојанието (износот) на придвижување на материјалот, брзината и интензитетот на постојното или потенцијалното свлекување. Зонирањето на подложноста вообичаено подразбира развој т.е. формирање на еден катастар на свлечиштата кои се појавиле во минатото, заедно со проценка на областите со потенцијал за појава на свлекување во иднина, но без проценка на фреквенцијата (годишната веројатност) за појава на свлечишта. Во некои случаи при зонирањето на подложноста ќе се јави потреба за негово проширување надвор од областа која се анализира за hazard и ризик, а со цел да се покријат и областите во кои свлечиштата можат да се придвижат или да се повлечат од областа која се зонира. Генерално, потребно е независно да се проценат склоноста на падините кон свлекување и областите кон/вон кои свлечиштата можат да се придвижат/повлечат.

Зонирањето на hazard од свлекување може да се изведе ако се земат во предвид резултатите од картирањето на подложноста и ако се даде една проценка на фреквенцијата на потенцијалните свлечишта. Притоа треба да се разгледаат сите свлекувања што може да ја зафатат анализираната област вклучувајќи ги и свлечиштата кои се над истата а кои можат да стигнат до нејзе, и свлечиштата кои се под неа а можат регресивно (ретрогардно) да се придвижат во истата.

Hazardот може да се изрази како фреквенција на одреден тип на свлечиште со одредена големина, или свлечишта со одредена големина, волумен и брзина, или во некои случаи како фреквенција на свлечишта со посебен интензитет, каде интензитетот може да биде мерен преку кинетичката енергија. Мерењето на интензитетот е најкорисен кај одрони и т.н. течење на земјиштето.

Според најновите анализи на Nefeslioglu et al. (2011), методите за проценка на hazardот од свлекување можат да се класифицираат на два начини:

- 1) техники базирани на катастарот на свлечишта.
- 2) техники базирани на одговорните фактори за развој на нестабилноста.

Земајќи ја во предвид веројатноста за појавување на критичната вредност на одговорниот причинител (фактор), од страна на Nefeslioglu et al. (2011) воведен е концепт на ефективен период за евалуација на hazardот. Според него, веројатноста на просторно појавување-подложност на свлекување може да се дефинира и како веројатност од временско појавување-hazard од свлекување, во случај да временскиот интервал на проценката е поголем од ефективниот повратен период за критичната вредност на одговорниот причинител-фактор. Оттука, може да се земе дека резултатите од подложноста на свлекување може да се дефинираат како hazard од свлекување и директно да се применат во пресметките на ризикот од свлекување.

Зонирањето на ризикот од свлекување може да се изведе со земање во предвид на резултатите од картирањето на hazardот, при што се проценува потенцијалот за нанесување на штета на луѓето (годишна веројатност за загуба на животи), на имотот (годишна вредност на загубен имот), и аспекти на животната околина (годишна загуба на вредности) за елементите на ризик, со земање во предвид на временската и просторната веројатност и повредливоста на истите.

Од погоре изнесеното може да се заклучи дека не постои единствена процедура која има можност за проценка на потенцијалот за свлекување за секој поединечен тип на свлечишта и очекуваниот износ на поместување на материјалот. Всушност, факторите кои ја условуваат појавата се специфични за секој механизам на свлекување. Поради ова, често се врши проценка на подложноста, хазардот и ризикот од свлекување за различните типови на нестабилни појави кои загрозуваат одредена област (на пр. за одрони, мали плитки свлечишта, и длабоки свлечишта) а резултатите се презентираат на специфични карти за зонирање според препораките или статутарните обврски. Овие карти можат да се синтетизираат во една карта. Во овој случај, мора да се земе во предвид дека, на пример, исто ниво на хазард може да се добие од различни комбинации на типовите на свлекување, големината, интензитетите и фреквенциите. Во одредени случаи е потребно да се подготват посебни карти за природните падини и вештачките косини.

Концептот кој е претставен во докторската дисертација може да се смета како прилагодување и модификација на светските искуства, а со цел створање на можности за проценка на подложноста и хазардот од свлекување за нашите терени.

Се очекува дека со разработката и промовирањето на овој концепт, ќе се даде одреден практичен придонес кон создавање на услови за поуспешно просторно планирање на регионално и локално ниво во нашата земја, а со тоа и намалување на ризикот по луѓето и социјалните добра кој произлегува од појавата на свлечиштата.

3. МЕТОДИ ЗА ФОРМИРАЊЕ БАНКИ НА ПОДАТОЦИ, КАТАСТАРСКИ КАРТИ, ЗОНИРАЊЕ НА ПОДЛОЖНОСТ И ХАЗАРД, ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД СВЛЕЧИШТА

Познавањето на ризиците кои произлегуваат од можноста за појава на свлечишта се една од многуте компоненти кои се земаат во предвид при просторното планирање. Имајќи во предвид дека свлечиштата со својата активност може негативно да се одразат на функционирањето на општеството и воопшто на животната средина, истите се сметаат за значаен ограничувачки фактор при планирањето на инфраструктурата. Од оваа причина, важно е да се идентификуваат релативните опасности од свлекувањето и тоа во рана фаза од процесот на планирање. Со тоа се овозможува проектантите да го дефинираат степенот на ризик од свлекување кој е прифатлив или не е прифатлив за одредена инвестициона програма. Врз основа на вака дефинираните ризици, се овозможува да се донесат одлуки кои од следниве мерки да се превземат во развојната програма: избегнување, превенција или намалување на ефектите од постоечките и идните појави од свлекување.

Во овој контекст, овде се презентираат постојните методи за собирање на податоци за свлечиштата, формирање на катастарски карти, зонирање на подложноста, хазардот и проценка на ризикот. Кој вид на зонирање ќе се врши за дадена област зависи пред се од обемот на достапни податоци за свлечиштата и можностите за нивна интерпретација, обработка и чување.

3.1. ЗОНИРАЊЕ НА СВЛЕЧИШТАТА ЗА ЦЕЛИТЕ НА ПРОСТОРНОТО ПЛАНИРАЊЕ

Зонирањето на свлечиштата за целите на просторното планирање вообичаено се спроведува на локално ниво при планирање на урбаниот и руралниот развој, но се спроведува и за целите на регионалното планирање или пак при планирање на менаџментот со катастрофи, заштита на животната средина, во рударството итн. Доста често се спроведува и зонирање на свлечиштата за потребите на развојот на основната инфраструктура како автопатишта и железници.

При просторното планирање, постојат бројни случаи каде свлечишта може да се јават како потенцијален и ограничувачки фактор:

а) Случаи каде се забележани свлекувања во минатото:

- длабоки свлечишта на природни падини,
- бројни плитки свлекувања на стрми природни падини,
- одрони кај стрми падини и литици,
- одрони од литици на крајбрежјата,
- свлечишта во косини, насипи или потпорни сидови кај патишта, железници, улици, населби,
- големи, моментално неактивни свлечишта подложени на подсекување од активна ерозија на ножицата или кои се предмет на реактивирање со самиот развој на инфраструктурата,
- појава на течење на земјиште и свлекувања на претходно свлечени падини,
- ползење на плитки свлечишта кај падини со променлив наклон.

- б) Случаи каде не се забележани свлекувања во минатото, но топографијата диктира можна појава на свлекување:
- литици (крајбрежни или континентални),
 - природни падини со наклон пострмен од 35° (движењето на свлечиштето веројатно ќе биде со голема брзина),
 - природни падини со наклон помеѓу 20° и 35° (можно е брзо движење на свлечиштето),
 - стрмни засеци и усеци кај патишта, пруги, во руднички етажи на површински копови итн.,
 - стрмни падини деградирани со сечење на шумата, шумски пожари и/или изградба на патишта, железници, цевководи и др.,
 - големи, моментално неактивни свлечишта кај кои е можно покачување на нивото на подземната вода, на пр. поради земјоделски или шумарски активности, градба на вештачки акумулации и др.,
 - пролувијални лепези и делувииум.
- в) Случаи каде не се забележани свлекувања во минатото, но геолошките и геоморфолошките услови се такви да постои можност за појава на свлекување:
- распаднати карпи кои лежат преку постабилни карпести маси (свлекувањето често се одвива долж границата),
 - распаднати длабински и изливни магматски карпи,
 - распаднати карпи кои се јавуваат како прослојки (глинци, шкрилци или цврсти прашиности карпи), и песочници или варовници,
 - цврсти карпи (на пр. дебели варовнички слоеви) кои лежат врз лапоровити или шкрилести формации,
 - песочни дини,
 - речни корита подложени на поплави и/или активна ерозија,
 - стрми природни падини во региони зафатени со големи земјотреси или интензивни врнежи,
 - природни падини во високо чувствителни глини (т.н. quick clays) или дебели прашиности наслаги (на пр. лес), плиоценски седименти (bad lands)
 - на места каде постои активно потсекување на падините под дејство на речни, езерски или морски бранови,
 - во сеизмички активни региони, кај падини во растресити заситени почви кои се подложни на ликвидација.
- г) Случаи каде се присутни изградени конструкции, кои ако се срушат можат да се придвижат со голема брзина:
- растресити прашиесто-песокливи насипи (резидуални / екстремно распаднати гранити; риперувани песочници и др.),
 - други насипи и пополнувања на стрми падини или косини
 - големи потпорни ѕидови,
 - депонии формиран од раскривка на рудници, особено оние поставени на природно стрми терени,
 - хидројаловишта, особено оние изградени со методот на возводно градење,
 - диво подигнати населби во урбани или рурални средини каде се присутни неповолни геотехнички услови за градба.
- д) Работи во шумарството и чистење на земјоделско земјиште каде свлекувањето може да доведе до опустошување на околината, а преку активноста на потоците и други водособирни тела.

Треба да се нагласи дека брзото свлекување е особено важно поради потенцијалот за загуба на човечки животи. Како и да е, бавните и многу бавните свлечишта се исто така важни бидејќи можат да доведат до оштетување и загуба на јавен и приватен имот.

Зонирање на свлечиштата би било корисно да се изведе за повеќе видови на просторно планирање.

а) Развој за резиденцијални терени:

- нови урбани подрачја,
- нови рурални подрачја,
- распределба на рурално земјиште за изградба на викенд населби,
- генерално, во било коа резиденцијална област каде се размислува за значајно зголемување на густината на популацијата.

б) Контрола во развојот на резиденцијални области во постојни урбани подрачја потенцијално загрозувани од свлекување:

- во дел од или целото населено место,
- пошироката област на населено место.

в) Развој на основна инфраструктура на едно општество:

- болници, училишта, противпожарни бригади и други итни служби,
- најважна инфраструктура за комуникација.

г) Рекреативни области:

- планински туристички центри,
- ски центри,
- други туристички центри н.пр. острови,
- национални паркови,
- спортски центри,
- пешачки патеки и крајбрежни шеталишта.

д) Развој на нови автопатишта, патишта, железници, аеродроми:

- во рурални средини,
- во урбани средини за главни патишта и железници,
- во урбани средини за локални патишта и железници,
- во рурални средини за спортски аеродроми,
- во рурални и урбани средини за интернационални аеродроми.

ѓ) Јавно земјиште преку кое може да се придвижи свлечиштето и да премине во соседните области планирани за развој:

- државни шуми,
- национални паркови,
- градски паркови.

е) Речни долини во кои се планира изградба на брани, вклучувајќи го и акумулациониот простор на идните езера, како и останатиот дел од речните долини возводно од преградниот профил, каде постои потенцијал за блокирање на реките од страна на свлечиштата и рушење на брана со последователно настапување на поплава.

3.2. ВИДОВИ И НИВОА НА ЗОНИРАЊЕ НА СВЛЕЧИШТАТА

Резултатите од зонирањето на свлечиштата вообичаено се прикажуваат во форма на карти со катастар на свлечишта, карти со зонирање на подложноста, хазардот и ризикот од свлекување, пропратени со соодветна текстуална документација. Видот и нивото на деталност на зонирањето и размерот на картите зависи од целта за која се спроведува зонирањето како и бројни други фактори:

- Во прелиминарните фази за планирање на развојот посоодветно е зонирање на подложноста и хазардот, а проценка и зонирање на ризикот за подоцните фази.
- Типот на развој. Зонирање на ризикот е посоодветно за развој на постојни урбани средини каде елементите на ризик се дефинирани или за постојниот или планиран развој на патишта и железници каде елементите изложени на ризик (корисниците на патот или пругата) се лесно предвидливи. Елементите изложени на ризик варираат во времето и просторот, па потребно е зонирањето да се обновува на одредени временски интервали.
- Класификацијата, активноста и големината на свлекувањето. Зонирањето на ризикот е најпотребно на места каде свлечиштата кои би се случиле е веројатно дека ќе бидат со голема брзина или голема брзина и волумен (на пр. одрон, течиште, карпести лавини). За вакви ситуации загубата на животи е за очекување, и најсоодветно е да се изврши зонирање на ризикот.
- Како практично ограничување се јавува финансискиот аспект. Зонирањето на подложноста е најмалку економски захтевно, потоа следи зонирањето на хазардот, па зонирањето на ризикот. Потребно е да се изврши оптимизација за понизок вид и ниво на картирање.
- Количеството и квалитетот на достапни информации. Квантитативно зонирање на хазардот и ризикот не можат да се спроведат на места каде нема податоци за фреквенцијата на свлечиштата или истите се непрецизни. Во таков случај се врши зонирање на подложноста или хазардот но на квалитативен начин.
- Човекот со својата активност може да ја модифицира стабилноста на средината а со тоа и подложноста и веројатноста за свлекување, последователно и хазардот.
- За зонирање на подложноста често се користат квалитативни методи, а понекогаш и за хазардот. Онаму каде е можно, подобро е да се користат квантитативни методи и за зонирање на подложноста и на хазардот. Зонирањето на ризикот е секогаш квантитативно. Не постојат поголеми разлики во чинењето помеѓу квантитативните и квалитативните методи.
- Бараната точност и прецизност на зонирањето.

Во табела 1 се дадени најчестите видови и нивоа на зонирање, како и размери на картите кои зависат пред се од целта на зонирањето.

Вообичаено во прва фаза се изведува зонирање на подложноста, а потоа на хазардот и ризикот. Фазното спроведување на зонирањето овозможува подобра контрола на целиот процес и значително ги намалува трошоците, а преку ограничување на подетално зонирање на области за кои истото е неопходно. Нивоата на зонирање и опишувањето на подложноста, хазардот и ризикот се образложени подолу.

Табела 1. Видови и нивоа на зонирање, размери на карти поврзани за целите на картирање на свлечиштата (Според Fell R. et al. 2008)

Цел	Вид на зонирање				Ниво на зонирање			Можен размер на картите за зонирање
	Катастар	Подложност	Хазард	Ризик	Прелиминарно	Средно	Напредно	
Регионално зонирање								
Информативно	X	X			X			1:25,000 до 1:250,000
Советодавно	X	X	(X)		X	(X)		
Статуторно	Не се препорачува							
Локално зонирање								
Информативно	X	X	X	(X)	X	(X)		1:5000 до 1:25,000
Советодавно	(X)	X	X	X	X	X	X	
Статуторно		(X)	X	(X)		X	X	
За конкретна локација								
Информативно	Не се препорачува							1:5000 до 1:1000
Советодавно	Вообичаено не се изведува							
Статуторно		(X)	X	X		X	X	
Проектно		(X)	(X)	X		(X)	X	
Забелешка: X=Применливо; (X)=може да биде применливо								

Во табела 2 се дадени нивоата на зонирање на катастар, подложност, хазард и ризик во смисол на геотехнички и други влезни податоци.

Табела 2. Нивоа на активности потребни за соодветно ниво на зонирање на подложноста, хазардот и ризикот од свлекување (Според Fell R. et al. 2008)

Вид на зонирање	Зонирање на ризик						
	Зонирање на хазард						
	Зонирање на подложност						
	Катастар						
Ниво на зонирање	Катастар на постојни свлечишта	Карактеризација на потенцијални свлечишта	Растојание и брзина на придвижување	Проценка на зачестеноста	Временска-просторна веројатност	Елементи изложени на ризик	Повредливост
Прелиминарно	Основно ⁽¹⁾ (2)	Основно ⁽¹⁾ (2)	Основно ⁽¹⁾ Средно ⁽²⁾	Основно ^(1,2)	Основно ^(1,2)	Основно ^(1,2)	Основно ^(1,2)
Средно	Средно	Средно	Средно	Средно	Средно	Средно	Средно до основно
Напредно	Напредно	Напредно до средно	Средно до напредно	Средно до напредно	Напредно	Напредно	Средно до напредно
Забелешка: (1) За квалитативно картирање, (2) За квантитативно картирање							

Секое зонирање на свлечиштата е пропратено со извештај кој ги вклучува следните основни карактеристики на областа која е предмет на анализа: геологија, геоморфологија, хидрогеологија, видот на свлечишта, подготвителните фактори, иницијаторите на свлекувањето и др.

Зависно од нивото на зонирањето потребно е да се подготват и карти со катастар на свлечиштата, карти со зонирање на подложноста, хазардот и на ризикот.

Размерот на картите треба да биде соодветен на целите на зонирањето (табела 3). Во практичен смисол, размерот на картирањето често е зависен од размерот на достапните топографски карти.

Табела 3. Размери за картирање при зонирање на свлечиштата и нивна примена (Fell R. et al. 2008)

Опис на размер	Индикативен опсег на размерите	Примери за примена на зонирањето	Вообичаена површина
Мал	<1:100,000	Катастар на свлечишта и подложност на свлекување за информирање на државни институции и јавноста	> 10,000 km ²
Среден	1:100,000 до 1:25,000	Катастар на свлечишта и зонирање на подложноста од свлекување за целите на регионален развој, т.е. градежни проекти од големи размери	1000–10,000 km ²
		Прелиминарно ниво на картирање на хазардот (локално ниво)	
Крупен	1:25,000 до 1:5000	Катастар на свлечишта, зонирање на подложност и хазард (локално ниво)	10–1000 km ²
		Средно до напредно ниво на зонирање на хазардот за регионален развој	
		Прелиминарно до средно ниво на зонирање на ризикот (локално ниво) и во напредни фази од планирањето на големи градежни проекти (конструкции, патишта и железници)	
Детален	>5000	Средно и напредно ниво на зонирање на хазардот и ризикот (локално ниво) и конкретни локации и за проектните фази на големи градежни проекти (конструкции, патишта и железници)	Неколку ha до 10 km ²

3.3. ДЕСКРИПТОРИ ЗА СТЕПЕНОТ НА ПОДЛОЖНОСТ, ХАЗАРД И РИЗИК ОД СВЛЕКУВАЊЕ

Во светски рамки, за да се постигне соодветна компатибилност на описот за степенот на подложност, хазард и ризик, се користат универзално прифатени дескриптори. Во текстот кој следи и табелите 4, 5, 6 и 7 дадени се соодветните дескриптори за степенот на подложност, хазард и ризик при зонирањето на свлечиштата пропратени со соодветни коментари.

3.3.1. Дескриптори за подложност на свлекување

Табела 4. Дескриптори за картирање на подложност од свлекување

Дескриптори на подложноста	Одрони	Мали свлечишта до 1000m ³ на природни падини	Големи свлечишта на природни падини
(а) Квантитативни дескриптори на подложноста			
Релативни	Геомеханички класификации (SMR, RMS)	Сумирање на допринесувачки фактори добиени од техники за обработка на податоци	
Апсолутни	Вредности на факторот на сигурност FS од модели на стабилноста	Вредности на факторот на сигурност FS од модели на стабилноста	Вредности на факторот на сигурност FS од модели на стабилноста
(б) Квалитативни дескриптори на подложноста			
Геоморфолошки анализи на теренот	Присуство или отсуство на потенцијални фактори за развој за нестабилност (пукнатини, неповолен наклон на пукнатини)	Број на свлечишта на km ²	Присуство или отсуство на свлечишта и нивен степен на зачуваност
	Густина на лузни на карпеста падина	Процент од областа покриен со наслаги од свлекување	Присуство или отсуство на индикатори за активност
Карта со индекси или параметри	Преклопување на индексни карти со или без додавање на тежински коефициенти	Преклопување на индексни карти со или без додавање на тежински коефициент	

Ако се примени квалитативен пристап, подложноста може да се дефинира со неколку класи на подложност, најчесто: >0.5 ; 0.1 до 0.5; 0.01 до 0.1; и <0.01 за висока, средна, ниска и многу ниска подложност, соодветно.

Резултатите од квантитативната проценка на подложноста можат да бидат или релативни или апсолутни. Со примена на техники за обработка на податоците најпрвин се проценува релативното значење на секој од параметрите, а потоа се бара најдобрата нивна комбинација со која може да се објасни просторната дистрибуција на постоечките свлечишта. Резултатите за подложноста добиени со овие техники се рекласифицираат за да се добијат класи на подложност (најчесто висока, средна и ниска). Апсолутната подложност може да биде проценета со примена на детерминистички пристапи, како што се моделите за пресметка на факторот на сигурност F_s .

3.3.2. Дескриптори за зонирање на хазард од свлекување

Начинот на кој се опишува хазардот од свлекување зависи од видот на свлечиштата. За мали свлечишта и одрони хазардот се опишува како број на свлечишта по должина од областа на нивно генерирање/годишно, или како број на свлечишта по km^2 од областа на нивно генерирање/годишно. За големи свлечишта хазардот од свлекување е опишан како годишна веројатност од активно свлекување, или за активни свлечишта годишната веројатност дека движењето ќе надмине дефинирано растојание, т.е. годишната веројатност дека поместувањето на свлечиштето ќе го надмине дефинираното растојание. Во табела 5 се дадени препорачаните дескриптори за највообичаените сценарија за одрони и свлечишта. Описот на хазардот вклучува класификација и големина (или површина) на свлечиштата.

Табела 5. Дескриптори за зонирање на хазард од свлекување

Дескриптор на хазардот	Одрони од природни падини или вештачки косини	Свлекувања на усеци и насипи на патишта или железници	Мали свлечишта на природни падини	Индивидуални свлечишта на природни падини
	Број/годишно/ км од природна падина или вештачка косина	број/годишно/ км од усек или насип	број/ km^2 /годишно	Годишна веројатност за активно свлекување
многу висок	>10	>10	>10	$>10^{-1}$
висок	1 до 10	1 до 10	1 до 10	10^{-2}
среден	0.1 до 1	0.1 до 1	0.1 до 1	10^{-3} до 10^{-4}
низок	0.01 до 0.1	0.01 до 0.1	0.01 до 0.1	10^{-5}
многу низок	<0.01	<0.01	<0.01	$<10^{-6}$

3.3.3. Дескриптори за зонирање на ризик од свлекување

Во табела 6 се дадени дескриптори за зонирање на ризикот со користење на критериум-загуба на живот. За ризик од загуба на имот најчесто се користи табела 7. Зонирањето на ризикот зависи од хазардот, елементите изложени на ризик и контролните фактори.

Табела 6. Дескриптори на зонирање на ризик (критериум-загуба на живот) по AGS (2007)

Годишна веројатност за смрт на личност изложена на најголем ризик во зоната	Дескриптор на зонирање на ризикот
$>10^{-3}$ /годишно	многу висок
10^{-4} до 10^{-3} /годишно	Висок
10^{-5} до 10^{-4} /годишно	Среден
10^{-6} до 10^{-5} /годишно	Низок
$<10^{-6}$ /годишно	многу низок

Табела 7. Дескриптори на зонирање на ризик (критериум-загуба на имот) според AGS (2007)

Веројатност	Индикативна вредност на приближната годишна веројатност	Последици по имотот (со индикативно приближно чинење на штетата) ⁽¹⁾⁽³⁾				
		1: Катастрофални	2: Големи	3: Средни	4: Мали	5: Незначителни
		200%	60%	20%	5%	0.5%
A — речиси сигурна	10^{-1}	VH	VH	VH	H	M или L ⁽²⁾
B — извесна	10^{-2}	VH	VH	H	M	L
C — можна	10^{-3}	VH	H	M	M	VL
D — неизвесна	10^{-4}	H	M	L	L	VL
E — ретка	10^{-5}	M	L	L	VL	VL
F — едвај можна	10^{-6}	L	VL	VL	VL	VL

Забелешки: (1) Како процент од вредноста на имотот.

(2) за келијата C5, може да биде поделена така да последица помала од 0.1% е низок ризик

(3) L-низок, M среден, H висок, VL многу низок, VH многу висок

3.4. АКТИВНОСТИ КОИ ТРЕБА ДА СЕ ПРЕВЗЕМАТ ПРИ ЗОНИРАЊЕТО НА СВЛЕЧИШТАТА

Од основно значење за сите нивоа на зонирање е детално да се познаваат факторите и процесите кои водат до развој на нестабилни појави. Тука спаѓа геологијата со нејзините инженерско-геолошки аспекти, геоморфологијата, хидрогеологијата, механиката на почви и карпи. Во овој контекст прикажани се потребните активности кои треба да се превземат за дефинирање на катастар, подложност хазард и ризик, а за соодветно ниво на зонирање.

Зонирањето на свлечиштата се изведува во ГИС базирани системи што овозможува негова лесна примена и обновување-освежување со нови информации.

3.4.1. Катастар на свлечишта

Катастарот на свлечишта е основен дел од било која анализа поврзана со зонирање на свлечишта. Катастарот дава информации за локација, класификација, волумен, растојание на движење, состојба на активност и датум на појава на свлекувањата. Во табела 8 се дадени активностите потребни за формирање на катастар на свлечишта.

Табела 8. Активности кои е потребно да се спроведат при подготовка на катастар на свлечишта

Ниво на зонирање	Активности
Основно	Подготовка на катастар на свлечишта од аероснимки и/или сателитски снимки, и со картирање од историски белешки. Катастарот вклучува локација, класификација, волумен (површина) и датум на свлекувањата (ако е познат)
	Идентификација на односот помеѓу топографијата, геологијата и геоморфологијата
	Приказ на сите информации на катастарски карти на кои исто така се прикажани изохипси, граници на имоти, мрежа на картата, патишта и други важни карактеристики како потоци и водени токови
Средно	Истите активности од основно ниво како и,
	Препознавање на различните делови од свлечиштата
	Картирање на карактеристиките и границите на свлечиштата
	Собирање и проценка на историските информации за активност на свлекувањето
Напредно	Анализа на начинот на кој се користело земјиштето во минатото со цел да се открие дали човечките активности имале влијание врз развојот на свлечиштата
	Истите активности од средно ниво како и,
	Подготовка на катастар на геотехнички податоци
	Имплементација на истражувањата за подобро да се дефинираат геотехничките услови
	Геотехничка анализа за да се разберат процесите на нестабилност на падините
Регистрирање на периодичните реактивации на истиот хазард и временско појавување на специфични иницирачки фактори за да се обезбедат периодични податоци кои можат да се користат при напредни пристапи за валидација	

3.4.2. Зонирање на подложноста на свлекување

Зонирањето на подложноста на свлекување опфаќа класификација, волумен (или површина) и просторна дистрибуција на постојните и потенцијалните свлечишта во областа која е предмет на анализа. Исто така, може да опфати и опис за растојанието на придвижувањето, брзината и интензитетот на постојното или потенцијалното свлекување. Во табела 9 се дадени активностите кои се потребни за да се карактеризираат потенцијалните свлечишта, нивната просторна дистрибуција во областа која се зонира, и нивниот однос со топографијата, геологијата и геоморфологијата. Во табела 10 се дадени активностите кои се потребни за да се процени растојанието на придвижување и брзината на потенцијалните свлечишта.

Резултатите од зонирањето на свлекувањето треба да резултираат со подготовка на соодветни карти и тоа:

- Карта со катастар на историски свлечишта, со прикажана локација и површина (или број на свлекувања, на пр. за одрони) на изворот на свлекувањето; која е можната патека на патување на откинатиот материјал; или за поголеми свлекувања активностата или брзината на свлекување.
- Карти во ист размер каде се прикажани условните фактори за формирање на состојба на нестабилсот: на пр. топографија и топографски единици, падина, сливни подрачја, литолошки единици, вештачки градби, вегетативна покривка, користење на земјиштето, итн.
- Во области со потенцијал за појава на плитки свлечишта и течишта, картата се подготвува за површинските формации (колувиум, мил, алувиум, резидуални почви итн.) бидејќи овие типови на свлекување вообичаено се јавуваат во овие формации. Сепак, овие формации се со ограничено протегање и таква карта треба да се подготвува само во крупен размер.
- Каде е соодветно, да се подготви карта која го прикажува растојанието на придвижување како максимална вредност или квантифицирано (табела 10).
- Карта на која се даваат интерпретирани области со зонирање според подложноста. Оваа карта треба да ја прикажува топографијата и катастарските информации како и класификациите за зонирање на подложноста за областа која се картира.

Во некои случаи може да се изврши синтетизирање на сите податоци на една иста карта, но често ова ќе биде непрегледно до неупотребливо па најсоодветно е да се користат посебни карти како што е наведено погоре.

Табела 9. Активности за зонирање на подложноста на свлекување

Ниво на зонирање	Активности
Основно	Подготовка на геоморфолошка карта ⁽¹⁾
	Подготовка на карта со катастар на свлечишта како што е опишано во табелата 8 ⁽¹⁾
	Пресметки на процентот (%) на вкупниот број на свлечишта за секоја класа на подложност, (%) на областа загрошена од свлечишта за секоја класа и (%) од секоја класа во споредба со вкупната површина на истражување и класификација според табела 4
	Поврзување на појавата на свлекување со геологијата и наклонот за да се обележат зоните подложни на свлекување
	За регионално зонирање, корелирање на појавата на свлекување со врнежите или топењето на снегот, и/или сеизмичките товари
	Подготовка на карта со зонирање на подложноста на свлекување суперимпонирана на топографијата, и пропратена со соодетна легенда
	Имплементација на податоците и картата во GIS (препорачливо)
Средно	Истите активности од основно ниво како и
	Одредување на основните класификации на почвата и длабочините во областа на истражување
	Класификација на повеќе комплексни теренски единици. Квалитативен рејтинг на областите подложни на свлекување базирано на техники на преклопување
	Развивање на квалитативни рејтинзи (често релативни рејтинзи) за областите подложни на свлекување базирано на техники на третирање на податоците
	Имплементација на податоците и картата во GIS (препорачливо)

Продолжение табела 9	
Напредно	Истите активности како средно ниво како и
	Детално картирање и геотехнички истражувања за спознавање на механизмот на свлекување, хидрогеологијата и изведба на анализи на стабилноста
	Изведба на анализа со тетирање на податоците (дискриминатни невронски мрежи, пробабилистичка (fuzzy) логика, логистичка регресија, итн.) и развој на квантитативен рејтинг за добивање класи на подложност
	Изведба на детерминистички и/или пробабилистички анализи на стабилноста
	Имплементација на податоците и картата во GIS (препорачливо)

Забелешка: (1) Катастарот на нестабилни појави и геоморфолошкото картирање треба да бидат изведени на средно или напредно ниво за изведба на средно или напредно ниво на зонирање на подложноста

Табела 10. Активности за проценка на растојанието на придвижување и брзината на потенцијални свлечишта

Метод за анализа на растојанието на придвижување и брзината	Активности
Основно	Собирање и проценка на историски информации за растојанието на придвижување и брзината на случени свлечишта
	Проценка на ограничувањето на растојанието на придвижување од геоморфолошки податоци и стари наслагы од свлечишта
	Проценка на веројатното растојание на придвижување и брзина од прегледот на видовите на потенцијалните свлечишта, геологијата и топографијата
	Врз основа на овие податоци се проценува границата (најголемото) можно растојание на придвижување за секој вид на потенцијално свлечиште
Средно	Истите активности од основно ниво како и
	Проценка на веројатните механизми на свлекување и класификација на почвите во свлечиштата
	Примена на емпириски методи базирани на аголот на растојанието на движење или агол на сенка за проценка на растојанието на придвижување како надополнување за несигурноста во емприсиките методи и влезните податоци
	Процена на брзината од потенцијалната енергија и растојанието на придвижување со примена на едноставни модели на лизгачки блок
Напредно	Истите активности од средно ниво како и
	Истражување на геотехничките карактеристики на материјалите на падините за примена во нумеричките модели
	Примена на нумерички модели за моделирање на растојанието на придвижување и брзината

3.4.3. Зонирање на хазардот од свлекување

Во табелите 11 и 12 се дадени активностите кои се потребни за да се процени фреквенцијата на одрони, свлекувања на вештачки косини (во засеци и усеци), насипи и потпорни сидови, како и за мали и за големи свлечишта соодветно.

Табела 11. Активности за проценка на фреквенцијата на одрони, косини во засеци и усеци, насипи и потпорни сидови, и мали свлечишта на природни падини

Метод за проценка на фреквенцијата	Активности
Основен	Пресметка на фреквенцијата врз основа на релативната свежина на морфолошките карактеристики на литиците-лузните и наслагите од свлечиштата, при тоа земајќи ги во предвид активните геоморфни настани (на пр. поткопување на падина со речна или морска ерозија)
	Пресметка на фреквенцијата врз основа на интерпретацијата на бројот на свлечишта од аеро-фотографии снимени во познати временски интервали
	Проценка на историската фреквенција на одрони, свлечишта на вештачки косини, насипи или потпорни сидови, или мали свлечишта на природни падини од основни инцидентни бази на податоци
Среден	Истите активности за основен метод како и
	проценка на историската фреквенција на одрони, свлечишта на вештачки косини, насипи или потпорни сидови, или мали свлечишта на природни падини од инцидентни бази на податоци. Таму каде што е соодветно да се подготват и користат криви со магнитуда на фреквенцијата
	Користење на споредни податоци како „тивки“ сведоци (на пр. штета на дрвјата и дендрохронологија)

Среден	Продолжение табела 11.
	Подетална анализа на врнежите вклучувајќи ги ефектите на претходни врнежи, интензитет на врнежите и траење на појавата на свлечишта (или прагот на појавување) на голем број на свлечишта За сеизмички иницирани свлечишта, да се поврзе појавата на свлекување со сеизмичкиот товар, вклучувајќи го и максималното земјино забрзување PGA и магнитудата на земјотресот со помош на емпириски методи
Напреден	Истите активности за среден метод како и
	Проценка на геотехничките параметри на почвите. Моделирање на факторот на сигурност врз основа на геотехничките параметри и фреквенцијата на врнежите или пиезометарските податоци За сеизмички иницирани свлечишта, да се анализираат поместувањата со примена на Newmark тип на анализи и за почви подложни на ликвидација, веројатноста за појава на ликвидација и течење на ликвидираниот материјал

Табела 12. Активности за проценка на фреквенцијата на свлекување на големи свлечишта на природни падини

Метод за проценка на фреквенцијата	Активности
Основен	Проценка на историската фреквенција на свлекување од инцидентна база на податоци вклучувајќи индикатори за активноста како напукнати згради, поместени одгради, извиткани дрвја
	Проценка на фреквенцијата од геоморфолошки докази како свежината на лицето на литиците и други површински карактеристики поврзани со движењето на свлечиштата, користејќи субјективна проценка
Среден	Истите активности за основен метод како и
	Како погоре и користење на споредни податоци како датирање со Јаглерот C ¹⁴ , датирање со бактерии на вегетацијата затрупана со свлекувањето, или во подигнати речни тераси во долини кои можеби биле блокирани од свлекувањата
	Поврзување на историјата од свлекувањето со интензитетот на врнежите и времетраењето на претходните врнежи (пред свлекувањето), или со топењето на снегот
	Проценка на веројатноста за сеизмички индицирано свлекување со земање во предвид на механизмот на свлекување. Користење на емпириски и упростени методи за проценка на веројатните поместувања за време на земјотресите
Напреден	Како алтернатива за проценка од историски податоци, проценката на фреквенцијата може да се изврши субјективно, на пр. со проценка на свлекувањето за даден врнеж или сеизмички товар
	Истите активности за среден метод како и
	Како погоре и поврзување на историјата на свлекување или факторот на сигурност со вржените, геометријата на падината, пиезометарските нивоа (онаму каде се достапни), геотехничките параметри, и факторите на сигурност За сеизмички индицирани свлекувања да се анализираат поместувањата со примена на Newmark тип на анализа и за почви подложни на ликвидација, веројатноста на ликвидација и свлекување на материјалот

- *Проценка на интензитетот на свлекувањето*

Интензитетот на свлечиштата може да се процени или како просторна дистрибуција на:

- Брзината на свлекување поврзана со волуменот на свлекување;
- Кинетичката енергија на свлечиштето; на пр. на одрон, карпеста лавина;
- Вкупни поместувања;
- Диференцијални поместувања;
- Максимален проток по единична ширина ($m^3/m/sec$), на пр. за течење на материјал.

Дали е потребно да се одреди интензитетот на свлекување како еден дел од зонирањето на хазардот зависи од случај до случај. Најверојатно е дека тоа ќе биде потребно за зонирање на хазардот од одрони.

- *Подготовка на карти со зонирање на хазардот од свлекување*

Картите со зонирање на хазардот од свлекување се конструираат врз основа на картите со зонирање на подложноста со класификација на областите според

фреквенцијата (годишната веројатност) за свлекување. Начинот на кој е прикажана фреквенцијата ќе зависи од класификацијата и волуменот на потенцијалните свлечишта.

- За одрони, хазардот се изразува како број на одрони со одреден волумен на годишно ниво кој ќе ја достигне областа која се картира / во km долж литица.
- За свлекувања во косини на засеци и усеци, насипи и потпорни сидови хазардот може да се изрази како број на свлечишта со одреден волумен и класификација/годишно/km на пат, градежна парцела или/km².
- За мали свлечишта на природни падини хазардот може да биде прикажан како број на свлечишта од одреден волумен, брзина и класификација/на km²/ годишно за областа која се картира.
- За големи свлечишта на природни падини хазардот може да се изрази како годишна веројатност дека ќе се појави свлекување во областа која се картира. На ова треба да бидат додадени или веројатната брзина, или вкупните поместувања ако дојде до свлекување.

Зонирањето на хазардот се изведува во ист размер како и зонирањето на подложноста, со приказ на топографијата и катастарските информации како и зоните на хазард од различен степен.

3.4.4. Зонирање на ризикот од свлекување

За да се одреди и зонира ризикот од свлекување од основно значење е да се проценат елементите кои се изложени на ризик. Во табела 13 се дадени потребните активности за изведба на ваквата проценка.

Елементите на ризик ги вклучуваат луѓето и имотот кои се потенцијално загорезени од свлекувањето, во зоната на и испод и изнад падините на потенцијалните свлечишта. Овде може да бидат опфатени и индиректни елементи изложени на ризик како што е редуцираната економска активност која резултира од свлечиштето, на пр. поради загуба на пат или влијанија врз природната околина.

Табела 13. Активности за проценка на елементите изложени на ризик

Метод за проценка на елементите изложени на ризик	Активност
Основен	Проценка на: популацијата која живее, работи и патува низ областа; имот како куќи, згради, патишта, железници и сервисни услуги кои се постојано во областа; и имот како возила кои патуваат низ областа. За постоечки развој ова се базира на моменталното и предложеното идно користење на земјиштето. За нов развој да се процени од предложеното користење на земјиштето и зафатеноста-пополнетоста на просторот Онаму каде е применливо да се проценат вредностите на природната околина кои можат да бидат загорезени од свлекувањето Генеричка класификација врз основа на користењето на земјиштето, имено урбано, инфраструктура или земјоделско.
Среден	Како основно ниво меѓутоа со поголем степен на деталност. Може да се вклучат економските последици
Напреден	Како средно ниво меѓутоа со поголем степен на деталност. Економските последици ќе бидат проценети. На пр. како импликации од загубата на пат кој овозможува пристап до град додека не се завршат поправките

Во табела 14 се дадени потребните активности за проценка на временско-просторната веројатност на елементите кои се изложени на ризик.

Повредливоста генерално се проценува емпириски за луѓето и имотот со користење на објавени информации. Сеуште не се достапни некои понапредни методи за оваа намена.

Табела 14. Активности за проценка на временско-просторната веројатност на елементите кои се изложени на ризик

Метод за проценка на временско-просторната веројатност	Активност
Основен	Ризик за загуба на живот
	За личности изложени на ризик во резиденцијални области претпоставка е дека нивната веројатност е 1.0.
	За друг вид на развој како фабрики и школи, се прави приближна проценка на временската-просторната веројатност, а според најверојатната шема на користење на објектите
	За патишта и железници и други случаи со популација иложена на ризик во проаѓање; се направи приближна проценка на временско-просторната веројатност, а според волуменот на сообраќајот и брзината на движење
	Ризици за загуба на имот
	За згради временско-просторната веројатност е 1.0.
	За возила, да се направи приближна проценка за временско-просторната веројатност од волуменот на сообраќајот и брзината на движење
Среден	Ризик за загуба на живот
	За сите случаи да се процени временско-просторната веројатност со земање во обзир на природата на развојот, животната и работната шема, постоењето на заштитени места (на пр. зајакнати бункери), сообраќај (каде е релевантно) и интензитетот на свлекувањето
	Ризици за загуба на имот
	Како за основната проценка меѓутоа подетално (на пр. за варијабилноста на траекторијата на одроните)
Напреден	Како за средната проценка, со поголеми детали во проценката, особено за временско-просторната дистрибуција на елементите изложени на ризик

- Подготовка на карти за зонирање на ризикот од свлекување

Картите со зонирање на ризикот се подготвуваат врз основа на картите со зонирање на хазардот, а со познавање на елементите изложени на ризик, нивната просторно временска веројатност и повредливост. Се подготвуваат одделни карти со зонирање на ризикот за загуба на живот и ризикот за загуба на имот. Картите со зонирање на ризикот вообичаено се подготвуваат во ист размер како картите со зонирање на подложноста и хазардот. На овие карти се прикажува и топографијата, катастарските информации како и зоните на ризикот од различен степен.

За загуба на живот, ризикот треба да биде изразен како индивидуален ризик (годишна веројатност една личност да го загуби животот). За загуба на имот, картите може да покажуваат годишни загуби (евра/годишно), но извештајот треба исто така да даде поврзување на вредноста на загубата и годишната веројатност на загубата (на пр. 0.001 годишна веројатност за загуба од 10 милиони денари).

За нов развој ќе треба да се направи проценка во врска со предложениот развој и елементите кои ќе бидат изложени на ризик. Ризикот ќе биде единствен за овој предложен развој.

Ако неколку типа на свлечишта се јавуваат во иста област (на пр. одрони и плитки свлечишта) ризикот поврзан со секој тип свлечиште треба да биде сумиран за да се одреди вкупниот ризик. Корисно е да се прикажат карти на кои ќе се даде ризикот за секој индивидуален тип на свлечиште, како и за вкупниот ризик.

3.4.5. Доверливост при зонирањето на свлечиштата за целите на просторното планирање

Постојат бројни потенцијални извори на грешки во процесот на зонирање. Тука спаѓаат:

- Ограничувања на катастарот на свлечишта на кој се базираат картите на подложност, хазард и ризик,
- Ограничување на стабилноста на временските серии. На пример, односот помеѓу

- предизвикувачкиот фактор (на пр. дожд) и фреквенцијата на свлечиштата може да се смени ако во областа се изврши сеча на дрвјата,
- Ограничувања во нивото на деталност на топографијата, геологијата, геоморфологијата, врнежите и други влезни податоци,
 - Неточност на моделот, што значи ограничувањата на методите кои се користат за да се поврзат катастарот, топографијата, геологијата, геоморфологијата и настаните за активирање, како на пример врнежите за предвидување на подложноста, хазардот и ризикот,
 - Ограничувања во обученоста на лицата кои го изведуваат зонирањето,
 - Зонирањето на свлечиштата не е прецизна наука, а резултатите се само претпоставка за однесувањето на свлечиштата врз основа на достапните податоци. Генерално, средно и напредно ниво на зонирање се со помали можности за грешка отколу основното ниво на зонирање за секој соодветен размер на зонирање.

3.4.6. Валидација на зонирањето

Најголем дел од студиите за зонирање на свлечиштата за целите на просторното планирање се ревидираат од страна на ревидент, кој е во можност да изврши независна проценка на зонирањето на подложноста, хазардот и ризикот. Ова е основна форма за контрола на квалитетот и форма на валидација ако ревидентот го има соодветното искуство.

За напредни анализи, потребно е да се спроведе процес на валидација во рамките на самата студијата. За да се направи ова, вообичаено катастарот на свлечишта се дели на две групи: еден дел за анализа и еден за валидација. Анализата се врши на дел од областа која се истражува (моделот) а се тестира на останатиот дел од областа каде има други свлечишта. Алтернативен пристап е една анализа да биде изведена со свлечишта кои се случиле во одреден период, додека валидација се прави на свлечишта кои се случиле во друг период. Ова е практично единствено за свлекувања со голема фреквенција, поради потребната временска рамка за собирање на податоците.

3.4.7. Вообичаени ограничувања кои произлегуваат при зонирањето на свлечиштата

Вообичаени ограничувања во планирањето на инфраструктурниот развој кои се применети при зонирањето на свлечиштата се:

- Ако зонирањето е со подложност, ограничувањата вообичаено бараат геотехничка проценка на хазардот и ризикот на предложениот развој за зони детерминирани како подложни на свлекување додека само минимални барања (како придржување на практиката на „добар терен“) во области детерминирани со многу ниска подложност или без подложност на свлекување.
- Ако зонирањето е со хазард, студијата е направена на средно или напредно ниво, треба да е можно да се раздвојат зоните за идно користење на земјиштето каде: а) хазардот е толку низок што не се потребни ограничувања на развојот; б) каде се потребни некои пропишани ограничувања (како висината на засеците и насипите); в) каде е потребна детална геотехничка проценка на хазардот и ризикот пред да се дозволи развојот; и г) каде хазардот е толку висок што не е можен развој.
- Онаму каде се врши зонирање според загуба на живот и студијата е направена на средно или напредно ниво, треба да биде можно да се раздвојат зоните на користење на земјиштето каде а) ризикот за загуба на живот е толку низок што не се потребни ограничувања на развојот; б) каде е потребно проценка на ризикот на одредена локација пред одобрување на развојот; в) каде ризикот е толку висок што развојот не евозможен.

3.5. МЕТОДИ ЗА КАРТИРАЊЕ НА СВЛЕЧИШТА, ЗОНИРАЊЕ НА ПОДЛОЖНОСТ И ХАЗАРД, И ПРОЦЕНКА НА РИЗИК ОД СВЛЕКУВАЊЕ

Големiot спектар на феномени поврзани со свлекување на теренот оневозможува дефинирање на една единствена методологија за препознавање, картирање на свлечиштата, утврдување на хазардот и проценка на ризикот од нив. Искуствата од бројни истражувања, каде при дефинирањето на хазардот и ризикот од свлекување биле вклучени геоморфолози и геолози покажува дека се применуваат различни стратегии и комбинација на различни методи и техники, во зависност од типот и бројот на свлечиштата, големината и комплексноста на истражуваното подрачје, како и достапните технички и интелектуални ресурси.

Од прегледот на литературата може да се заклучи дека и покрај многуте објавени примери за заедничка работа на експерти од различни научни полиња, нивото на усогласување е доста сиромашно кога станува збор за одредени прашања во врска со проценката на хазардот и ризикот од свлекување. Консензусот особено тешко се постигнува при решавањето на следните прашања:

- Како да се процени квалитетот на картите на катастар на свлечиштата,
- Како да се добијат доверливи проценки за подложноста, и како да се тестира квалитетот и веродостојноста на добиените проценки за подложноста,
- Како најдобро да се прикажат резултатите од проценката на хазардот од свлекување, за да можат да бидат употребливи за крајните корисници,
- Кои методи и податоци да се користат за успешно да се дефинира ризикот од свлекување,
- Која е веродостојноста и корисноста од катастарски карти за големи региони,
- Која е можноста за подготовка на веродостојно зонирање на подложноста на свлекување врз база на веќе верифицирани методи,
- Кои се можностите за подготовка на веројатносни модели за проценка на хазард од свлекување и нивна практична примена,
- Кои се можностите за одредување на квантитативни и емпириски нивоа на ризикот од свлекување за различни временски интервали и размер на просторот за анализа,
- Како да се прикажат, користат и споделат резултатите од ваквите проценки.

Токму поради големiot број на феномени поврзани со свлекување, неизвесноста при собирањето на податоците и нивна обработка, моделирањето и калибрацијата на моделите, како и комплексноста и повредливоста на модерното општество, картирањето на свлечиштата, зонирањето на подложноста и хазардот, и проценката на ризикот од свлечиштата се надвор од принципот на традиционалниот научен пристап базиран на контролирани експерименти и на генерализиран консензус помеѓу истражувачите. Решенијата на овие предизвици се можни единствено со воспоставување на нова научна практика која е во можност да се носи со големите неизвесности, различните експертски мислења, и социјалните прашања кои произлегуваат од проценката на хазардот и ризикот од свлекување (Guzzetti et al., 1999).

Во овој контекст, во кратки црти, разгледани се најголем дел од достапните методи за картирање на свлечиштата, зонирање на подложноста и хазардот, и проценка на ризикот од свлекување.

Имајќи го во предвид фактот дека на ова поле во светот работат голем број на експерти од различни области, постојат големи разлики помеѓу применетите методи, а истите постојано се развиваат и унапредуваат. Детали за секоја од посочените методи може да се најдат во стручната и научната литература.

3.5.1. Картирање, банки на податоци и катастарски карти за свлечишта

За да се створат услови за проценка на ризикот од свлечиштата, основно е да се располага со следните четири пакети на информации (Westen Van C.J. et al.2006):

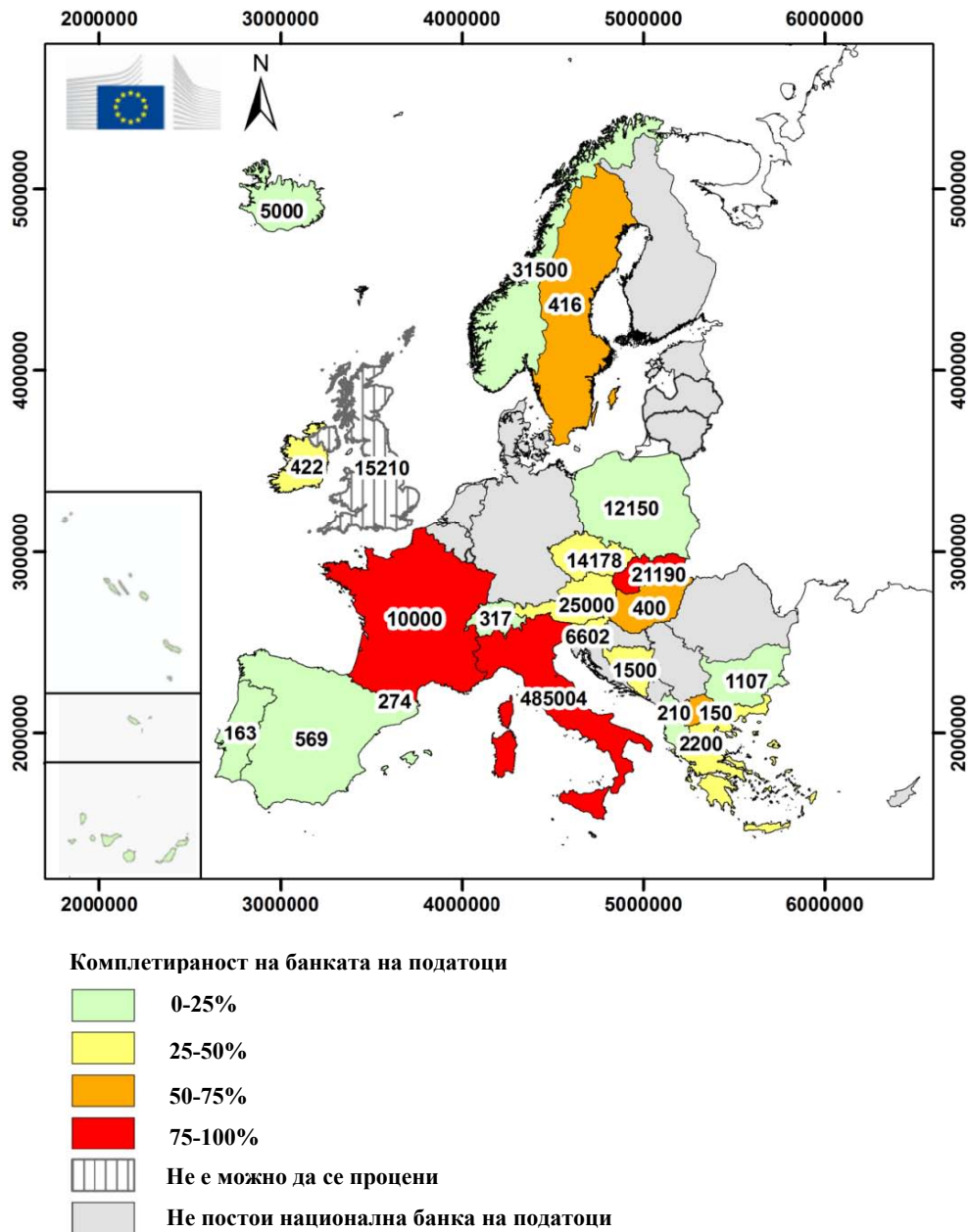
- Катастарска карта на свлечишта или соодветна база на податоци (во дигитална форма),
- Геолошко-геоморфолошки и метеоролошки фактори за теренот кој се анализира,
- Најчести фактори кои предизвикуваат свлекување,
- Елементи изложени на ризик.

Од сите овие информации, најважно е да се располага со катастарска карта на свлечиштата или соодветна банка на податоци.

Банките на податоци за свлечиштата или дигиталните катастарски карти се состојат од детален регистар за распоредот и карактеристиките на свлечишта од минатото. Тие содржат основни, дополнителни и комплементарни податоци. Основните податоци се единствени за секое свлечиште и тука спаѓаат: идентификациски број, локација (географски координати, место на локалност, населено место, општина, регион или држава), тип на свлекување, датум на активирање или последна реактивација, состојба на активност и волумен или просторно протегање. Како дополнителни информации може да се вклучат: геометрија на свлечиштето (површински димензии и длабочина до рамнината на свлекување), геолошки и геотехнички податоци (литолошки состав и материјални карактеристики), хидрогеолошки својства, користење на земјиштето или земјишен покривач, геометрија на падината или косината, фактори кои придонесуваат за развој на свлекувањето, влијание-ефекти врз општеството (човечки загуби, повреди, материјална штета), мерки за санација, методи за мониторинг и библиографија. За комплементарни податоци се сметаат илустрациите, фотографии снимени од земја воздухоплови и од сателити, и податоци од мониторингот на свлечиштата.

Формирањето на банка на податоци за свлечиштата е макотрпна процедура. Во споредба со другите природни хазарди (земјотреси, поплави, урагани итн.) кои зафаќаат големи подрачја, свлечиштата се генерално изолирани и локализирани појави чиј поединечен опфат немора да биде многу голем, но истите можат да се јавуваат доста зачестено и во голем број во одреден простор кој се анализира. Свлечиштата се картираат едно по едно, и секое од нив може да има различни карактеристики.

Како илустрација на проблемот со прибирањето на податоците за свлечиштата прикажани се резултатите од FP7 проектот Safeland (<http://www.safeland-fp7.eu/>) со истражувањето спроведено во 2010 година кога до поголемиот број на европски земји (37) е испратен прашалник за информација во врска со постоењето на национална банка на податоци за свлечишта и бројот на свлечишта регистрирани во истата. Од контактираните земји, 22 имале или подготвувале национална банка на податоци за свлечиштата (слика 4 и табела 15).



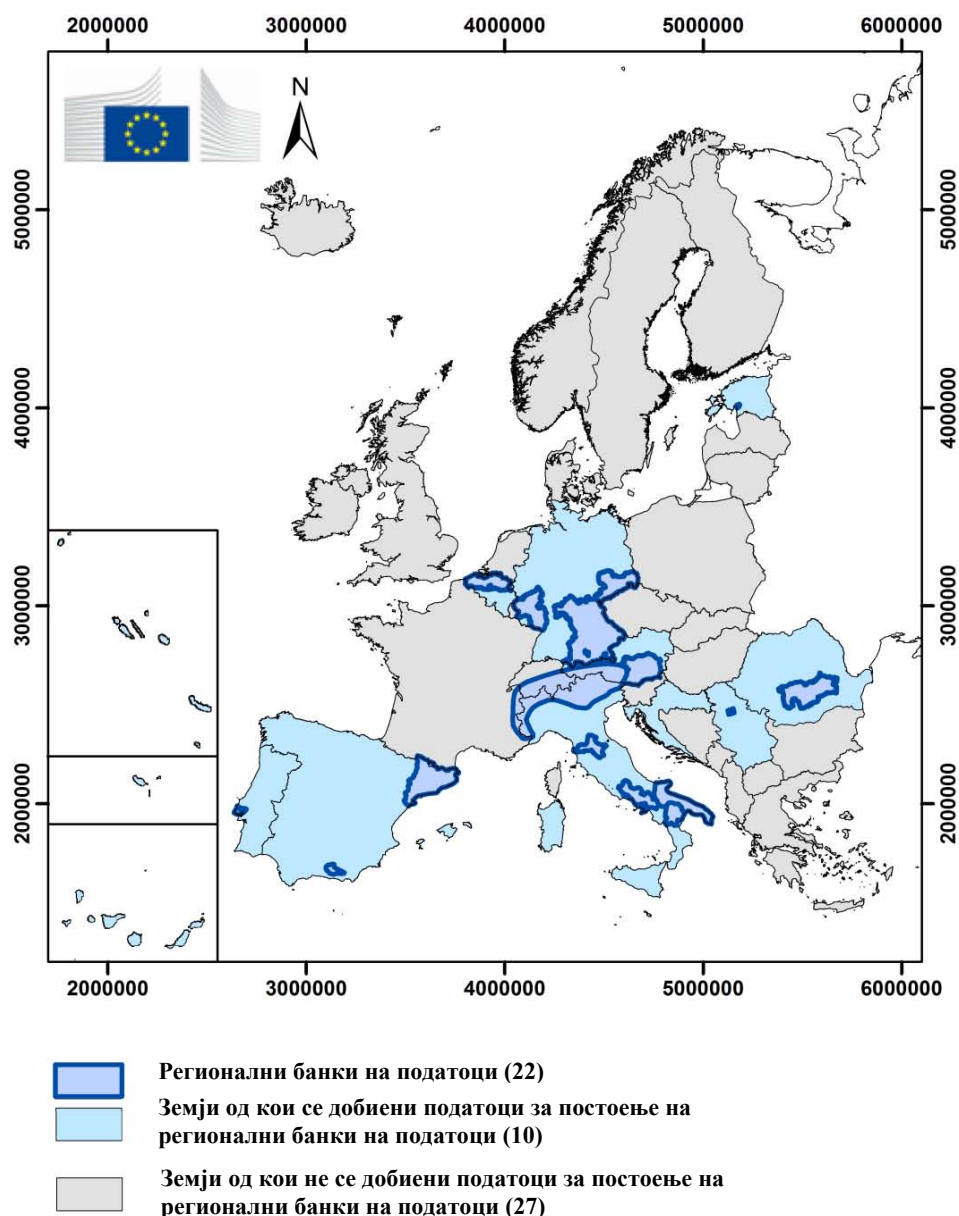
Слика 4. Број на свлечишта и проценета комплетираност на банките на податоци за земјите од Европа (Превземено од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás 2012), JRC, Report EUR 25666 EN

Табела 15. Преглед на Европски банки на податоци (Модифицирано од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás) 2012, JRC, Report EUR 25666 EN. Landslide inventories in Europe and policy recommendations for their interoperability and harmonization

Земја	Име на банката на податоци	Сопственик (не секогаш и изготвувач на банката на податоци)	Веб адреса
Албанија	Банка на податоци за свлечишта	Геолошки завод на Албанија	
Андора	Банка на податоци за природни хазарди на Андора	Национален институт за истражувања на Андора (IAE)	cenma.ad/mbaseriscos.htm
Андора	Зонирање на теренот според геолошко-геотехничките проблеми	Влада на Андора	ideandorra.ad/geoportal/framesetup.asp
Австрија	GEORIOS	Геолошки завод на Австрија-GBA	geomap.geolba.ac.at/MASS/index.cfm

Продолжение на табела 15			
Босна и Херцеговина	Инженерско-геолошка карта на Федерацијата Босна и Херцеговина	Федерален геолошки завод	
Бугарија	Карта на свлечишта	Министерство за регионален развој и јавни работи	
Чешка	Национален регистар на свлечишта	Геолошки завод на Чешка	geology.cz/app/dbsesuvy (интерна база; не е јавно достапна)
Македонија	Катастар на свлечишта, во форма на Геолошка карта 1970-те	Министерство за економија, сектор за минерални суровини	
Франција	Национална банка на податоци (BDMvT)	Геолошки завод на Франција (BRGM)	bdmvt.net
Грција	Геодатабаза I.G.M.E.	Институт за геологија и истражување на минерални суровини (IGME)	maps.igme.gr/website_ext/igme_master_ext/viewer.htm?ln=en
Унгарија	Национален катастар на свлечишта	Унгарска канцеларија за рударство и геологија	
Исланд	OLI	Метеоролошка канцеларија на Исланд (IMO) и Исландски институт за Историја на природата (IINH)	
Ирска	Национална банка на податоци	Геолошки завод на Ирска	gsi.ie/mapping.htm
Италија	Проект IFFI	Институт за заштита на околината и истражување (ISPRA)	sinanet.apat.it/progettoiffi
Италија	Области загрозени од свлечишта и поплави во Италија (AVI)	Национален совет за истражување, Институт за истражување и за заштита на хидрогеолошки ресурси (CNR-IRPI)	avi.gndci.cnr.it; http://sici.irpi.cnr.it
Норвешка	Национална банка на податоци	Геолошки завод на Норвешка (NGU)	
Полска	SOPO	Геолошки институт на Полска	
Португалија	Банка на податоци за катастрофи	Центар за Географски науки, Универзитет во Лисабон	
Словачка	Регистар на свлечишта	Геолошки завод на Република Словачка (SGUDS)	mapserver.geology.sk/zosuvy/
Словенија	GIS_UJME (дел од поголема банка на податоци)	Министерство за одбрана	
Шпанија	Банка на податоци за геолошки хазарди	Институт за геологија и рударство на Шпанија (IGME)	
Шведска	Државен информативен систем за природни хазарди	Шведска агенција за справување со кризи	ndb.msb.se/Default.aspx?l=EN
Шведска	SGI банка на податоци за свлечишта	Геотехнички институт на Шведска (SGI)	
Швајцарија	InfoSlide	Федерално биро за природната околина (FOEN)	
Обединето кралство	Национална банка на податоци	Геолошки завод на Британија (BGS)	

За 6 други земји (Белгија, Хрватска, Естонија, Германија, Романија и Србија) достапни се само информации за регионална банка на податоци (слика 5 и табела 16).



Слика 5. Распоред на регионални банки на податоци за свлечишта во Европа. (Превземено од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás) 2012, JRC, Report EUR 25666 EN

Табела 16. Преглед на регионални банки на податоци за свлечишта (Превземено од Miet Van Den Eechaut и Javier Hervás) 2012, JRC, Report EUR 25666 EN. Landslide inventories in Europe and policy recommendations for their interoperability and harmonization

Земја (Регион)	Име на банката на податоци	Сопственик (не секогаш и изготвувач на банката)	Веб адреса
Австрија (Каринтија)	Катастар на случени свлечишта	Оддел за геологија и почви, провинциска влада на Каринтија	
Белгија (Фландерс)	Картирани свлечишта во Фландерс	Оддел за животна средина, природа и енергија, Влада на Флемиш	http://dov.vlaanderen.be
Хрватска (Урбанизирани делови околу Загреб)	Регистар на свлечишта	Геолошки завод на Хрватска	

Продолжение на табела 16.			
Естонија (град Перну)	Свлечишта во близина на градот Перну	Универзитет во Тарту, Катедра за геологија	
Германија (Саксонија)	Банка на податоци за свлечишта во Саксонија	Државна канцеларија за животна средина, земјоделие и геологија	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/geologie/9605.htm (only information on the database)
Германија (Баварија)	GEORISK	Агенција за животна средина	www.bis.bayern.de
Германија (Баден-Вуртемберг)	Во подготовка	Регионална канцеларија за геологија, минерални суровини и рударство	
Германија (Рејнеланд)	Сеуште не е специфицирано	Регионална канцеларија за геологија, сурови минерали и рударство	
Италија (Северна Италија)	Банка на податоци за длабоки свлечишта и деформации на теренот (за Алпите)	Универзитет во Милано-Бикока	
Италија (Дирекција за басенот на реката Арно, Северни Апенини)	Катастар на свлечишта на басенот на реката Арно	Катедра за Природни науки, Универзитет во Фиренца и Дирекција за басенот на реката Арно	http://www.adbarno.it
Италија (регион Кампања, Сарно, Провинции на Авелино и Салерно)	Банка на податоци за провинциите Авелино и Салерно)	Дирекција за басенот на реката Сарно	http://www.autoritabacinosarno.it/default.asp ; http://www.autoritabacinosarno.it/asp/pianostralcio/piantina.asp
Италија (регион Кампања, Сарно, Наполи)	Банка на податоци за провинцијата Наполи	Дирекција за басенот на реката Сарно	http://www.autoritabacinosarno.it/default.asp ;
Италија (Басен на реките Лири-Грагиглиано и Волтурно)	Катастар на свлечишта	Национална дирекција за басенот на реките Лири-Грагиглиано и Волтурно	http://www2.autoritadibacino.it
Италија (Делови од Базиликата, Апулија и Калабрија)	Катастар на Дирекција за басенот на Базиликата	Национална дирекција за басенот на Базиликата	http://www.adb.basilicata.it/adb/risorseidriche.asp ; www.pcn.minambiente.it
Италија (Територија на Апулија)	1. Катастар на свлечишта на Апулија/ 2. Хидрогеоморфолошка карта на Апулија 3. Банка на податоци за свлечишта на Апулија	Национална дирекција за басенот на Апулија	www.adb.puglia.it ; www.sit.puglia.it
Португалија (северно од Лисабон)	Свлечишта северно од Лисабон	Центар за географски науки	
Романија (Прахова, Аргес, Дамбовита, Валчеа, Округ Бузау)	Катастар на свлечишта	Геолошки завод на Романија	
Србија (Белград, Крагуевац)	Катастар на свлечишта и нестабилни косини на територијата на Србија	Министерство за животна околина и просторно планирање	
Србија (Белград)	BEOSlide	Агенција за урбанизам, Белград	
Шпанија (Каталуња) и Андора	LLISCAT	Технички универзитет во Каталуња (UPC)	http://www.lliscat.upc.es
Шпанија (Сиера Невада, Гранада)	Банка на податоци за свлечиштата на јужните падини на Сиера Невада, Гранада	Универзитет во Гранада	

Некои од земјите поседуваат и национална и регионална банка на податоци. Така на пример Италија има осум различни банки на податоци, во Шпанија две.

Вкупно банките на податоци на територијата на Европа содржат околу 633 700 свлечишта ако се земат во предвид само националните банки на податоци, или 645 230 ако се вклучат и регионалните банки на податоци. Околу 2/3 од свлечиштата се лоцирани во Италија, а со преку 10 000 свлечишта располагаат банките на податоци за Австрија, Чешка, Франција, Норвешка, Полска, Словачка и Велика Британија.

Важно е да се напомене дека некои од државите во банките на податоци ги внесуваат само најважните свлечишта, па така Швајцарија има банка на податоци само за 317 најкатастрофални свлечишта, а Шведскиот информационален систем за природни хазарди содржи податоци за само 17 на катастрофални свлечишта.

Се смета дека 645 230-те свлечишта регистрирани во Европа (2010 год.) претставуваат само 1/2 од вкупниот број на свлечишта, а ваквата состојба се должи на тешкотијата на самиот процес на прибирање на податоците, можностите за изведба на наменско картирање на свлечиштата како и слабото архивирање на минатите настани.

3.5.1.1. Препознавање на свлечиштата

Свлечиштата можат да бидат препознаени и картирани со помош на бројни техники и алатки. Тука спаѓаат, геоморфолошко теренско картирање, интерпретација на стереоскопски авио снимки (интерпретација на воздушни снимки), површинско и подповршинско набљудување (мониторинг), и понови методи за далечинска детекција, како на пример интерпретација на повеќеспектрални снимки со висока резолуција, или анализа на ДЕМ со висок квалитет. Исто така за подготовка на катастарски карти и бази на податоци се користи и историска анализа на архивите, записи, весници, итн.

Традиционално, визуелната интерпретација на стереоскопски аеро фотографии е најприменуваниот метод за идентификација на свлечиштата. Препознавањето на свлечишта од стереоскопски аеро фотографии е комплексна техника базирана на емпиризам, која захтева искуство, тренинг, систематизирани и добро дефинирани критериуми за интерпретација.

3.5.1.2. Катастарска карта на свлечишта

Катастарска карта претставува наједноставна форма на карта на свлечишта. Катастарските карти на свлечишта можат да бидат подготвени со примена на различни техники, во зависност од нивната намена, големината на просторот кој се анализира, размерот на картите и аерофотографиите, и достапните ресурси за изведба на активностите. Катастарските карти на свлечишта можат да бидат класифицирани врз основа на размерот или типот на картирање. Синоптички, малоразмерни катастри (<1:200 000) се составуваат воглавно од податоци собрани од литературата и преку прашалници кои се доставуваат до јавни организации и приватни компании, со барање низ записи, списанија и весници, технички и научни извештаи, или интервјуирање на локално население и експерти за свлечишта. Овој тип на карти исто така може да се формира и со анализа на аерофотографии. Катастарските карти со среден размер (1:25 000 до 1:200 000) се подготвуваат преку систематска интерпретација на аеро фотографии во размер за печатење кој е во опсег од 1:60 000 до 1:10 000 и преку интегрирање на локални теренски проверки со историските информации. Катастарските карти со крупен размер (>1:25 000) се подготвуваат вообичаено за ограничени подрачја, преку интерпретација на аерофотографии со размери вообичаено покрупни од 1:20 000 и екстензивни теренски истражувања, што подразбира и примена на бројни техники и алатки кои се однесуваат на геоморфологијата, инжнерската геологија и геотехничкото инженерство.

3.5.1.3. Катастарски карти на свлечишта формирани од архивски податоци

Овој тип на карти е форма на банка на податоци која опфаќа области за кои се знае дека имало појави на свлечишта во минатото. Ваквите податоци најчесто можат да се најдат кај државни и приватни компании во градежниот сектор, технички и научни трудови, стари записи, списанија и весници, архиви на локална самоуправа и државни архиви, поединци итн. Архивските карти можат да бидат подготвени за одредена општина, речен слив, географски регион или цела земја. Истите можат да ги бележат сите свлечишта за кои се знае дека се случиле, или пак само оние кои предизвикале штета, и може да покриваат периоди од неколку години до неколку векови.

3.5.1.4. Катастарски карти на свлечишта формирани преку геоморфолошка анализа

Геоморфолошка катастарска карта на свлечишта сумарно ги прикажува настаните на свлекување за период од десетина, стотина или повеќе илјади години. Катастарските карти од овој тип вообичаено се подготвуваат со систематска интерпретација на два сета на аерофотографии, во размер за печатење од 1:10 000 до 1:70 000, и со теренски проверки. На овој начин се анализираат области со големина од неколку илјади квадратни километри, за размери на картирање во опсег од 1:10 000 до 1: 100 000 во зависност од големината на областа која се анализира, достапноста, размерот и бројот на аерофотографиите, комплексноста на областа од повеќе аспекти, како и времето и достапните ресурси за изведба на картирањето. Вообичаено на една карта се нанесуваат сите различни типови на свлечишта. Доколку е потребно, за секој механизам на свлекување може да се подготви посебна карта.

3.5.1.5. Катастарски карти на свлечишта формирани после одреден природен феномен

На катастарска карта од овој тип се прикажуваат сите свлечишта кои се појавиле после одреден природен феномен, како што е земјотрес, пороен дожд, пролонгиран врнежлив период или брзо топење на снег. Вообичаено картите од овој тип се формираат преку интерпретација на аерофотографии од крупен или среден размер, снимени веднаш после настанот кој се смета како повод за свлекувањата. Често ваквото картирање е надополнето со теренски картирања кои можат да бидат и многу детални. Одреден недостаток на овие карти е тоа што често истите се подготвуваат само за дел од областа која е поврзана со настанот кој се смета за повод на свлекувањата.

3.5.1.6. Катастарски карти од повеќе временски периоди

Катастарска карта на свлечишта од повеќе временски периоди претставува најнапредна форма на катастарска карта на свлечишта. На ваквите карти се прикажува локацијата и типовите на свлекувања во една област, и истите ја отсликуваат нивната рецентна еволуција во времето и просторот. Подготовката на овие карти бара напорна работа и многу време за обработка и собирање на податоците од различен карактер: информации добиени преку систематска интерпретација на аерофотографии достапни за областа која е предмет на анализа, без разлика на нивната старост, размер и вид; податоци собрани од теренски испитувања, извршени вообичаено после настани кои предизвикуваат свлекување; информации за појавата на историски настани кои вклучуваат свлекување, барање низ архиви или библиографски извори; информации за движење на земјиштето добиени преку теренски инструментални мерења, топографски мерења и технологии на далечинска детекција (на пр. Synthetic Aperture Radar-SAR, Light detection and ranging -LIDAR и др). Поради овие причини, ваквите карти се многу ретки, и вообичаено покриваат подрачја со ограничена големина, од неколку десетина до неколку стотина километри квадратни.

3.5.1.7. Фактори кои влијаат на квалитетот на катастарските карти

Најголемо ограничување на катастарските карти на свлечишта е поврзано со нивната вродена субјективност и тешкотијата за процена на веродостојноста и целосноста. За картите формирани врз основа на архивски податоци, веродостојноста зависи најмногу од квалитетот и количината на извори на информации. За катастарските карти формирани со интерпретација на аерофотографии, искуството покажало дека со комбинација на стандардни техники за интерпретација на фотографиите и систематски проверки на терен, може да се добијат многу квалитетни карти. Како и да е, и кај овие карти има голем број на фактори од кои зависи веродостојноста: староста на свлечиштата, присуството на морфологија на теренот карактеристична за свлечишта, тип квалитет и размер на аерофотографиите, морфолошката и голошката комплексност на теренот, начинот на користење на земјиштето и негова промена, квалитетот на стереоскопите за анализа на аерофотографиите, искуството на тимот кој го спорведува картирањето итн.

3.5.2. Методи за зонирање на подложноста од свлекување

Постојат повеќе методи за зонирање т.е. проценка на подложноста на свлекување. Помеѓу нив постојат одредени концепциски разлики од кои најважни се: генералните претпоставки, типот на одбраните единици за картирање, предметот на картирањето, техниките и алатките за анализа и проценка на подложноста, како и методите за соодветна верификација на веродостојноста на проценетата подложност.

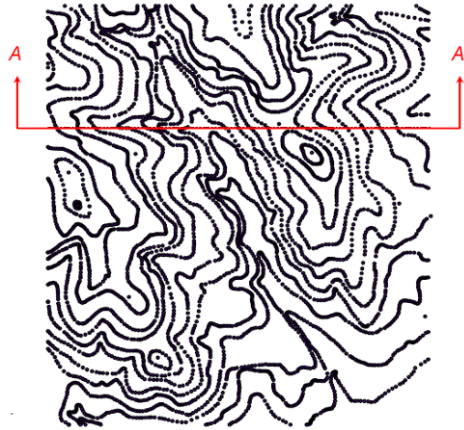
3.5.2.1. Единици за картирање

Проценката на веројатноста за појава на свлечиште во една област врз база на локалните теренски услови захтева прелиминарна селекција на соодветна теренска единица за картирање (ТЕК). Терминот се однесува на дел од земјината површина кој содржи група на услови кои се разликуваат од соседните единици и тоа во рамките на дефинирани граници. За даден размер на анализа, единицата за картирање претставува домен кој ја максимизира (нагласува) внатрешната хомогеност на секоја од единиците а помеѓу единиците-хетерогеноста. Врз основа на концептот на јасно дефинирани ТЕК, се предлагаат различни методи за поделба, картирање и зонирање на теренот според подложноста на свлечишта. Овие методи може да се поделат на неколку различни групи:

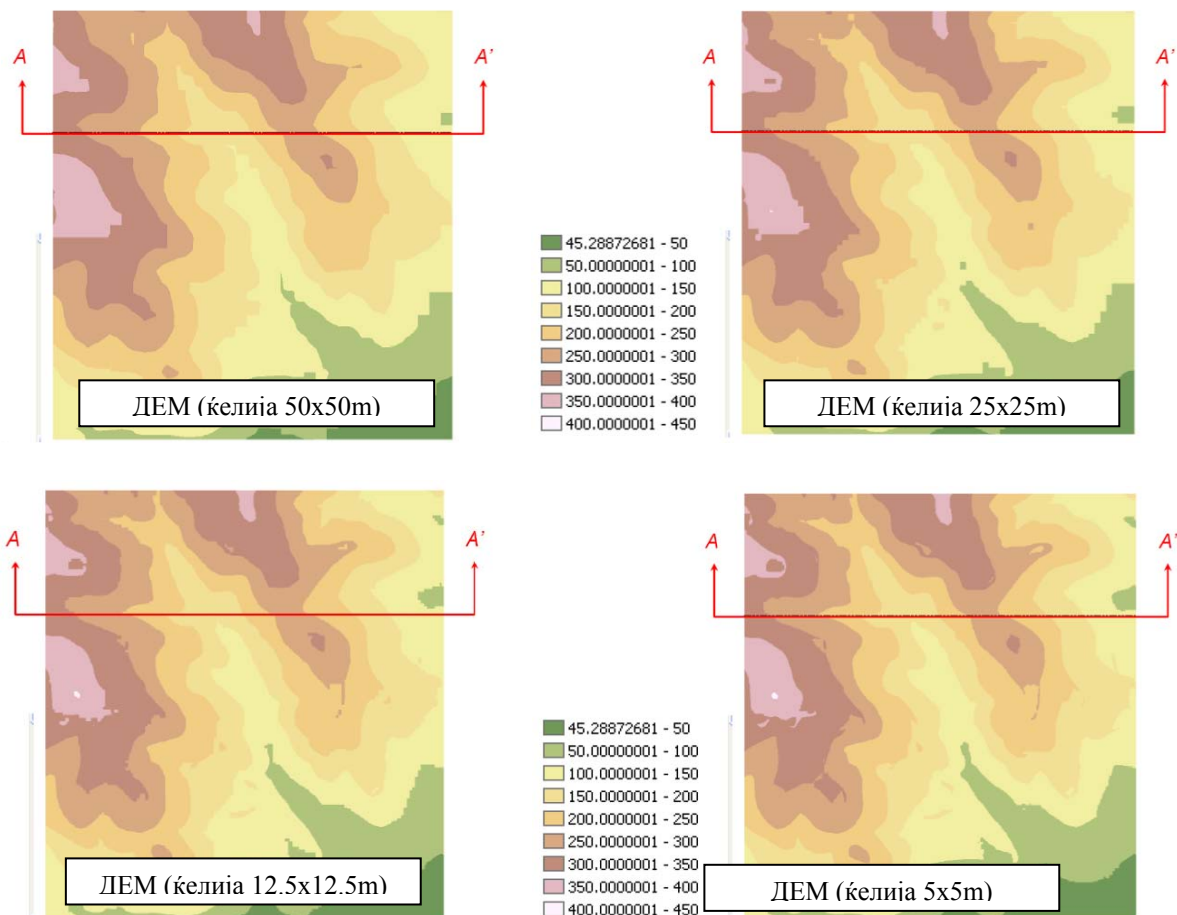
- Мрежа од келии (Grid cells)
- Теренски единици за картирање (ТЕК)
- Единици со единствени услови (ЕЕУ)
- Единици на падините (Slope units)
- Топографски единици
- Административни единици.

Мрежата од келии ја дели територијата во регуларни „келии“ со претходно дефинирана големина, кои понатаму се сметаат за референтна единица за картирање. Мрежите од келии се најадекватни кога се применуваат модели базирани на ГИС. Од оваа причина вообичаено келиите по форма се квадрати, но можно е да се користат мрежи и со правоаголни, триаголни или хексагонални келии. На секоја келија и се доделува вредност за секој фактор кој се зема во предвид при анализата (на пр. морфолошки, геолошки, хидрогеолошки, климатски, итн.). Како алтернатива, се подготвува пакет од растер листови (тематски листови), од кои секој репрезентира поединечен фактор на нестабилноста. Главниот концепциски недостаток на мрежите од келии се однесува на репрезентацијата на континуираните геолошки и геоморфолошки форми во дискретна форма, и на репрезентацијата на линеарните или

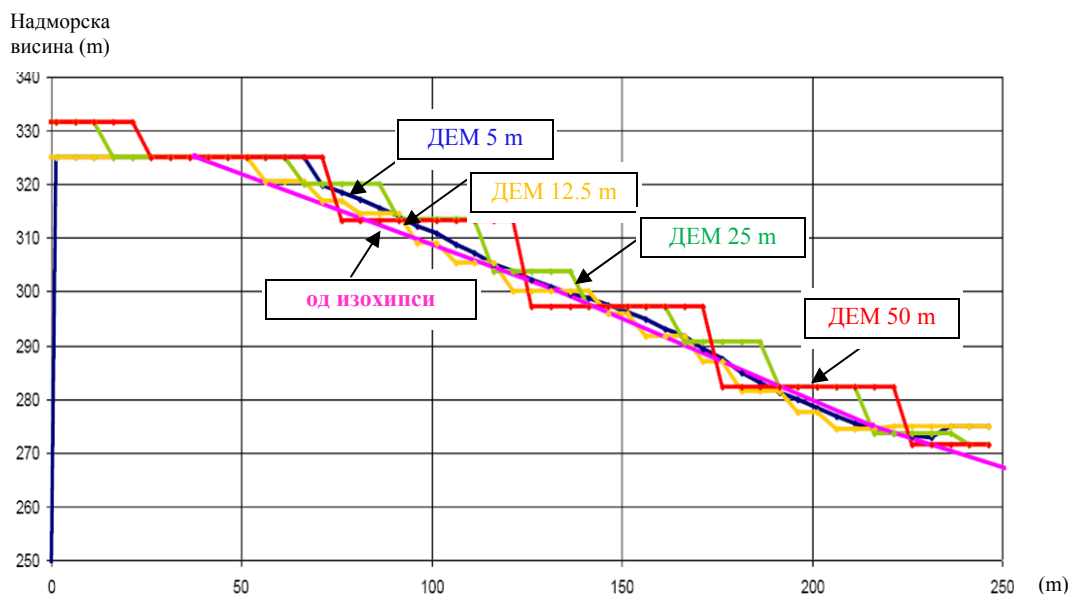
површинските елементи (како што се геолошките граници, наслагите од свлелкувањата, литолошките единици) со користење на ќелии со претходно дефинирана форма и големина. Со развојот на компјутерската технологија е надминат овој проблем и тоа со примена на ќелии со помали димензии, што овозможува прикажување и на најситните детали на теренот. Особено треба да се внимва големината на ќелиите да биде во согласност со размерот на картирањето и типот на свлечишта кој се анализира, бидејќи неправилната селекција може да резултира со многу поразлична интерпретација на параметрите во однос на реалните (слики 6, 7 и 8).



Слика 6. Хипотетичка површина 1500x1500m (Контурни линии на секои 25m)



Слика 7. Генерирани ДЕМ од картата на слика 6, со различна големина на единична ќелија, ДЕМ-дигитален елевационен модел (според Calvello M., C. Leonardo, S. Mastroianni, 2013)



Слика 8. Генериран профил А-А' од ДЕМ на сликата 7, генерирани од различна големина на единична ќелија. (Според Calvello M., C. Leonardo, S. Mastroianni, 2013)

Теренските единици се базираат на фактот дека во природната средина релациите помеѓу метаријалите, формите и процесите резултираат во граници кои ги рефлектираат геоморфолошките и геолошките разлики. Теренските единици се базираат на системи за класификација на земјиштето кои имаат примена во многу други истражувања од различни природни науки. Главното ограничување при примената на теренските единици е во нивната субјективност. Многу е тешко да се воспостават јасно дефинирани правила за повлекување на границите помеѓу различните теренски единици, и уште потешко да се применат конзистентно.

Единици со единствени услови (ЕЕУ) за првпат се воведени за истражување на минерални сировини (Bonham-Carter G.F. et al., (1989); Bonham-Carter G.F., (1994); Carrara A. et al., (1995); Chung C.F. et al., (1995); Westen Van C.J. et al., (1997); Chung C.F. и Fabbri A.G., (1999). Ваквиот тип на единици овозможува класификација на секој фактор кој ја контролира или условува нестабилноста на падините во неколку јасно дефинирани класи кои се прикажуваат на единствена карта, или лист. Со секвенционално преклопување на сите листови, се формираат хомогени домени (единствени услови), чиј број, големина и природа зависат од критериумите кои се применети при класификацијата на влезните фактори. ЕЕУ се особено погодни за векторски презентации на географските информации. Поради нивната лесна имплементација широко се прифатени и во растерските ГИС базирани системи. Концепциските проблеми кај ЕЕУ го вклучуваат фактот дека, за практични цели, листовите кои покажуваат континуирана тематска информација (на пр. надморска висина, наклон на терен, ориентација, дебелина на почва) мора да бидат класифицирани со примена на мал број на класи. Селекцијата на класите е често базирана на локалното познавање на физичките процеси кои ги контролираат свлечиштата.

Единици на падините (Slope units) ја делат територијата во хидролошки региони ограничени со дренажни линии и вододелници. Тие можат да се одредат мануално од прецизни топографски карти. Постојат и специјализирани софтвери за автоматско препознавање на ваквите единици од ДЕМ со висок квалитет. Компјутеризираниот метод е побрз и поефикасен, а и гарантира една објективна репродуктивна поделба на теренот. Хидролошките и морфометриските параметри може да се пресметат за секоја единица на падината, и истите да се искористат во анализата на подложноста од

свлекување. Значајно е да се напомене дека хидролошките и морфолошките единици на падините не рефлектираат вредности во една точка, туку се однесуваат на целиот поделок од теренот, што овозможува по веродостојни и геоморфолошки значајни резултати. Ограничувањата во примената на единиците на падините се: тешкотиите во нивната подготовка, примена на специјализиран софтвер, тешкотии при поврзување со познатата дистрибуција на свлечиштата, нерепрезентативноста за мали плитки свлечишта, и фактот дека хидролошките граници (вододелници и дренажен систем) можеби не кореспондираат со геоморфолошките единици кои ја одредуваат подложноста на свлечишта.

Топографските единици претставуваат векторски базирана поделба добиена со делење на сливно подрачје, или единечна падина во мрежа на елементи со неправилна форма и големина. Горните и долните граници на овие елементи се дефинирани со соседните контурни линии, а хоризонталните граници се дефинирани со линии на течење ортогонално во однос на контурните линии. Затоа, топографските единици се одредена подкласа на ваквите елементи. За секој елемент се пресметуваат локални морфометриски и хидролошки варијабли, вклучувајќи кумулативна дренажна област на сите елементи од погорните делови. Поради нивното површинско и подповршинско хидролошко значење, топографските единици се погодни за моделирање на однесувањето на плитките свлечишта, инфилтрациони модели и комплексни свлечишта. Топографските единици се помалку погодни за примена на големи, длабоки свлечишта.

Кога се истражуваат поголеми области, како еден цел регион или држава, може да се применат политички, административни или демографски единици. Вообичаено, овие географски единици не ги рефлектираат морфолошките, хидролошките или литолошките граници. Како и да е, јасно поврзување помеѓу географската единица за картирање и политичка или административни канцеларии и/или одговорности ја прави ваквата подлеба прифатлива за политичарите или донесувачите на одлуки, особено на регионално или национално ниво. Административните единици се погодни за анализа и синтеза на информациите кои се чуваат во базите на податоци.

Селекцијата на соодветни единици за картирање зависи од поголем број на фактори и тоа:

- Типот на свлечишта кој се анализира
- Достапни ресурси
- Квалитет, резолуција, размер и типот на тематски информации кои се потребни
- Достапноста на алатки за адекватен менаџмент и анализа на податоците.

Секоја техника за поделба на територијата има предности и недостатоци кои може да бидат нагласени или намалени доколку се одбере соодветен метод за проценка на подложноста од свлекување.

3.5.2.2. Методи за проценка на подложноста

Методите за проценка на подложноста генерално се делат на квалитативни и квантитативни, а проценката се врши директно или индиректно. Квалитативните методи се субјективни, ја доделуваат подложноста искуствено, и ги осликуваат нивоата на подложност со примена на дескриптивни (квалитативни) термини. Квантитативните методи овозможуваат нумерички проценки, на пр. веројатност на појава на свлечиште во секоја од зоните на подложност. Директен метод се состои од (директно) геоморфолошко картирање на терен, од аерофотографии или од сателитски снимки. Најчесто е поврзано со продукција на катастарска карта на свлечишта.

Индириктните методи за проценка на подложноста од свлекување во суштина се одвиваат во чекори, и тие бараат:

- Препознавање и картирање на свлечиштата за регионот од интерес или дел од него (тренинг област), што се добива со подготовка на катастарска карта на свлечишта
- Идентификација и картирање на физички фактори кои директно или индириктно се поврзани со нестабилноста на падините
- Проценка на релативната контрибуција на факторите на нестабилност во генерирањето на свлечишта
- Класификација на површината на теренот во домени со различно ниво на подложност
- Процена на веродостојноста на моделот

Највообичаените пристапи кои се предлагаат во литературата може да бидат дефинирани во пет главни категории:

- Директно геоморфолошко картирање
- Анализа на катастрите на свлечишта
- Искусствени или модели базирани на индексни вредности
- Статистички методи, вклучувајќи невронски мрежи и експертски системи,
- Концептуални модели базирани на процеси.

Пристапите се претопуваат еден во друг, а авторите не секогаш се јасни во описот на методот кој го користат за одредување на подложноста на свлекување, вклучувајќи ги тука и сличностите или разликите со другите објавени методи.

Во табелите 17 и 18 се даваат карактеристиките и пристапите на методите за зонирање на подложноста на свлекување.

Табела 17. Карактеристики на методите за зонирање на подложноста

	Директни	Индириктни	Квалитативни	Квантитативни
Геоморфолошко картирање	+		+	
Анализа на катастарски карти		+		+
Искусствени (индексни вредности)		+	+	
Статистички методи		+		+
Концептуални модели		+		+

Табела 18. Пристапи за зонирање на подложноста на свлекување

Геоморфолошко картирање	Препознавање на присутните и потенцијалните свлечишта, вклучувајќи ја и нивната еволуција и можни последици. Овој метод е субјективен, тешко е да се формализира и недокрај адекватен за квантитативна проценка на хазардот од свлекување.
Анализа на катастарски карти на свлечишта	Анализата на катастрите на свлечиштата може да послужи за предвидување на идните шеми за развој на нестабилноста директно од дистрибуцијата на материјалот од стари свлечишта. Ова се постигнува со подготовка на карти со густина на свлечишта, т.е. карти кои го покажуваат процентот од областа покриен со материјал од стари свлечишта или бројот на свлечишта во даден регион. Поради несигурностите со катастарските карти и комплексноста на феномените на свлекување, проценките за веројатноста за појавување на свлечиштата се базираат единствено на густината на свлечиштата, неземајќи ги во предвид факторите кои допринесуваат за развој на нестабилностите.

Продолжение табела 18.	
Искусствено зонирање	Пристапот на индексирање е базиран на претпоставката дека сите причини и фактори за развој на нестабилноста на дадена област се познати. Тоа е индиректен, најчесто квалитативен метод чија веродостојност зависи од тоа колку добро истражувачот ги разбира геоморфолошките процеси кои делуваат на теренот. Факторите за развој на нестабилност на теренот се класифицирани, рангирани и со доделени тежински коефициенти, според нивната очекувана важност. Правилото кое се користи да се рангираат, измерат и комбинираат факторите за нестабилност треба да се базира на детално познавање на физичките процеси кои ги контролираат свлечиштата. Ова често е многу тешко да се спроведе, па дефинирањето на тежинските фактори најчесто се базира на искуството на истражувачот, што воведува субјективност во процесот на процена на подложноста. Резултатите од моделите базирани на индексирање се прикажуваат со примена на квалитативни нивоа на подложноста на свлекување.
Статистички методи	Статистичките модели за одредување на просторната распределба на нестабилности се создадени за опис на функционалната врска помеѓу факторите на нестабилност и минатата и сегашната дистрибуција на свлечиштата. Овој пристап е индиректен и обезбедува квантитативни резултати погодни за квантитативна процена на hazardот од свлекување. Наједноставните статистички методи се базирани на детерминација на релативната раширеност (пропорција, процент, фреквенција) на свлечиштата во класи, во однос на тематските листови кои ја покажуваат географската дистрибуција на факторите за развој на нестабилност. Постојат поголем број на статистички методи како што се: -класични статистички техники (Fisherian), - модерни статистички методи (Bayesian), - fuzzy logic системи, - невронски мрежи, - експертски системи. Многу истражувачи го примениле класичниот фреквентистички пристап за предвидување на просторната веројатност за појава на свлечиштата и тоа преку бројни класификациски статистички техники: биваријатна анализа, мултирегресиона анализа, дискриминантна анализа и логистична регресија.
Концептуални модели	Концептуалните (детерминистички или физички) базирани модели за проценка на подложноста од свлекување се потпираат на познавањето на физичките закони кои ја контролираат стабилноста на теренот. Генерално, поради недостатокот од информации или слабото разбирање на физичките процеси кои ја контролираат појавата и развојот на свлечишта на голем простор, се разгледуваат само поедноставени „концептуални“ модели. Овие модели се индиректни и даваат квантитативни резултати, кои може да бидат погодни или непогодни за квантитативна проценка на hazardот од свлекување во зависност од излезните резултати. Концептуалните модели најчесто се развиваат за проучување на конкретен тип на свлечишта за дадена област.

Од горната табела може да се заклучи дека сите методи за процена на подложноста од свлекување имаат свои специфики и постапки за нивно спроведување, со одредени ограничувања и предности во однос на едни со други. Повеќе детали за овие методи и нивните варијации и модификации може да се најдат во бројни публикации од литературата, а поради карактерот на трудот овде ќе бидат изоставени. Кој од методите за зонирање на подложноста ќе се примени зависи од голем број на фактори и тоа: големината на подрачјето кое е предмет на анализа, достапноста на историски податоци за свлечишта, достапноста на податоци за разните параметри кои ја контролираат и условуваат појавата на свлечишта, расположливите ресурси, човечки потенцијал, искуството на тимот кој ја спроведува проценката, итн.

3.5.2.3. Методи за зонирање на подложноста и единици за картирање

Методи за зонирање на подложноста и единиците за картирање се концепциски и оперативно поврзани. Во табелата 19 се дадени главните корелации. При директното картирање на подложноста, референтната геоморфолошка единица е имплицитно дефинирана од страна на интерпретаторот кој ги картира деловите од територијата кои

се подложени на различни геоморфолошки хазарди. Во сите други случаеви (моделирање на мрежи од келии, ЕЕУ, единици на падината, топографски единици), единицата за картирање е експлицитно дефинирана од страна на операторот пред започнување на истражувањето.

Табела 19. Поврзаност помеѓу единиците за картирање и методите за проценка на подложноста од свлекување

	Директно картирање	Анализа на катастри	Искуствено зонирање	Статистички методи	Концептуални модели
Мрежа од келии		+		+	+
Теренски единици за картирање	+				
Единици со единствени услови			+	+	
Единици на падините		+		+	
Топографски единици					+
Административни единици		+		+	

3.5.2.4. Верификација на проценката на подложноста од свлекување

Проценката на подложноста од свлекување треба да биде валидирана-верифицирана на соодветен начин. Генерално, проценката на веродостојноста од зонирањето на подложноста може да биде тестирана врз основа на споредба со информациите кои се користени при проценката на подложноста и врз основа на податоците кои ќе се собираат во иднина. Моделот на подложноста исто така може да се тестира надвор од областа за која е подготвен. Ова вклучува тестирање на екстраполацијата на моделот на околните области. Кај моделите базирани на индексирање, точноста може да се одреди со броење и споредба на процентот на област под свлечишта во секоја класа на подложност. Повисока класа на подложност се очекува дека ќе содржи поголем процент на свлечишта (нестабилни територии) отколку класа со пониска подложност на свлекување. За статистичките модели, мерката на точноста-прецизноста се одредува со подготовка на табели-матрици кои го покажуваат бројот на коректно класифицирани класи и нивна споредба на случаите каде класификацијата е направена погрешно според моделот. Бидејќи се можни два типа на грешки, на пр. единици за картирање без свлечишта класифицирани како нестабилни (тип на грешка 1) и единици за картирање кои имаат свлечишта а се класифицирани како стабилни (тип на грешка 2), моделите можат да бидат калибрирани да се намали еден тип на грешка (вообичаено грешка од типот 2). Исто така може да се примени и график кој го покажува успехот на моделот.

Тестирање на моделот наспорти иднината е многу потешка задача, и теоретски претставуваа чекање да се случи иднината. Постојат повеќе стратегии за спроведување на ваква проверка, а сите тие вклучуваат користење на некој вид на временски информации за појавата на свлечишта. Ако е достапна катастарска карта на свлечишта од единечен настан, картата може лесно да се спореди со ГИС базираниот модел на подложноста подготвен според било која методологија. Табели-матрици и криви за степен на предвидување може да се подготват за да се проверат перформансите на моделот. Кривите за степен на предвидување се слични со кривите за степен на успех, со разлика дека првите се подготвуваат со користење на нови свлечишта, т.е. свлечишта кои се јавиле после подготовката на моделот. Статистичките модели се пофлексибилни. Онаму каде се достапни свлечишта за најмалку два периоди, може да

се воспостават нивоа на подложноста користејќи само свлечишта кои се случиле пред одреден датум, т.е. минатите свлечишта, и тогаш да се тестираат резултатите наспроти дистрибуцијата на свлечиштата кои се појавиле после тој датум, т.е. идните свлечишта.

Тестирањето на екстраполацијата на модел на подложноста е исто така тешка задача. Во принцип, добар модел на подложноста развиен за репрезентативна област (тренинг област) може да овозможи предвидување на подложноста на свлекување на други области, ако се знае дека природните услови кои довеле до развој на нестабилност не се измениле значително. Во пракса, корисноста на овој пристап е ограничена за најголем дел ако не и за сите методи за процена на подложноста од свлекување. Единствената предност е дека искуството стекнато на една област може да му помогне на истражувачот да состави поквалитетна проценка на подложноста на нова област. Сите индиректни методи се базирани на колекција и употреба на бројни фактори од околината поврзани со развојот на нестабилност, вклучувајќи ја и дистрибуцијата на минати и актуелни свлечишта (т.е. катастарот на свлечишта). Кога се достапни овие информации, посоодветно е да се искористат и да се подготви погенерален модел, отколку да се направи обид за подготовка на модел конструиран со географско поврзување на тематски информации.

3.5.3. Методи за зонирање на хазардот од свлекување

Хазардот од свлекување се однесува на потенцијалот за појава на свлечиште на природна падина и предизвикување на штета во рамките на одредена област и во познат временски период.

Свлекувањето е физички процес, а за да се смета за хазард процесот мора да претставува закана по луѓето и работите кои луѓето ги сметаат за вредност. Потенцијалот за несакани последици мора да биде предвидлив во иднина и да ги поврзе постоечките шеми на човечката застапеност и активности, или за планираниот развој и активности. Во вториот случај, поимот хазард е прифатлив, но поимот дека сите свлечишта се потенцијални хазарди бидејќи тие можат, во некој момент од иднината, да влијаат негативно на човечките активности може да доведе до забуна.

Овие факти се многу важни за распознавањето помеѓу термините картирање на подложност од свлекување и картирање на хазард и ризик од свлекување, особено поради фактот што постои тенденција овие термини да се коирстат како синоними во литературата. Подложноста од свлекување е потенцијал за случување на свлечиште, додека хазард од свлекување е потенцијал свлечиштето да предизвика несакани последици од човечка перспектива. Поради ова, висока подложност не мора да значи и висок хазард. Всушност далечните области (недостапни и ненаселени) подложни на свлекување не претставуваат никаква опасност за луѓето. За да се премине од подложност на хазард потребно е да се разбере не само магнитудата, карактерот и фреквенцијата на свлекувањето, туки и веројатноста и потенцијалот за предизвикување на штета. Како и да е, ова не секогаш е постигнато со многу истражувања кои се претставени како проценка на хазард од свлекување, а во реалност претставуваат проценка на подложност од свлекување.

Дури и ако луѓето и работите што луѓето ги сметаат за вредни се јавуваат во иста област каде се јавуваат и свлечиштата, свлечиштата мора да се способни да предизвикаат штета и загуби од човечка перспектива за да се сметаат за хазард. Оттука, јасно е дека големината на хазардот е еден од најбитните елементи при анализата на свлечиштата, но за еднакво важна се смета и повредливоста.

Повредливоста се смета како потенцијал за претрпување на штета, загуба од човечка перспектива. Резултатите од повредливоста може да се прикажат со една едноставна равенка:

$$\text{Хазард} \times \text{Повредливост} = \text{Несакани последици}$$

т.е. $H \times E \times V = C$

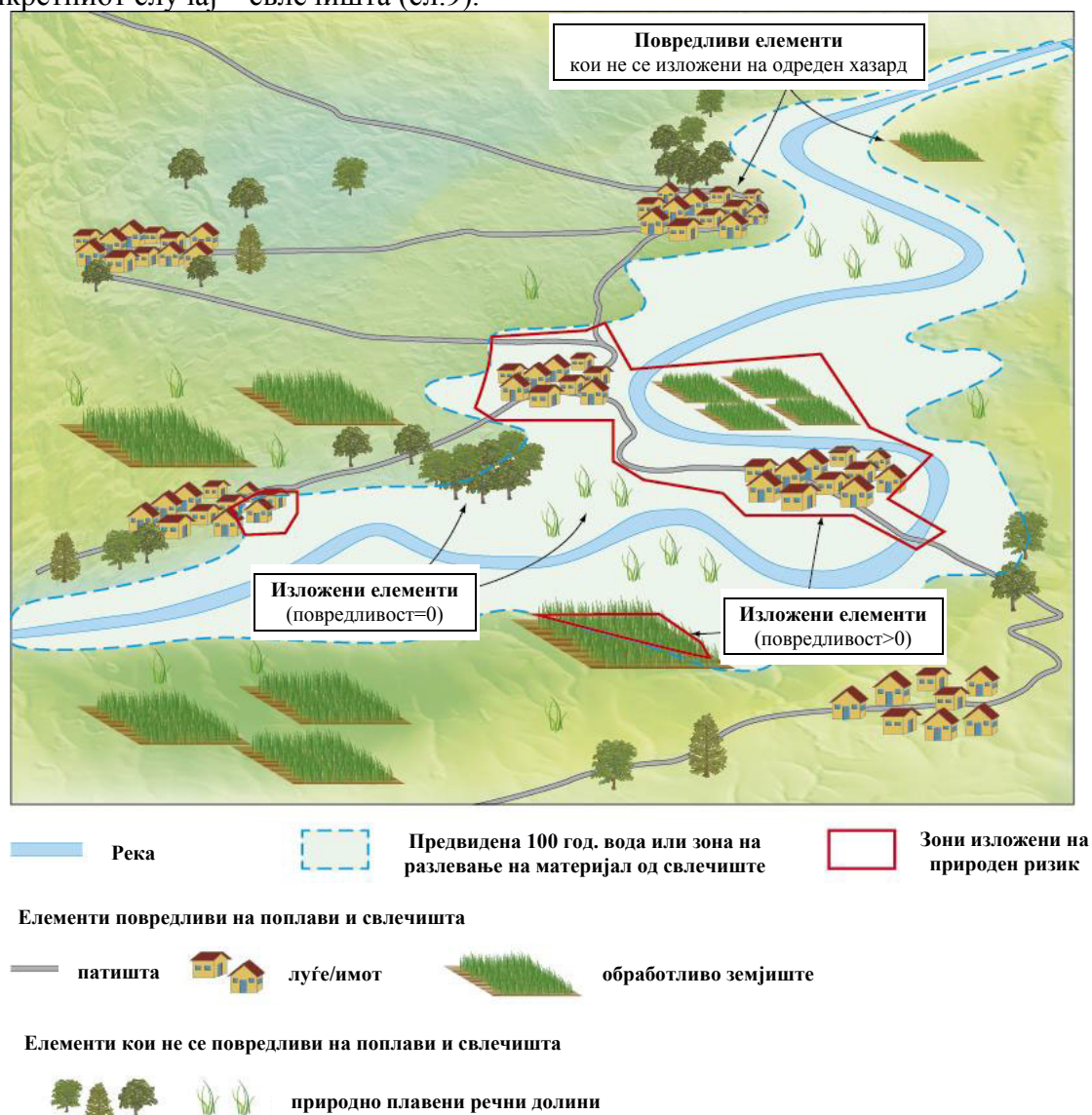
каде: H=одреден хазард (од свлекување)

E=вкупната вредност на сите загрозени нешта кои ги цени човекот, познати како *елементи на ризик*.

V=повредливост или пропорција на E намалена поради претрпениот хазард.

C=несакани последици од претрпениот хазард.

Врз основа на напред изнесеното и детална анализа на литературата која се однесува на концептите поврзани со ризикот, хазардот, повредливоста кај свлечиштата и другите природни хазарди, треба јасно да се дефинираат сите овие поими. Зони изложени на ризик се зони каде природниот хазард се преклопува со елементите кои се изложени на истиот а се повредливи во однос на соодветниот тип на хазард, во конкретниот случај – свлечишта (сл.9).



Слика 9. Односи помеѓу главните концепти (набљудувани настани, зони на хазард, изложени елементи и нивна повредливост), и зони на ризик во моделот на Природни зони изложени на ризик илустрирани за хазард од поплави и одредени типови на свлечишта. Модифицирано од INSPIRE, Thematic working group Natural Risk Zones, (2012)

Како и да е, ако влијанието на хазардот од свлекување се разгледува во генерички смисол, тогаш е јасно дека елементите на ризик и повредливоста се променливи во однос на просторот и времето.

За било која област на разгледување хазардот од свлекување се дефинира и како:

$$H = P(A) \times P(N) \times S$$

каде: H-одреден хазард (од свлекување)

P(A)=условна веројатност за појава на свлечиште со одредена големина (површина),

P(N)=условна веројатност за појава на свлечиште за даден временски период

S=условна просторна веројатност за појава на свлечиште.

Сите овие параметри се во целост зависни од природните геоморфолошки, геолошки, геотехнички, климатски и други услови на регионот кој е предмет на анализа.

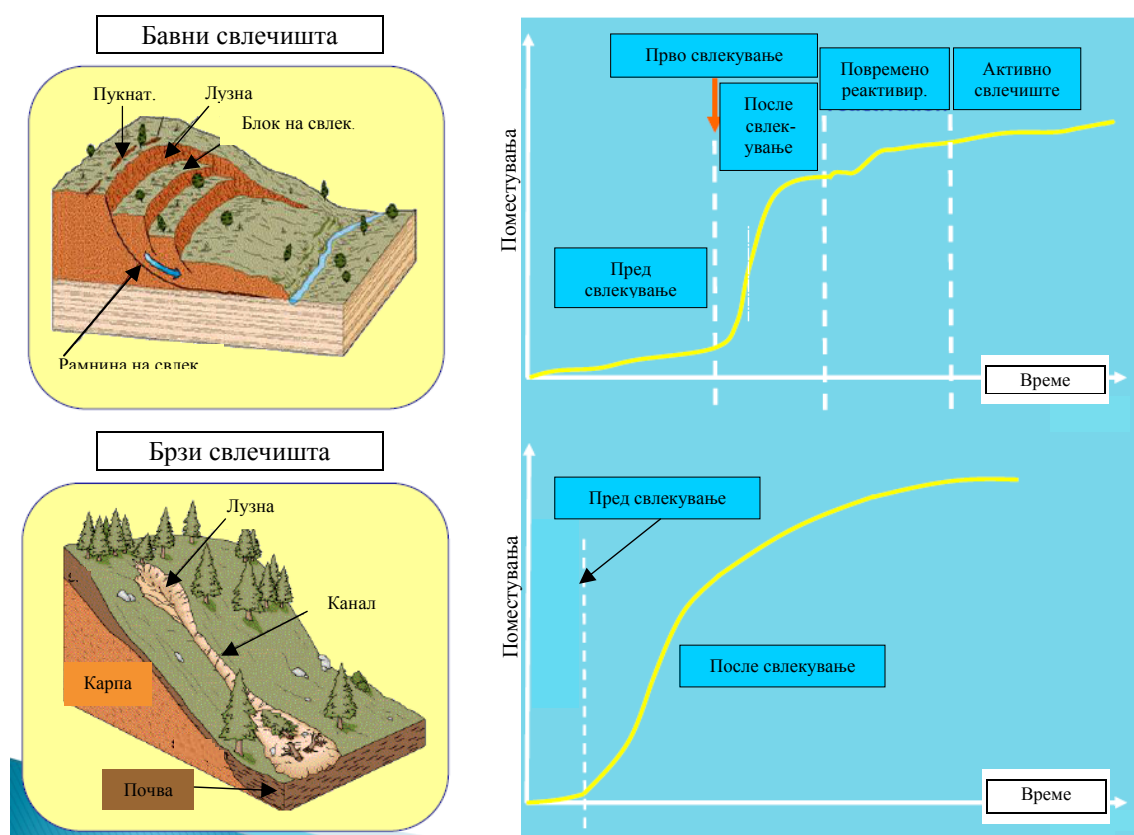
За соодветно дефинирање на хазардот од свлекување, потребно е да се квантифицираат големината (димензиите) на очекуваното свлекување, и тоа на детерминистички или пробабилистички начин. Резултатите од проценката на хазардот се прикажуваат на соодветни карти. Карта на хазард од свлекување го дели просторот кој се анализира врз основа на различните нивоа на хазард од свлекување (зонирање на хазард од свлекување). Подготовката на карта на хазард од свлекување е проблематична, бидејќи различни услови на хазард (или веројатности) треба да бидат прикажани на иста карта. Потребно е да се поготват поголем број на карти за да се прикаже хазардот од свлекување, и сето тоа да се прикаже во ГИС средина.

Оценувањето на подложноста на свлекување ја формира основата за проценка на хазардот од свлекување. Еднаш штом се одреди магнитудата, фреквенцијата и дистрибуцијата на идните свлечишта можно е да се процени заканата по постојната и планирана активност на човекот во поглед на потенцијал за штета и деструкција на згради, инфраструктура, комуникациски мрежи итн., како и можноста за загуба на човечки животи или повреди на луѓето, животните итн.

Моделите за предвидување на свлечиштата вообичаено се наменети за идентификација на локациите-подрачјата во кои свлечиштата можат да се појават во даден регион на разгледување (подложност), и тоа на база на повеќе релевантни карактеристики на природната средина. Таквите модели не го вклучуваат директно времето и магнитудата т.е. големината, брзината, кинетичката енергија, деструктивноста на свлечената маса. Оттука овие модели неможат целосно да се дефинираат како модели на хазард. Предиктивните модели за начинот на поместување на свлечиштата се генерално ограничени на единечни падини или индивидуални мали водени сливови, каде со детални геотехнички теренски истражувања се прави обид да се процени до кој степен и кога материјалот кој формира одредена падина ќе се свлече. Широкиот спектар на феномени поврзани со свлечиштата, комплексноста и варијабилноста на нивната интеракција со околината, оневозможува дефинирање на хазардот со една реченица. Секој тип (механизам) на свлечиште има посебни карактеристики. Ова условува поединечна (засебна) проценка на хазардот од свлекување за секој конкретен механизам на свлекување.

Интервалот на појавување на свлечиштата се проценува со проучување на историските записи или катастарски карти на свлечишта од повеќе периоди. Собирањето на историски податоци е многу тешко да се спроведе, особено кога станува збор за единечно свлечиште со повеќе реактивации или за поголеми области

подложни на свлекување. За свлечишта кои се активирале за првпат интервалот на појавување не е возможно да се дефинира. Првото свлекување се случува при вршни вредности на јакоста, додека реактациите се појавуваат помеѓу вршната јакост и резидуалните состојби. Затоа, првите активации даваат многу малку информации за однесувањето на идните реактаци на свлекувањето. Исто така, секогаш кога ќе има одредено поместување, топографските, геолошките и хидрогеолошките услови на падината се менуваат, многу често и драматично што условува и различни услови на нестабилност. Помеѓу различните механизми на свлекување постојат и разлики во брзината на процесот на свлекување (сл.10). Овие промени во материјалите кои ги градат падините, како и разликите во однесувањето на природните материјали овозможуваат да се идентифицираат свлечиштата и да се разберат нивните механизми и причини за појавување, но ја ограничуваат можноста за предвидување на нови свлечишта за реактивирање.



Слика 10. Разлика во развојот на поместувањата кај брзи и бавни свлечишта (Според Cascini L. 2013)

Како и да е, сите квантитативни модели за проценка на hazardот го предвидуваат појавувањето на свлекување долж падините под генерална претпоставка дека во било која дадена област, свлекувања на падините во иднина ќе се појават под истите услови и поради истите причини кои допринеле за нивно прво активирање во минатото.

Слично како и за подложноста од свлекување, постојат бројни квалитативни и квантитативни методи за проценка на hazardот од свлекување, но поради карактерот и специфичностите на секоја од методите, како и познавањето на фактот дека за секој различен механизам на свлекување е развиена посебна постапка за проценка на hazardот од свлекување деталите за истите овде ќе бидат изоставени.

3.5.4. Процена на ризикот од свлекување

Проценката на ризикот е комплексна постапка која захтева комбинација на бројни техники, методи и алатки, и вклучува меѓусебна соработка помеѓу разни експертизи: геологија, геоморфологија, градежно и рударско инеженерство, природни науки, метеорологија, климатологија, математика, информациски технологии, економија, социјани науки и историја.

Публикациите за проценка на ризикот од свлекување се поретки во споредба со оние за картирањето, проценката на подложноста и хазардот од свлекување од повеќе причини и тоа: вродената тешкотија во одредувањето на ризикот од свлекување-постапка која претходно бара прелиминарна проценка на распоредот на свлечиштата, подложноста и хазардот, генералниот недостаток на релевантни информации за одредување на ризикот од свлекување, мултидисциплинарноста на проблемот и на крај фактот дека станува збор за релативно ново поле на научен интерес кај истражувачите.

Целта на проценката на ризикот е значително поразлична од онаа на проценката на подложноста или хазардот. Кога се проценува подложноста или хазардот, интересот е насочен кон одредена падина или единицата која се картира, а каде свлечиштата може да се појават и да претставуваат закана и евентуално нанесат штета. Кога се врши проценка на ризикот, фокусот е ставен на -елементот на ризик- кој може да претрпи штета од одредено свлечиште. Оваа навидум незначителна разлика има големи последици. Најпрвин потребно е дефинирање на подложност и хазард, а со цел да се створат услови за проценка на ризикот од свлекување на падините и нивниот очекуван развој. Покрај ова, проценката на ризикот од свлекување захтева бројни дополнителни информации за типот, густината, дистрибуцијата, повредливоста и вредоста на добрата –елементите на ризик- кои се наоѓаат во областа на истражување. Потоа, ако е возможно да се зонира одредена област во поглед на подложност или хазард, генерално не е доволно да се зонира и за ризик од свлекување. Ризикот е атрибут на одреден елемент а не на областа во која елементот е лоциран. Во истата област може да бидат присутни многу елементи, секој со различен степен на повредливост, (види сл. 9). Исто така, просторниот распоред и густината на елементите на ризик може да се менува со времето. Според Varnes D.J. (1984): *Основна цел на проценката на ризикот од свлекување е одредување на очекуваниот степен на загуба поради свлечиште (специфичен ризик) и очекуваниот број на загубени животи, повредени луѓе, штета на имот и пореметување на економските активности (вкупен ризик).*

Проценката на ризик од свлекување се врши за различни намени и во различни размери. Тука спаѓаат:

- Специфични градежни проекти од мал размер (усеци/засеци), индивидуални згради или други конструкции.
- Јасно дефинирани мали локации со позната нестабилност.
- Големи градежни објекти како брани и нивен акумулационен простор.
- Линијски објекти кои поминуваат низ области подложни на свлекување, како патишта, железнички пруги и цевководи.
- Големи области со познат потенцијал за развој на свлечишта, како крајбрежни подрачја или големи комплекси со свлечишта.
- Истражување на можните ефекти од изведба на големи инженерски зафати за осознавање на одговорот на падините поради изведба на усеци и засеци за автопат.
- Проценка поврзана со проценка на ризик од свлекување предизвикано од појава на геохазарди со висок импакт како земјотреси, големи промени во начинот на користење на земјиштето (урбанизација) или како последица на промената на климатските услови.
- Површински копови во рударството.

На сите постапки за дефинирање на ризикот (R) од свлекување за дадена област мора да претходи дефинирање на подложноста и хазардот од свлекување. Според ова, методите за проценка на ризикот од свлекување, без разлика на големината на подрачјето кое се анализира и механизмот на свлекување (тип на свлекување), како и разликите во пристапот за анализа и применетата методологија, се базираат на следниот концепт:

$$R = (H \times V) \times E = R_s \times E$$

Каде:

H - Природен хазард-веројатност за појава на свлечиште во одреден временски период и во одредена област

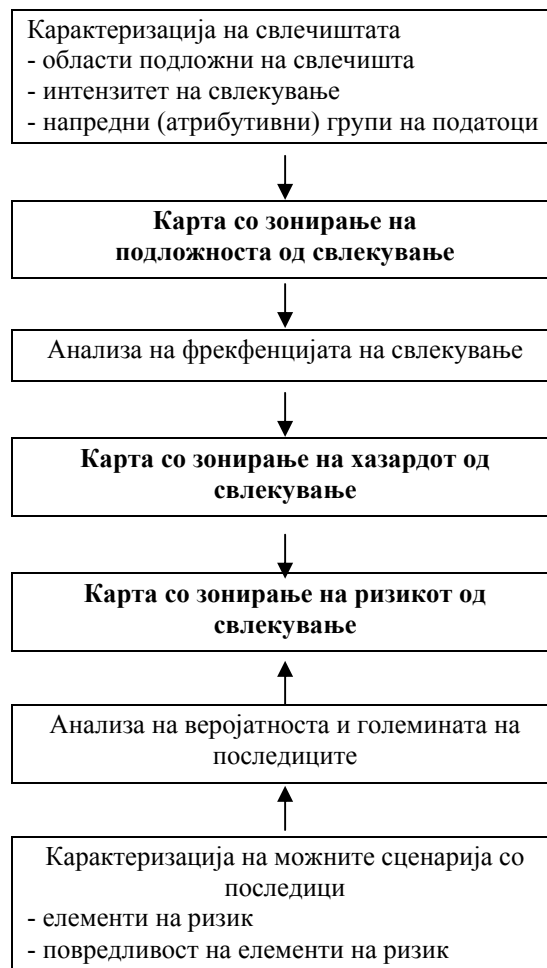
E-елементи изложени на ризик-популација, имот, економски активности, јавни услуги во областа која се анализира.

V-повредливост-степен на загуба на даден елемент или група на елементи изложени на ризик кој резултира како последица од појавата на свлечиште со дадена големина. Се изразува на скала од 0 (нема штета) до 1 (целосна загуба).

(Rs)-специфичен ризик-очекуван степен на загуба поради појавата на свлечиште со дадена големина.

(R)-вкупен ризик-очекуван број на загубени животи, повреди, штета на имотот, или пореметување на економската активност, како последица на појавата на свлечиште со дадена големина. Претстаува продукт на специфичниот ризик (Rs) и елементите изложени на ризик (E).

Генерална рамка за зонирање на ризикот од свлекување која денес е општо прифатена помеѓу истражувачите е предложена од страна на Cascini L. et al. (2005). (сл.11).



Слика 11. Генерална рамка за зонирање на ризик од свлекување (Според Cascini L. et al. 2005)

Можностите за подготовка на одредена методологија за проценка на hazardот и ризикот од свлекување за терени во Р. Македонија во моментот на подготовка на овој труд се релативно ограничени, што соодветно се коментира понатаму.

3.5.5. Примена на ГИС методи за зонирање на подложност, hazard и ризик од свлекување

Развојот на ГИС методите за интеграција на податоци во комбинација со дигиталните елевациони модели за анализа на географски и геолошки податоци овозможи применливост на бројни видови на техники за проценка на подложноста, hazardот и ризикот од свлекување. Најголем дел од ГИС методите се базирани на „преклопување на тематски карти“ што овозможува споредба на различни карти на истата локација и размер со нивно поставување една врз друга и користење на претходно одредени критериуми за проценка (зонирање) на подложност, hazard и ризик од свлекување. ГИС методите за рангирање на факторите кои допринесуваат за развој на нестабилности и проценка на нивоата на подложност на свлекување може да се поделат на квантитативни и квалитативни, директни и индиректни што веќе е дискутирано во точката 3.5.2.2.

Ваква методологија е разработена и за дел од територијата на Македонија а резултатите се презенирани подолу во дисертацијата.

Најчесто користени софтвери за просторна анализа на свлечиштата од сите аспекти се ArcGIS, ArcSD MapInfo, open source софтвери, додека алфанумеричките податоци најчесто се чуваат во софтвери како Access, Oracle или SQL server.

3.5.6. Корисноста од катастарските и картите со зонирање на подложност, hazard и проценка на ризик од свлекување

За целите на просторното планирање, заштитата на населението и други потреби, неопходно е да се располага барем со една карта на свлечишта (без разлика на тоа дали е катастарска, карта на подложност или карта на hazard од свлекување), или комбинација на две или повеќе типови на карти на свлечишта. За целосно да се искористи потенцијалот на овие карти, потребно е да се воспостави соодветен протокол. „Протокол за свлечишта“ се состои од кохерентен и организиран склоп на правила кои ги поврзуваат теренските единици со соодветни правила за најдобро искористување на теренот и максимално прифатлива сигурност на луѓето и добрата.

Протоколот за свлечишта треба да го искористи целото достапно знаење за свлечиштата во одредена област, вклучувајќи карти и предиктивни модели - за да се овозможи соодветните институции да направат најдобар можен избор за искористување на земјиштето, а познавајќи ги постоечките ограничувања кои произлегуваат од свлечиштата (во одредени случаи и во комбинација со останатите природни hazardи). Протоколот за свлечишта треба да одговара на локалните морфолошки, геолошки, метеоролошки и услови на користење на земјиштето, вклучувајќи ги различните типови на свлечишта кои може да бидат присутни во областа, како и нивните најчести причинители. Истиот треба да биде обликуван за да одговори на специфичните и општите потреби на корисниците, треба да овозможува „скалирање“ т.е. да биде во можност да искористи додатни или нови информации кога истите ќе бидат достапни (на пр. нова карта на подложност за област за која веќе постои катастарска карта која ја користи протоколот), треба да е во согласност со националната легислатива, треба да биде конформен на социјалната и економската структура за кој е проектиран. И секако, да се следи работата на протоколот во времето и просторот, уште од најраната фаза на негово отпочнување.

Во продолжение е дадена генерална рамка на проектирање на ефективен протокол за свлечишта.

За областите каде не постојат информации за свлечиштата, не е возможно да се воспостават ограничувања за користење на земјиштето врз база на податоци за свлечишта. За областите каде постојат катастарски карти на свлечишта може да се воспостават само една група на ограничувања, т.е. за областите картирани како свлечишта. Многу малку може да се каже за останатата територија, доколку не се направи разлика помеѓу областите кои се без свлечишта и оние во кои свлечиштата не биле препознаени-разлика која вообичаено не се прави во катастарските карти на свлечишта. За областите на свлечишта, ограничувањата може да се применливи во зависност од типот, староста, степенот на активност, и сигурноста на свлечиштето, онаму каде овие информации се достапни. Посебни правила, на пр. барање за посспецифични истражувања, може да бидат воспоставени во близината на постоечките (познати-картирани) свлечишта, или во областа на можно проширување на одредно свлечиште (во ножицата или челото на свлечиштето). Големината на зоната на предупредување може да биде фиксна, или да варира во зависност од големината, типот и очекуваниот развој на свлечиштето.

Покомплексно е да се дефинира протокол за територија за која е подготвена карта на која е прикажана подложноста на свлекување. Ограничувањата може да бидат дефинирани врз основа на резултатите и веродостојноста на применетиот модел за проценка на подложноста, а истите се разликуваат за домените на теренот класифицирани како безусловно стабилни или нестабилни и за домените за кои се потребни дополнителни истражувања. Комплексен збир на ограничувања базирани на модел на подложноста ќе покриваат области кој се картирани со присуство на свлечишта, оние кои моделот ги дефинира како склони на свлекување или стабилни, оние кои се недокрај дефинирани, и дури областите кои се картирани погрешно со моделот на подложноста. Онаму каде квалитетот на моделот за одредување на подложноста е квантитативно дефиниран, и е осознаена грешката во проценката на веројатноста, информациите може да се искористат за да се модифицираат индивидуалните правила, и тоа со предлагање на посспецифични истражувања во областите каде несигурностите се големи. Развојот на протокол базиран на подложност на свлекување треба да биде подржан од ГИС технологија.

Воспоставувањето на протокол за свлечишта кој целосно ги искористува информациите обезбедени од комплетна проценка на хазардот од свлекување може да биде екстремно комплексен, но исто така и многу ефективен за крајниот корисник, овозможувајќи оптимален развој на територијата, а познавајќи ги физиографските прилики и социјалните, економските и политичките ограничувања. Онаму каде постои проценка на хазардот од свлекување, ограничувањата треба да бидат поставени за да: покриваат области картирани со присуство на свлечишта; да се разгледа (земе во предвид) просторната веројатност на свлечиштата (подложноста); да се земе во предвид очекуваниот интервал на повторување на свлекувањето за различни периоди и да се земе во предвид големината (волуменот, површината, деструктивноста) на очекуваните свлекувања на теренот.

За областите во кои има свлечишта важат истите разгледувања како и кај областите за кои се достапни катастри, т.е. ограничувањата може да се применуваат во зависност од типот, староста, степенот на активност, и веродостојноста на свлечиштето, онаму

каде се достапни информации. Одделни ограничувања можат да бидат воспоставени во близина на постоечко свлечиште, или во областа на можно или веројатно проширување на свлечиштето. За просторна веројатност на појавата на свлечишта се применуваат исти разгледувања како за картите на подложност, т.е. правила може да бидат воспоставени за области дефинирани како стабилни или нестабилни од страна на моделот, за неklasифицирани области, како и за области погрешно интерпретирани од моделот. Дополнително, посебни правила можат да бидат воспоставени-или постоечките модифицирани-врз основа на очекуваната магнитуда или очекуван интервал на повторување на свлекувањата. Бидејќи комплетна проценка на hazardот од свлекување резултира со голем број на сценарија, сеопфатен протокол за искористување на достапните информации за hazardот ќе биде поврзан со различни сценарија за свлечиштата. За оваа цел, неопходна примена на ГИС технологијата.

Поставувањето на генерални регулации за користење на земјиштето врз основа на проценка на ризикот од свлекување е проблематично од повеќе аспекти. Фокусот на процената на ризикот се присутните елементи на ризик или елементите кои се очекува да бидат присутни а не самата територија која е цел на анализа. Бидејќи правилата за протокол на свлечишта важат за теренски единици (домени) т.е. јасно дефинирани делови од теренот, воспоставувањето на ограничувања базирани на проценка на ризикот е исклучително тешка задача.

Важно да се спомене е дека со првото воспоставување на протокол за свлечишта не се гарантира дека hazardот и ризикот од свлекување ќе бидат намалени или избегнати. За намалување на hazardот и ризикот, протоколот мора да биде прифатен, имплементиран, набљудуван, модифициран и обновуван, онаму каде ќе се јави потреба. Прифаќањето и имплементацијата на протоколот за свлечиштата, а и можните модификации на постојната легислатива е задача на одговорните институции за оваа проблематика (кај нас **Министерство за просторно планирање и животна средина, или Геолошки завод на Р.Македонија**). Стручните лица (геолози, геоморфолози, геотехничари) можат да ја пружат својата техничка поддршка, ако е тоа потребно. Мониторингот на протоколот за свлечиштата е од особено значење. Оваа комплексна активност треба да биде спроведена од страна на тимови од експерти од повеќе области. Верификацијата на перформансите на протоколот за свлечишта, или на специфични правила во рамките на протоколот захтева воспоставување на критериуми и ограничувања. Ова е особено тешко бидејќи е потребно да се усогласат бројни експертизи и да се спроведат бројни итерации. Доколку се забележат проблеми или недостатоци во еден прифатен протокол, истите треба внимателно да се разгледаат и да се бараат соодветни решенија, вклучувајќи и специфични (локални) модификации на постојните правила, и воведување на нови, генерални правила.

Соодветни коментари за воспоставување на ваков протокол и негова имплементација во нашата земја се дадени подолу во дисертацијата.

4. СВЛЕЧИШТА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА И НИВНИ ЕФЕКТИ ВРЗ ИНФРАСТРУКТУРАТА

Вкупниот број на регистрирани свлечишта на територијата на Република Македонија според податоци до 1990 година изнесува 150. Овие свлечишта се регистрирани за време на картирањето изведено за потребите на подготовка на Основната Геолошка Карта (ОГК) на Р.Македонија 1:100 000 во периодот 1950-1980. За време на изработката на овие карти како пропратна документација биле подготвувани соодветни толкувачи како и извештаи во кои помеѓу другото се внесувале податоци и за свлечиштата. За жал денес тие податоци се достапни (затурени, загубени или уништени). Оттука, за регистрираните свлечиштата се достапни само основни податоци од печатените геолошки карти (локација, регионални геолошки услови, сеизмотектонски услови), и физичко-географски услови (наклон на терен, ориентација на падините, надморска висина итн.).

Од друга страна, за појавите на свлекување кои се случиле во периодот од 1990 година до денес, документација постои, но истата е чувана во различни државни институции, приватни компании дури и кај индивидуалци.

При подготовката на овој труд направен е обид да се синтетизираат сите достапни податоци во периодот од 1950 па до денес. До најголем дел од државните институции и приватни компании кои работат на полето на геологијата, геотехниката, одржување и надзор на патиштата а за кои се препоставува дека поседуваат ваков тип на документација испратен е анкетен лист (прилог бр.1) во кој се бараше да се потполнат информации за техничка документација за нестабилни појави која евентуално ја поседуваат. Исто така, пребарани се неколку национални архиви и бројни интернет страници за информации поврзани со нестабилности на теренот.

Благодарение на контактираните субјекти собрана е техничка документација за уште 150 свлечишта, најчесто во форма на извештаи и елаборати од геолошки и геотехнички истражувања. Податоците во некои од овие документи се доста коректни и детални. За одреден број на свлечишта кои се сметаа за релативно млади, се открија податоци за нивна активност уште во 19 век (Рамина во Велес). Меѓутоа, за околу 50 случаи, податоците се некомплетни или нејасни (непрецизна локација, необележана стационажа долж патен коридор, без опис за геолошките карактеристики на материјалите, без геотехнички параметри, без геолошки и геотехнички карти и профили, без нагласени причини поради кои дошло до свлекување итн.). Оттука за овие случаи е потребно подетално истражување и пронаоѓање на затурените податоци. Многу историски документи забележуваат појава на бројни помали свлечишта во околината на поголемите, но за жал без некои посебни детали за нив. Исто така, бројот на одрони (со различен интензитет) е многу поголем од оној што е регистриран со истражувањето. Секоја година, особено за време на зимските месеци, одроните се вообичаена и многу честа појава на автопатот (Катланово-Велес) регионалните патишта (Маврови анови-Дебар-Струга, Битола-Ресен-Охрид, Демир Капија-Удово, Кочани-Делчево, Веница-Берово, Берово-Струмица, Штип-Неготино и др.), локални патишта М.Каменица-Рудник Саса, како и на железничката пруга Гостивар-Кичево. Од времето на изградбата на нашите први патишта и железници пред околу 40-50 години, се имаат случено повеќе десетици илјади помали или поголеми одрони. За жал, податоците за ваквите појави се многу слабо архивирани. Бројни појави на свлекувања имаат предизвикано штета во урбани и рурални средини, при што страдале бројни индивидуални јавни и приватни објекти (спортски сали, училишта, административни згради, индустриски капацитети, станбени згради и куќи,

помошни простории итн.). Во неколку случаи при свлекувањето се изгубени големи обработливи површини (Тимјаник) и формирани вештачки акумулации (Моклишко и Требенишко езеро). Се претпоставува дека постојат голем број на свлечишта кои никогаш досега не биле регистрирани, а соодветен коментар за ова е даден подолу.

4.1. СТАТИСТИЧКИ ПОДАТОЦИ ЗА СВЛЕЧИШТАТА

Врз основа на сите собрани податоци до 2014 год. формирана е интерна банка на податоци со информации за преку 400 свлечишта, од кои за 255 е позната локацијата (прилог бр.2 и бр.3), а детали за геологијата, локалните геоморфолошки услови, штетата која ја предизивкале, факторите кои допринеле за нивно појавување, состојбата на активност, загрозна инфраструктура итн. се достапни за различен број на свлечишта (види прилог бр.3). За карактеристиките на свлечиштата за кои се располагаше со доволен број на податоци, направена е статистичка анализа, а резултатите се прикажани во текстот кој следи. Важно е да се напомене дека за 150 од свлечиштата, сите податоци се превземени директно од достапните геолошки и инженерскогеолошки карти со размер од 1:100000 и 1:200000. Овие свлечишта се статистички анализирани само според геологијата, ориентацијата на падините во просторот и сеизмичките карактеристики на регионот во кој се јавуваат.

4.1.1. Геолошки средини

Врз основа на геолошкиот состав на карпестите маси во кои се регистрирани свлечишта, податоци се достапни за 255 случаи. За 38% од овие свлечишта е дефинирано дека се појавиле во делувиумот кој лежи над шкрилести или гранитоидни карпести маси, или пак на границата помеѓу делувиумот и една од овие две средини. Единаесет проценти (11%) од свлечиштата (најчесто одрони) се јавиле во варовнички карпи, а 31% во езерски (Плиоценски) седименти. Во останатите геолошки единици како пирокластични материјали, песочници, флишни седименти, флувио-гласијални и пролувијални седименти свлечиштата се јавувале поретко (сл.12).

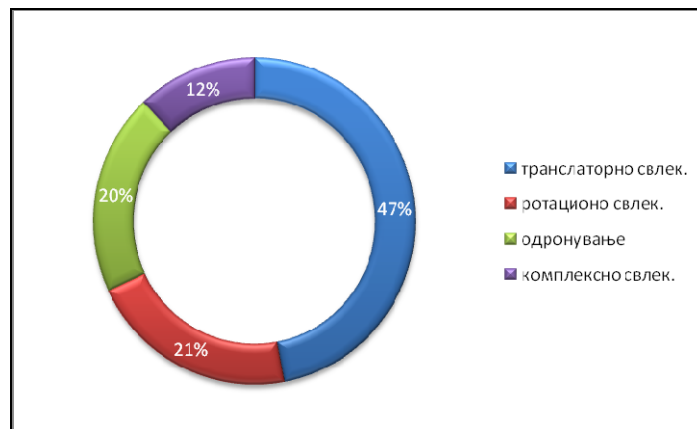


Слика 12. Број на регистрирани свлечишта во типични геолошки средини (кај шкрилци и гранити свлекувањето е на контактот основна карпа-делувиум)

4.1.2. Механизам на свлекување

Во поглед на оваа класификација, податоците кај најголемиот број на свлечишта се многу ограничени и механизмот на свлекување не докрај е јасно дефиниран. Така, за најголем дел од свлечиштата (слика 13) е дефиниран механизам на свлекување од типот на транслаторно (47%) или ротационо свлекување (21%), одронување (20%) и

комплексно свлекување (12%). Вака слабо дефинираниот механизам на свлекување се должи пред се на некористењето/немањето на соодветна терминологија на македонски јазик за свлечишта, што дополнително е образложено во продолжение.



Слика 13. Механизам на свлекување на регистрираните свлечишта

Како што претходно беше изнесено, доколку собирањето на податоците се вршело систематски, бројот на свлекувања од типот на одрони би доминирал во оваа категорија.

4.1.3. Длабина на свлекувањето

Според длабината на рамнината на свлекување, свлечиштата најчесто се групирани како плитки <2 m, средно длабоки 2-10 m и длабоки >10m. Преку 60% од случаевите за кои е позната длабината на свлекување се дефинирани како средно длабоки и длабоки, и тоа најчесто се свлечишта кои се јавиле во делувијални наслаги или во флувиоглацијални и пролувијални седименти. Длабината на некои од овие свлечишта е варијабилна и тоа во опсег од 5 до преку 25-30 метри. Со геофизички испитувања кои биле изведени на некои од свлечиштата, индицирано е присуство на неколку генерации на свлекување што потоа е потврдено и со истражни дупнатини. Останатите 40% од свлекувањата биле плитки и најчесто се јавувале во песочници, езерски и флишни седименти. Одроните најчесто се класифицирани како плитки свлекувања.

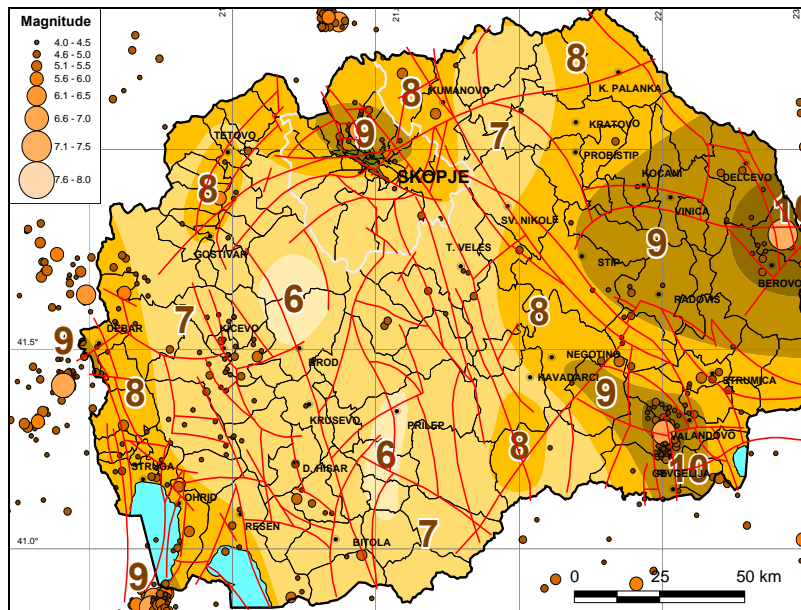
4.1.4. Геоморфолошки услови

Според геоморфолошките услови на појавување, транслаторните и ротационите свлекувања најчесто се јавувале на преминот од стрмните планински падини и речните долини, додека одроните и комплексните свлекувања се карактеристични за клисурести предели. Поради присуството на интензивно развиената хидрографска мрежа и присуството на планински венци со различно протегање (резултат на интензивните сеизмо-тектонски процеси во овој дел на Балканот), не постои некоја закономерност во поглед на ориентацијата на падините со процес на свлекување во однос на страните на светот.

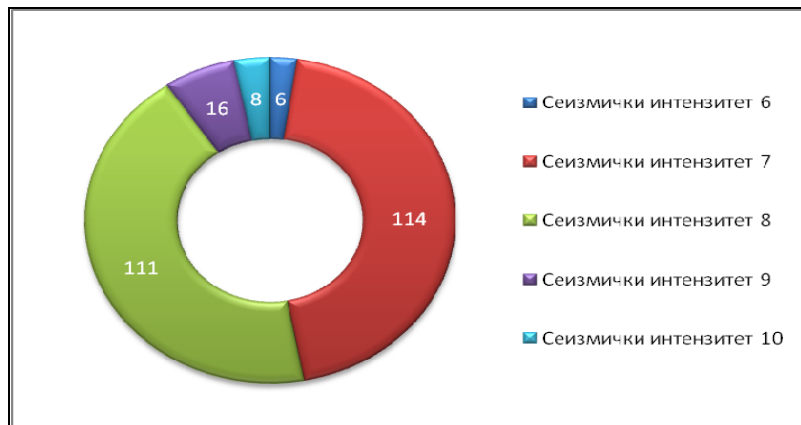
4.1.5. Сеизмотектонски услови

Од историските документи беше откриено дека појавата на некои свлечишта е поврзана со сеизмичка активност. Овде спаѓаат и свлечиштата Рамина и Црник кои се со карактеризираат со поголеми димензии и интензитет на свлекување. Имајќи ја во

предвид тектонската активност на територијата на Македонија (сл.14), потенцијалот за сеизмички иницирани свлекувања е доста висок. Од овие причини, извршено е групирање на свлечиштата според припадноста во одредена зона со максимално очекуван сеизмички интензитет (сл.15).



Слика 14. Сеизмотектонска карта на Р.Македонија со максимално очекуван сеизмички интензитет (Според ИЗИИС Скопје).



Слика 15. Број на свлечишта според припадноста во зони на максимално очекуван сеизмички интензитет I според MKS-64

4.1.6. Причини за појава на свлечиштата

Како и за поголем број на други критериуми, и по овој критериум постои недостаток на информации што претставува уште едно дополнително ограничување во поглед на сеопфатното дефинирање на свлечиштата.

За оние свлечишта за кои се достапни информации според овој критериум, речиси за 70% е констатирано дека се појавиле после интензивни врнежи, додека за останатите причините за свлекување се поврзуваат со гравитациските сили (одрони) и со ископ во осетливи карпести формации. За одредени свлечишта, поголем број на фактори имаат допринесено за поттикнување на процесот на свлекување.

Неколку поголеми свлечишта се јавиле во активни површински копови на јаглен како резултат на процесот на експлоатација, а во комбинација се локалните геолошки и климатски услови.

4.1.7. Активност

На територијата на Р.Македонија во моментот на завршување на прибирањето на податоците (ноември 2013), како активни се бележат 21 свлечиште, најголем дел лоцирани во северозападниот дел од државата. Интензитатот на свлекување кај овие свлечишта е тешко да се утврди поради немањето на постојан или поврмен мониторинг, па информациите за нивната активност се базираат врз основа на инцидентни информации кои се собираат после појавување на одредена штета која е резултат на процесот на свлекувањето. Дваесет (20) свлечишта се декларирани како неактивни, но со можност за повторна активација (смирени). Останатите свлечишта не се декларирани или се сметаат за фосилни. Според овој критериум не се земени во предвид свлечиштата од печатените геолошки карти, бидејќи состојбата со нивната активност е сосема нејасна. Најголем дел од нив најверојатно претрпеле процес на природна стабилизација, но ова треба да се потврди со теренски истражувања.

4.1.8. Загрозена популација и инфраструктура

Секоја година свлечиштата во Р.Македонија предизвикуваат загуби кои се мерат во милиони евра. Најголем дел од овие средства вообичаено се трошат на рехабилитација и чистење на патиштата и железниците. Ова е потврдено со фактот што 60% од регистрираните свлечишта го имаат попречено или блокирано сообраќајот на автопатиштата, регионалните и локалните патишта. После периоди на пролонгирани интензивни врнежи, цели или дел од населби морале да бидат преселени од зоните на свлекување (Јеловјане и Рамина). Во одреден број на случаи, се вршеле сеопфатни геотехнички истражувања, проектирање и изведба на санациони работи што исто така ги зголемува економските загуби. Статистиката покажува дека 10% од свлечиштата загрозиле цели населби, додека 30% оштетиле индивидуални градби во рурални или урбани подрачја. Водоводни и канализациони мрежи, електродистрибутивни системи често страдале како резултат на појавата на свлечишта.

Што се однесува до населението, голем дел е изложен на константен ризик од свлекување. Селата Велебрдо, Требиште, Ростуше, Битуше, Скудриње, Могорче, Јеловјане, Боговиње, делови од Велес, Прилеп и Струмица со популација од преку 20 000 жители се директно или индиректно загрозени од свлечиштата.

Според собраните податоци, во неколку одделни случаи во периодот од 1950 од денес, 15 луѓе ги загубиле животите, најчесто како резултат на одронување. Други 150 лица биле полесно или потешко повредени. Овде не е вклучена катастрофата во Луково поле каде при изградбата на Мавровскиот хидроенергетски систем во 1956 год. загинале 56 луѓе поради свлекување на лавина од снег, карпи и дрвја.

Исто така при свлекувањето после кое се формирало Моклишко езеро (свлечиште Градот) страдале 11 луѓе и добиток.

За илустрација на штетите кои настануваат како резултат на појавата на свлечишта, на наредните фотографии (сл. 16 и 17) се прикажани неколку ситуации во кои бил прекинат или отежнат патниот и железничкиот сообраќај, биле уништени јавни и приватни објекти, бил загрозен животот на луѓето. Фотографиите се превземени од личната архива на авторот, колеги од струката и интернет страници на дневни весници.



Затрупан автомобил на патот Маврови анови-Дебар, фев. 2013



Блокирање на регионалниот пат Маврови анови-Дебар, фев. 2010 г.



Одрон на регионалниот пат Маврови анови-Дебар фев. 2013г.



Блокирање на автопатот Е-75 (Катланово – Велес), фев. 2013



Свлечиште врз патот Берово-Струмица март 2010г.



Одрон на регионалниот пат Кочани-Делчево, ное. 2013



Одрон на железничката пруга Гостивар-Кичево март. 2010



Отсечен пат до село Брусник Битолско, април 2013



Свлечишта на регионалниот пат М-5 Ресен-Битола, фев. 2010



Одрон на автопатот Скопје-Тетово, кај с.Групчин 2001 г.



Одрон на патот Делчево-Пехчево април 2013



Предупредување за свлечиште на патот М.Каменица-рудник Саса, февру. 2014



Свлечиште на патот кон детско одмаралиште на Пелистер дек. 2010г.



Свлечиште на патот Кратово-Пробиштип 2011г.



Уништен на приспатен пат до манастир Св.Петка-с.Оровник 2010г.

Слика 16. Свлечишта кои го попречиле или блокирале одвивањето на сообраќајот (2001-2014год.)



Свечиште градот, блокирање на реката Јуда Мара септ. 1956г.



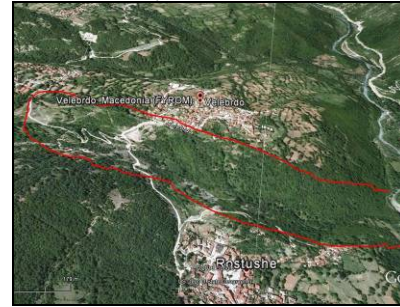
Уништување на обработливи површини, Битуше, 2002 год.



Уништување на обработливи површини Црник-Пехчево



Помало свлекување во село Гермо, Тетовско 2000 г.



Сателитска снимка на свечиштето во Велебрдо последна активација 2009г.



Сателитска снимка на свечиште Гермо, последна активација 2000г.



Уништени куќи од свечиште во наслеба Рамина Велес, 2002г.



Куќа во Тетово уништена од одрон, фев. 2013г.



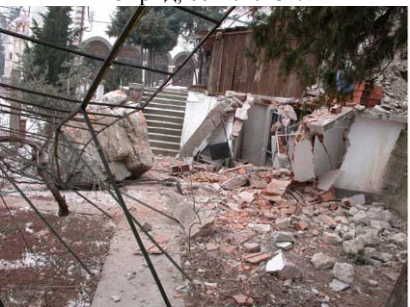
Свлекување при градежни активности, Охрид, септ.2013г.



Свлекување при градежни активности, Скопје април, 2013



Одрон врз времен објект при изградба на брана Св.Петка март.2013г.



Одрон во храм Св. Пантелејмон Велес, 2006г.



Санација на свечиште, Капиштец ное.2002г.



Санација на свечиште, Сопшите јуни.2009г.



Санација на автопатот Е-75 (Неготино-Демир Капија)

Слика 17. Свечишта кои предизвикале штета кај населби и поединечни објекти (2000-2014год.)

4.1.9. Краток опис на поважните свлечишта во Р.Македонија

Одреден број на свлечишта кои се случиле во минатото, може да се сметаат како природни катастрофи. Свлечиштата Црник, Сурнати ридои и Тимјаник го смениле изгледот на природниот терен, но бидејќи се појавиле во слабо развиени рурални подрачја, штетата на инфраструктурата била ограничена и не бил загубен ниту еден човечки живот.

Свлечиштето Црник се активирало во 1904, и се претпоставува дека истото е последица на познатиот земјотрес со епицентар во Кресна кој бил со магнитуда $M=7,8$.

Свлечиштата Сурнати ридои (1990-ти) и Тимјаник (1994) нанеле штета на важни водостопански објекти (главни и споредни канали за наводнување на земјоделски површини) и уништиле лозови насади. И во двата случаеви, свлекувањето се активирало после периоди на пролонгирани врнежи. Свлечената маса е претставена со пролувијални и плиоценски седименти соодветно.

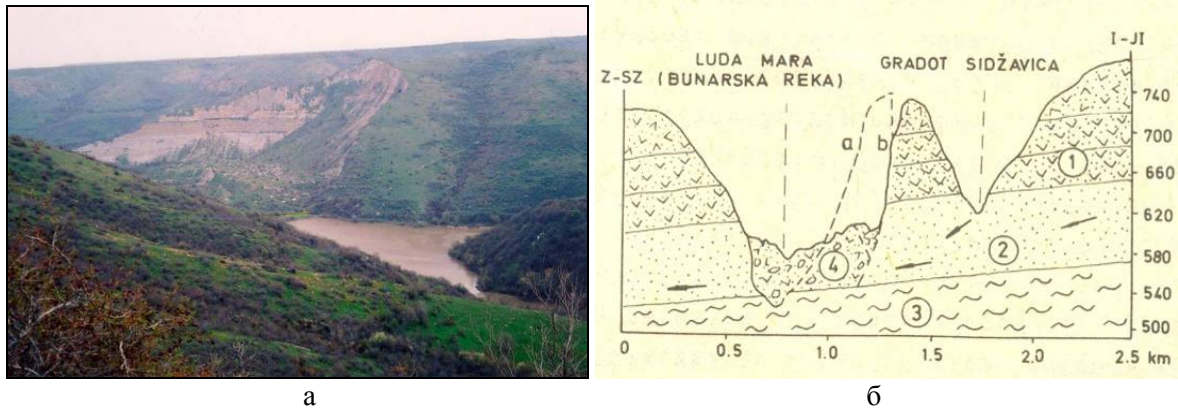
Друга голема природна катастрофа е лавината на карпи, дрвја и снег која се случила во регионот на Луково поле во 1956 година, кога 52 градежни работници кои го граделе хидросистемот Маврово и локални жители ги изгубиле животите. Во 2010 година слична ваква лавина го блокираше регионалниот пат Маврово-Дебар, но за среќа без човечки жртви.

Со порастот на популацијата и ширењето на урбаните населби кон повисоките планински региони, социо-економските загуби од свлечиштата се интензивираа. Без анализирање на причините за несоодветното просторно планирање во минатото од аспект на свлечиштата, во делот кој следи презентирани се најзначајните и најзагрозувачките свлечишта кои се случиле во Р. Македонија во последните 60-тина години.

Свлечиште Градот

Свлечиштето Градот, во близина на градот Кавадарци, во стручната литература на некои места е опишано како одрон, додека на други е опишано како свлекување на земјиште. Како и да е, западната косина од врвот на ридот до дното на долината на реката Луда Мара била поместена околу 150 m со брзина од 6 km/h на 5.9.1956. Ширината на свлечиштето била 800 m, должина 400 m, додека релативната висина 200 m, така да вкупната маса на свлекување била проценета на 20.000.000 m³. Како резултат на свлекувањето, долината на реката била блокирана во висина од 70 m, шри што се формирало вештачко езеро (слика 18.а). За жал, свлечиштето било фатално и за 11 локални жители и 1200 овци.

Истражувањата покажале дека пред свлекувањето постоело долготрајно ползење со брзина од околу 15 mm/год., пред да се надмине јакоста на смолкнување на крутите туфогени карпи. Како основна причина за оваа катастрофа се смета суфозионото испирање на честици од туфовите, кое долго го вршеле инфилтрираните води на површинскиот ток од другата страна на ридот (слика 18.б), а кои подземно течеле кон пониската ерозиона база, односно коритото на реката Луда Мара.



Слика 18. а. Лузна од свлечиштето Градот кое ја блокирало реката Луда Мара, б-геолшки профил на свлечиштето: 1. Андезитски туф, 2. Терцијарен песок, 3. Терцијарни лапорци, 4. Тело на свлечиштето, а-релјеф пред свлекувањето, б-релјеф после свлекувањето (според Janić M. 1979)

Свлечиште Рамина-Велес

Во велес, фосилизираното свлечиште Рамина од 19^{от} век било реактивирано на неколку пати во 1963, 1999 и 2002 год (Јовановски М., и др. 2005). Во минатиот век на поширокото подрачје на свлечиштето било извршено пошумување, но подоцна областа била нелегално населена и биле изградени голем број на индивидуални куќи.

Ова свлечиште е долго околу 500 m, со просечна ширина од 100 m, и дебелина од 20 m. Хидрогеолошките услови на ова свлечиште наведуваат дека зоните со зголемена содржина на вода се поврзани со рамнината на свлекување.

После помал земјотрес во април 1999, реактивацијата (проработувањето) на свлечиштето предизвика големи штети на постоечките куќи и изградената инфраструктура (сл.19). Свлечиштето директно загрозува 120 куќи и индиректно уште 500.



Слика 19. Последици од последната реактивација на свлечиштето Рамина 1999 год.

Свлечиште Гермо-Тетовско

Првите индикации за постоење на свлечиште датираат од 1962 година. Појавените пукнатини во теренот со тек на времето се развивале и се јавувале нови, а површината на зафатениот простор со ваквите појави постојано растел. Во текот на 1979 и 1982 година, интензивните врнежи активирале дополнителни земјени маси. Поголеми деформации исто така се појавени на крајот на XX век, со интензивно набирање во ножицата на свлечиштето во близина на Поројска река (Слика 20). Вкупното

вертикално поместување на одредени места денес изнесува преку 60 метри. Површината на свлечиштето изнесува 450.000 m² а неговата длабина варира од 20-40 метри.



Слика 20. Сателитска снимка на свлечиштето Гермо со негови граници

Главни причини за појава на свлекувањето се сеизмо-тектонските активности во поширокиот регион, интензивните врнежи, потсекувањето на ножицата кај Поројска река итн. Многу куќи се целосно или делумно оштетени и лугето се преселиле во други делови на селото.

Свлечиштето загрозува околу 1200 жители, патот до селото Гермо, водоснабдителниот систем, канализационата мрежа и електродистрибутивната мрежа. Превземени се санациони мерки во неколку наврати, со изградба на систем за дренажа на површински и подземни води.

Свлечиште Скудриње

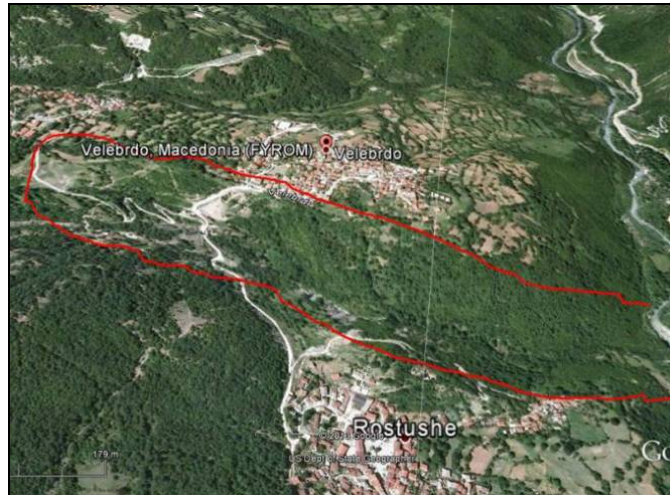
Деформациите на теренот во селото Скудриње се регистрирани во 2006 година. Геолошкиот состав на теренот е претставен со хетерогени карпести маси со различни физичко-механички карактеристики и е подложен на релативно интензивна сеизмо-тектонска активност. Површината на свлечиштето е околу 330.000 m² и главната лузна (чело) на свлечиштето е видливо на сателитски снимки. Геофизичките истражувања потврдија неколку генерации на свлекување и активни раседи со остар паден агол од 68-80° кон југ. На теренот се видливи лузни од свлекувањето кои се високи и до 20 m. Приближно 3500 жители се изложени на ефектите од ова свлекување. Превземени се санациони мерки, но помали локални свлекувања се редовни појави во текот на дождовната сезона.

Свлечиште Јеловјане

Геолошките инженери кои вршеле картирање на терените на општината Боговиње, во 1950 го окарактеризирале ова свлечиште како „мала тектоника“. Денес, последиците од постојаното топење на снегот ги загрозуваат индивидуалните куќи, потпорни ѕидови, патишта и други инфраструктурни објекти во многу делови во овој регион. Повеќе од 100 куќи се уништени, земјоделски површини претворени во некорисни купишта земја. 1200 домаќинства во селото Јеловјане се под постојана закана на ова свлечиште. Како резултат на топењето на снегот на Шар Планина, подземните води предизвикуваат свлекувања секоја пролет.

Свлечиште Велебрдо

Постарите жители на селата Велебрдо, Битуше и Ростуше паматат приказни од своите дедовци во кои тие ги опишуваат свлекувањата како „колапси на земјата“. Свлечиштето последен пат се активирало во 1996 и до 1999 година со постепено зголемување на површината зафатена со свлекувањето. Целата инфраструктура на 4 села со 2500 жители е загрозна од ова свлечиште (сл.21). Главна причина за свлекувањето е присуството на длабоки флувиоглацијални творби кои лежат врз стабилни метаморфни карпи. Подземната како и површинската вода исто така го забрзува развојот на свлечиштето.



Слика 21. Сателитска снимка на свлечиштето Велебрдо со негови граници

4.1.10. Критички осврт кон состојбата со архивирање на податоците и потреба од формирање на банка на податоци за свлечишта

Врз основа на напред изнесеното може да се заклучи дека архивирањето на податоците за свлечиштата е сосема занемарено што претставува голема пречка при подготовката на картите на катастар, hazard и ризик од свлекување, а со тоа и ограничување на можностите на просторното планирање и развој.

Освен тоа, од собраната техничка документација очигледно е дека во нашата земја доста слабо се познава терминологијата и класификацијата на разните појави на нестабилности на теренот, а онаа која се користи е релативно некомпатибилна со светската практика.

Оттука произлегува потребата од формирање на соодветна банка на податоци, за што е потребно да се превземат следните активности:

- Усвојување на класификација и терминологија за свлечишта која ќе биде компатибилна со светската и европската пракса.
- Дефинирање на структурата на ГИС базирана банка на податоци.
- Дефинирање на носител и одржувач на банката на податоци.

Со собирањето на податоците за појава, својства и состојба на нестабилностите на теренот, нивно зачувување и освежување во банката на податоци ќе се створат услови за подготовка на катастарски карти на нестабилни појави за секој одделен вид на нестабилност и за различни периоди, што ќе обезбеди услови за проценка на hazardот и ризикот од свлекување во државата.

4.2. КАТАСТАРСКА КАРТА НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Сите податоци кои беа собрани во текот на ова истражување преку соодветна анкета (прилог бр.1), а за кои е позната локацијата на појавување, се прикажани на катастарската карта на нестабилни појави дадена на прилог бр.2. За некои од појавите, дефинирањето на точната локација беше изведено со помош на инженерите кои имаат работено на изведба на истражни или санациони работи на истите.

Се напоменува дека картата е со информативен карактер, а истата воедно е искористена за дефинирање на подрачјето во кое најмногу се јавуваат нестабилни појави. За ваквото подрачје е верифицирана методологијата за проценка на подложноста од свлекување која се презентира подолу во трудот.

При внесувањето на податоците за нестабилните појави користен е соодветен ГИС софтвер ArcGIS 10.2. Сите појави се нанесени како точкасти елементи и обележани со иста ознака без разлика на тоа за кој вид на пометстување станува збор. Ваквата постапка е оправдана со фактот дека за најголем дел од нестабилните појави кои беа превземени од Основната Геолошка Карта не е познат видот на поместувањето (прилог 3). Оваа состојба може да се надмине само доколку се спроведат систематски детални теренски картирања и изведба на геотехнички истражувања и испитувања за најпроблематичните случаи (дупнатини, раскопи, геофизички, лабораториски испитувања итн.).

Имајќи ја во предвид вкупната површина на Република Македонија од 25 713 km² како и нивото на достапност и деталност на собраните податоци, во овој момент реално можно е да се подготви само приложената информативна катастарска карта. Со можностите кои ги нуди ГИС софтверот, картата може да биде печатена во различен размер, а во зависност од намената на истата. Се напоменува дека оваа карта е **прва** од ваков вид во нашата земја.

Картата интерактивно е поврзана со интерната банка на податоци во која се внесени сите достапни податоци за појавите. Со цел овие податоци да се сочуваат и во писмена форма, подготвен е соодветен прилог бр.3 во кој се дадени најважните факти за сите регистрирани појави како и информации за тоа каде може да се најде стручна литература за најголем дел од нив.

Во иднина на катастарската карта и во банката на податоци треба постојано да се внесуваат сите ново регистрирани појави.

После формирањето на банката на податоци, според стратешкиот план прикажан во глава 6 се предвидува систематско картирање на нестабилни појави од страна на идниот носител на ГИС банката на податоци со примена на методи за нивно зонирање на начин како е опишано во глава 3. Ова картирање-зонирање би се спровело на геодетска подлога со размер 1:25000 и покрупен со примена на ортофото снимки, стереографски анализи, анализи на сателитски снимки од различни периоди, геоморфолошки карти итн.

5. КЛАСИФИКАЦИЈА И ТЕРМИНОЛОГИЈА ЗА СВЛЕЧИШТА

Согласно на анализите во поглавието 4 може да се заклучи дека терминологијата во Република Македонија која се користи за опишување на појавите на свлекување од различен вид кај нас често не е докрај компатибилна со светската практика. Со цел да се создадат услови за усогласен приод кон оваа проблематика потребна за соработка и спроведување на локални и регионални проценки на hazardот и ризикот од свлекување, во првиот дел на оваа глава од дисертацијата детално е прикажана класификацијата која е најприменувана во светот и регионот, а предложена е и соодветна терминологија за опишување на елементите на појавите од видот на ротациони и транслаторни свлекувања според IAEG (1990).

Врз основа на светските искуства и принципите за деталност и целосност на информациите кои треба да се знаат за свлечиштата, во вториот дел од оваа глава претставени се принципите на кои треба да се постави веб базирана ГИС банка на податоци за нестабилни појави во Република Македонија. Начинот на нејзиното освежување и одржување, субјектите кои ќе можат да внесуваат информации од различно ниво, предлози за можен носител на банката и други аспекти се детално разработени.

5.1. КЛАСИФИКАЦИЈА И ТЕРМИНОЛОГИЈА ЗА СВЛЕЧИШТА ВО СВЕТОТ

Во светската практика постојат повеќе од 200 класификации според кои можат да се групираат различните типови на поместување на теренот. Од нив најпознати се класификациите на Almagia R., (1910); Sharpe C.F.S., (1938); Ippolito F. и Cotecchia V. (1954); Varnes D.J. (1958), Penta F. (1959); Hutchinson J.N. (1968), Savage C.N. (1968), Skempton & Hutchinson J.N. (1969), Desio A. (1971), Brugner W. и Valdinucci A. (1972), Nemcock A., Pasek J. и Rybar J. (1972), Vallario A. и Coppola L. (1973), Nicotera P. (1975), Venzo G.A. (1976), Zolotarev (1983), Blyth F.G.H., и Freitas M.H. (1984) и др.

Актуелни класификации кои најчесто се користат денес се предложени од:

- Varnes D.J. (1978),
- Hutchinson J.N. (1988),
- Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996),
- Leroueil et al., (1996),
- Hungr O. et al., (2001).

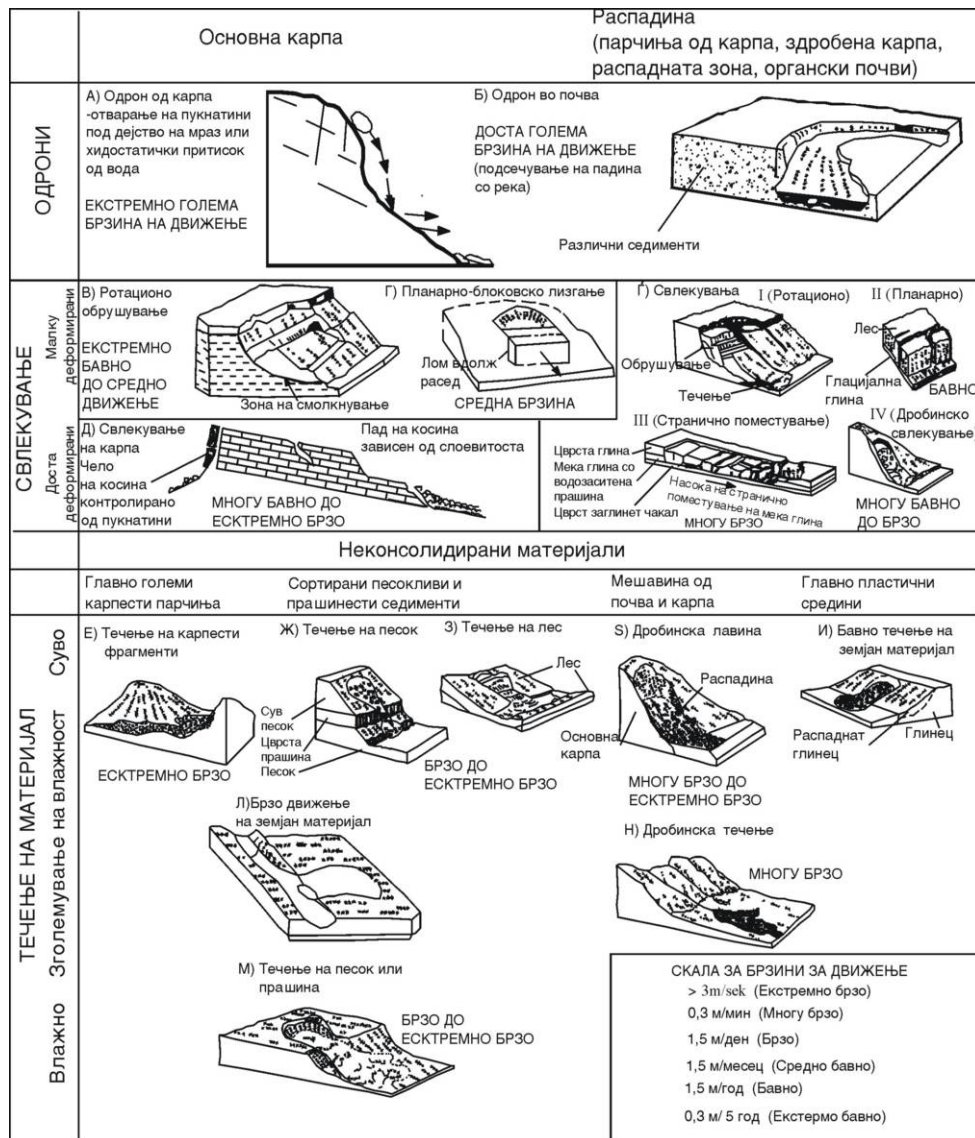
Од сите овие класификации, имајќи ги во предвид јазичните ограничувања и можностите за изнаоѓање соодветен термин на македонски јазик, најпогодна за примена е класификацијата според Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996). Оваа класификација исто така е најприфатена од земјите во опкружувањето и земјите од Европската Унија.

5.1.1. Класификација на Varnes D.J. (1978) и Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996)

Класификацијата на Varnes D.J. претрпела неколку модификации. Во оваа класификација како критериуми за поделба на свлечиштата се усвоени: **видот на поместување** на масите и **видот на материјалот** кој е вклучен во процесот на движење. Принципите за поделба на поместувањата се концизно прикажани во Табела 20, а графички приказ на основните видови според оваа класификација е даден на сл.22.

Табела 20. Поделба на свлециштата според Varnes D.J. (1978) и Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996)

Вид на поместување		Вид на материјал		
		Основна карпа	Инженерска (градежна) почва	
			Главно крупнозрна	Главно ситнозрна
1. одронување		карпест одрон	дробински одрон	одронување почва
2. обрушување		карпести обрушувања	дробински обрушувања	обрушување почва
3. свлекување	ротациско	свлекување карпа	свлекување дробина	свлекување почва
	транслаторно	свлекување блокови од карпа	свлекување дробински блокови	свлекување блокови од почва
		свлекување карпа	свлекување дробина	свлекување почва
4. планарно ширење		карпести наноси	дробински наноси	почвени наноси
5. течишта		течишта во вид на длабоко ползење	Дробински ток, дробинска лавина	земјена лавина, ползење
6. сложени поместувања		комбинации од два или повеќе механизми на свлекување		



Слика 22. Поделба на различни видови поместувања на теренот според Varnes D.J. (1978)

Во поглед на примената на терминот **основна карпа** според класификацијата на Varnes D.J. се подразбира „цврста“ маса која била интактна и на своето природно место на појавување пред почеток на свлекувањето.

Под терминот **инженерска (градежна почва)** се подразбира агрегат од цврсти честички, генерално составен од минерали и карпи, кој или бил транспортиран или формиран со распаѓање на основна карпа. Течностите и гасовите кои ги пополнуваат празните простори преставуваат дел од почвата.

Земја претставува материјал во кој 80% или повеќе од честичките се помали од 2 mm, горна граница на песок.

Дробина содржи значителна пропорција на крупен материјал; 20% до 80% од честичките се поголеми од 2 mm а остатокот од масата помали од 2 mm.

Со последната модификација на класификацијата на Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996) според брзината, свлечиштата се поделени на 7 класи (табела 21).

Табела 21. Класификација на Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996) според брзината на свлекување

Класа	Опис	Можно деструктивно значење	Типична брзина	Брзина (m/s)
7	Екстремно брзо	Катастрофа со големо разрушување: рушење на згради поради удар на свлечиениот материјал, многу жртви, невозможно да се избега	5 m/секунда	5
6	Многу брзо	Неколку жртви, преголема брзина за да се избега	3 m/минута	$5 \cdot 10^{-2}$
5	Брзо	Возможна евакуација: објекти, имоти и добра уништени	1.8 m/час	$5 \cdot 10^{-4}$
4	Средно брзо	Некои временски или цврсти објекти можат временски да бидат одржувани	1.3 m/месец	$5 \cdot 10^{-6}$
3	Бавно	Можно е да се превземат мерки за санација за време на движењето, поважни објекти може да се одржуваат со чести активности доколку вкупното поместување не е големо за време на одредена фаза на поместување	1.6 m/година	$5 \cdot 10^{-8}$
2	Многу бавно	Некои постојани објекти неможат да бидат оштетени од поместувањето	15 mm/година	$5 \cdot 10^{-10}$
1	Екстремно бавно	Незабележливо без примена на инструменти за мониторинг, можна изградба на објекти со превземање на мерки за предпазливост	<15mm/година	$<5 \cdot 10^{-10}$

Како екстремно брзи, многу брзи и брзи може да се јават сите поместувања од типот на одрони и обрушувања, ротациони свлекувања на карпа и дробина, и течишта во форма на длабоко ползење и дробинска лавина.

Треба да се знае дека брзината на движење на свлечиштата не е иста во сите негови точки. Точната брзина и промени со текот на времето, може да се добие само со систематско следење (мониторинг) на поместувањата во длабина и на површина на терен, каде што вкупните износи се прикажуваат со вектори на поместување.

Бидејќи свлекувањето ретко се одвива континуално, туку почесто е со пократки или подолги прекини, се врши и поделба на свлечиштата според активноста на процесот (Табела 22).

Табела 22. Класификација на свлечиштата според нивна активност

Ознака	Опис	Дефиниција
1	активно свлечиште	акутна состојба за време на регистрацијата
2	привремено смирено	движењата во свлечиштето биле активни во текот на последните 12 месеци, но во време на разгледување на проблемот е неактивно
3	реактивирано	Претставува активно свлечиште, кое порано било неактивно
4	неактивно	Свлечиштето не било активно во последните 12 месеци
5	запрено	Свлечиште, кое е неактивно и повеќе не се очекуваат услови да се реактивира
6	реликтно	Свлечиштето е неактивно, се развивало под дејство на климатски или геоморфолошки услови, кои се значајно различни од современите

Понекогаш процесот на свлекување може да биде смирен за подолг период кога зборуваме за **смирени** или **стари свлечишта**. Ако е затрупано некое старо свлечиште со друг материјал, станува збор за **фосилизирани свлечишта**. Чести се случаи на повторно „оживување“, односно **реактивирање** на старите свлечишта. Реактивирање настанува при нагласена промена на надворешните влијанија, посебно ако се случи зголемено влажење при интензивни и долготрајни врнежи, топење снег, високи нивоа на подземни води, при земјотреси, зголемени потреси и при изведба на објекти од страна на човекот.

Според големината свлечиштата можат да бидат многу мали, мали, средни, големи и многу големи (табела 23).

Табела 23. Класификација на свлечиштата според површина и волуменот

Класификација со опис	Површина (m ²)	Волумен (m ³)
многу мало	помало од 100	помало од 100
мало	100-1000	100-5000
средно	1000-10 000	5000-100 000
големо	10 000-100 000	100 000-1 000 000
многу големо	поголемо од 100 000	поголемо од 1 000 000

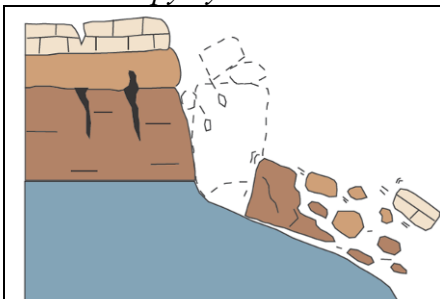
5.1.2. Опис и илустрација на различните видови на поместување на теренот (модифицирано од The Landslide Handbook—A Guide to Understanding Landslides од Highland M.L., USGS, и Peter Bobrowsky, GSC, Циркулар 1325 од 2008 година)

Познавањето на карактеристиките на секој одделен вид на свлекување е особено значајно од аспект на правилно избирање на метод за проценка на hazardот и ризикот од свлекување, а подоцна и при планирањето на мерките за намалување на ефектите од свлечиштата или нивна санација. Од видот на свлекувањето зависи потенцијалната брзина, димензиите и растојание на придвижувањето, како и можните ефекти на свлечиштето врз објектите и соодветните мерки за санација кои би требало да се разгледаат. Во делот кој следи се дадени илустрации и опис за секој поодделен вид на свлекување.

5.1.2.1 Одронување

 <p>Одроните се карпести или почвени фрагменти кои нагло се откинуваат и придвижуваат кон пониските делови на падина или косина. Материјалот кој паѓа вообичаено удира на пониските делови на косината под агол помал од аголот на паѓање што предизвикува отскокнување. Може да дојде до раздробување на ваквиот материјал и негово тркалање на кон терени кои се наоѓаат хипсометриски пониско од локацијата на појавување, а запира дури кога ќе се зарамни теренот.</p>	<p>Појавување и релативна големина Вообичаено се јавуваат на многу стрми и вертикални падини и косини, долж морски клифови, карпести и стрми речни бокови и клисури. Волуменот на материјалот може да варира значително и тоа од индивидуални парчиња на карпи или почва до масивни одронувања со неколку илјадници метри кубни во големина.</p> <p>Брзина на придвижување Многу брзо до екстремно брзо; отскокнување и тркалање на откинати карпи, почва и самци. Брзината на тркалање зависи од наклонот на падините и косините.</p> <p>Причини за појавување Потсекување на косините со природни процеси со дејноста на потоци и реки или диференцијално ветрење (на пример циклуси на мрзнење и одмрзување), техногени причини како ископ за време на изградба на патишта или одржување, или земјотреси и друга интензивна вибрација.</p> <p>Ефекти (директни и индиректни) Материјалот кој се одронува може да биде опасен по животите на луѓето. Одроните може да оштетат имоти кои се наоѓаат долж патеката на движење. Блокови-самци можат да отскокнат и да се истркалат на големи растојанија и да оштетат објекти или да загрозат животи на луѓето. Штетите на патиштата и железниците се особено големи. Паѓање на одронет материјал врз транспортни средства може да предизвика смрт и да блокира автопати и железнички пруги.</p>
---	---

5.1.2.2 Обрушување



Обрушување се дефинира како ротирање напред на карпест или почвен материјал од одредена падина или косина околу точка или оска на ротација под центарот на рамнотежа на поместената маса.

Појавување и релативна големина

Вообичаено се јавуваат паралелопипедно лачени и испукани вулкански карпести маси, како и долж потоци и речни токови со стрми падини. Обрушувањето може да се состои од карпи, дробина или земја. Можат да бидат комплексни и композитни со најразлични димензии.

Брзина на придвижување

Екстремно бавно до екстремно брзо; понекогаш забрзуваат во текот на движењето зависно од поминатото растојание

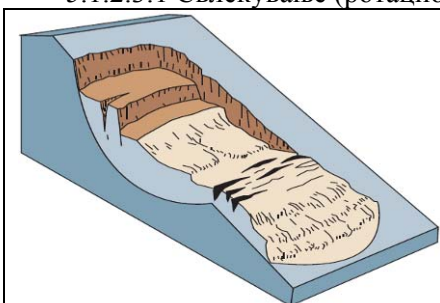
Причини за појавување

Понекогаш обрушувањето е иницирано од гравитацијата и тежината на материјалот кој се наоѓа над поместената маса. Понекогаш се јавува поради вода или замрзнување во пукнатините на карпестата маса, вибрации, потсекување и диференцијално распаѓање, ископ, ерозија.

Ефекти (директни и индиректни)

Можат да бидат екстремно деструктивни, особено кога ломот е ненадеен и/или брзината е голема.

5.1.2.3.1 Свлекување (ротационо)



Свлекување (ротационо) се јавува во форма на лажица (рамнината на свлекување) и поместувањето е ротационо околу оската која е паралелна на контурата на падината или косината. Поместената маса под одредени услови може да се движи релативно кохерентно долж рамнината на свлекување со мали внатрешни деформации. Челото на поместениот материјал може да се движи речиси хоризонтално надолу, а горната површина на поместениот материјал може да се заротира назад кон челото (лузната).

Појавување и релативна големина

Бидејќи вообичаено се јавуваат во хомогени материјали, тие се најчестиот вид на свлекување во „наспани“ материјали. Се поврзуваат со падини чиј наклон е помеѓу 20-40°. Во почви, рамнината на свлекување генерално има однос длабина/должина помеѓу 0.3-0.1. Ако поместувањето е ротационо и има неколку паралелни рамнини на свлекување тогаш се нарекува спуштање.

Брзина на придвижување

Екстремно бавно (помалку од 0.3 m на 5 години), средно брзо (1.5m на месец), до брзо.

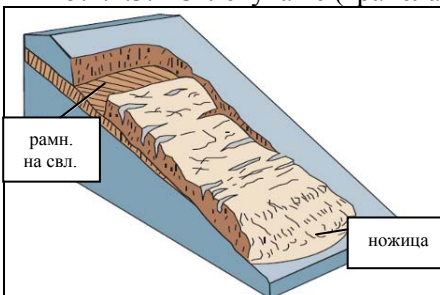
Причини за појавување

Интензивни и/или продолжени врнежи или брзо топење на снег доведува до заситување на падините и покачено ниво на подземната вода во теренот; брзи спуштања на нивото на реките после поплави, покачување на ниво на подземна вода како резултат на пополнување на резервоари, или покачување на нивото на водата во потоци, реки и езера, што може да предизвика ерозија во ножицата на падините. Може да бидат иницирани и од земјотрес.

Ефекти (директни и индиректни)

Можат да бидат екстремно деструктивни за објекти, патишта, водоснабдителни и енергетски системи, но вообичаено не го загрозуваат животот на луѓето ако се бавни. Објектите кои се сместени на масата која се движи можат да бидат значително оштетени како што масата се ротира и деформира. Доколку станува збор за поголема маса, многу е тешко перманентно да се стабилизира. Овој вид на свлекување може да резултира и со блокирање на водени текови и да предизвика поплавување.

5.1.2.3.2 Свлекување (транслаторно)



Свлекување (транслаторно). Масата се движи надвор од падината, или надолу и нанадвор долж релативно планарна површина со мало ротационо движење или извивање наназад. Се развиваат преку значителни растојанија доколку површината на свлекување е доволно наклонета, спротивно на ротационото свлекување каде постои природна предиспозиција за постигнување на рамнотежа. Материјалот може да биде претставен од растресити неконсолидирани почви до екстензивни плочи на карпи.

Појавување и релативна големина

Ова се едни од најчестите видови на свлекување. Транслаторните свлекувања вообичаено се случуваат долж геолошки дисконтинуитети како раседи, пукнатини, слојни површини или на контактот помеѓу почвата и основната карпа. Генерално се поплитки од ротационите свлекувања. Рамнината на свлекување има однос длабина/должина помалку од 0.1, а според големината може да бидат мали до регионални свлечишта широки и по неколку km.

Брзина на придвижување

Иницијално поместувањето може да биде бавно (1.6m на година), но многу свлечишта се со средна брзина (1.3m на месец) до екстремно брзи. Со зголемување на брзината, масата која се свлекува може да се дезинтегрира и да се развие во дробинска лавина.

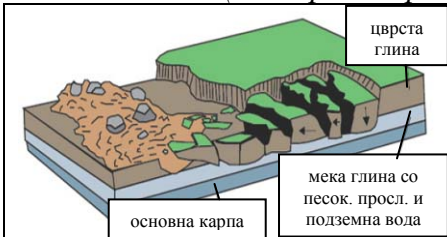
Причини за појавување

Интензивни врнежи, покачено ниво на подземната вода во масата на свлечиштето поради врнежи, топење на снег, поплавување и друг доток на вода од наводнување, или течење од канализација и водовод; потсекување на косини при изведба на објекти од различен карактер. Може да биде иницирани и од земјотрес.

Ефекти (директни и индиректни)

Овој вид на свлекување иницијално може да биде бавен, со нанесување на штета на имоти и/или енергетски системи; во некои случаи може да добијат на брзина па да бидат опасни по животот на луѓето. Свлекувањето може да резултира и со блокирање на водени текови и да предизвика поплавување.

5.1.2.4 Наноси (планарно ширење)



Наноси (планарно ширење). Вообичаени се на многу благи падини или во основа рамен терен, особено на места каде горниот слој на почва или карпа е подложен на екстензија и се движи врз помек, послаб слој. Вакви случаи се вообичаено придружени со некое генерално тонење во помеките слоеви од подината. Кај карпестите вариетети, цврстата земја се раширува и распукува, одвојувајќи се полека од стабилниот дел и движи врз помекниот слој без задолжително да формира препознатлива површина на свлекување. Помеката, послаба единица, може по одредени услови да се втисне нагоре во пукнатините и да ја раздвои масата во блокови. Кај почвените наноси, горниот стабилен слој се протега врз послаба единица која е во „втечната“ состојба после ликвидација или пластична деформација. Доколку послабата единица е релативно дебела, распуканите блокови од кровината може да се втиснат во нејзе, да се движат транслаторно, да ротираат и распаѓаат на помали делови, дури и да се втечат

Појавување и релативна големина

Најчести се во терени подложни на ликвидација. Исто така и во сеизмички активни области. Областа зафатена со поместувањата на почетокот може да биде мала и да има неколку пукнатини кои може да се рашират доста брзо и да се загрози подрачје со ширина од неколку стотина метри.

Брзина на придвижување

Можат да бидат бавни до средно брзи а некогаш брзи, особено после одредена причина за појавување како земјотрес. Масата може полека да се рашири со текот на времето од неколку mm^2 на ден до 10тина m^2 на ден.

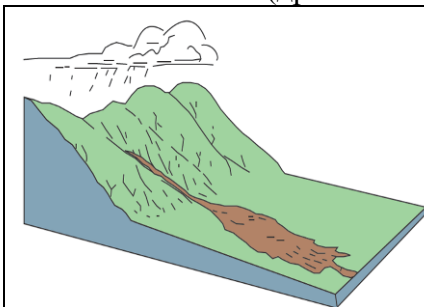
Причини за појавување

Факторите кои можат да го дестабилизираат слабиот слој опфаќаат: ликвидација на послабиот слој поради земјотрес; природно или антропогено претоварење на теренот над некоја нестабилна косина; заситување на послабиот слој од подината поради врнежи, топење на снег и/или промена во нивото на подземната вода; пластична деформација на нестабилниот материјал во далбина (на пример сол, гипс).

Ефекти (директни и индиректни)

Може да настане голема штета на имотот, згради, патишта, железници и дистрибутивни системи. Може да се рашири доста бавно или брзо, во зависност од степенот на водозаситеност на различните почвени слоеви. Планарното ширење може да биде предвесник на свлекување од видот на земјени лавини.

5.1.2.5.1 Течишта (дробински ток)



Дробински ток. Форма на брзо движење на материјал во кој растресена почва, карпии понекогаш органска материја се комбинираат со вода и формираат кашеста маса која тече долж падините. Неформално и несоодвено се нарекуваат токови на „кал“ поради големата количина на ситнозрн материјал кој може да биде присутен во масата. Повремено ротационо или транслаторно свлекување ќе добие на брзина при што се губи внатрешната кохезија или се зголемува содржината на вода, при што преминува во дробинска лавина. Понекогаш може да се јават суви лавини во неврзани материјали (песок). Овој вид на свлекување може да биде опасен по животот на луѓето бидејќи се доста брзи и се јавуваат без предупредување.

Појавување и релативна големина

Се јавуваат во стрми јаруги и кањони; може да бидат интензивирани на денудирани, опожарени или дефорестирани површини. Вообичаени се во вулкански области со слаби почви.

Можат да бидат со мала длабина и водозаситени или дебели со седимент и дробина и вообичаено се ограничени со димензиите на стрмите јаруги кои го овозможуваат нивното движење надолу. Генерално овој вид на поместување е релативно плиток а досегот на материјалот кој се свлекува е долг и тесен, понекогаш со протегање од неколку километри на стрми терени. Дробината и калта вообичаено завршуваат во ножицата на падините и формираат триаголни наслаги во форма на лепеза (форма на пролувијална лепеза) кои исто така може да бидат нестабилни

Брзина на придвижување

Можат да бидат екстремно брзи 50-60km на час во зависност од конзистенцијата и наклонот на падината.

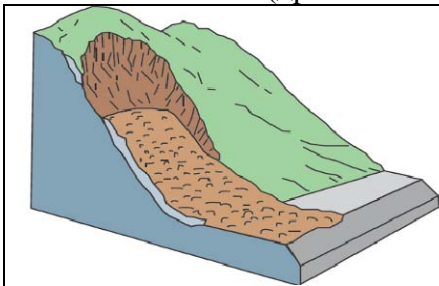
Причини за појавување

Дробинските токови се вообичаено предизвикани од интензивни површински дотекувања на вода, поради интензивни врнежи или брзо топење на снег, што ги еродира и мобилизира растреситите почви и карпи на стрми падини. Исто така, доста често се мобилизираат и од други видови на свлекување кои се јавуваат на стрми падини, скоро целосно се заситени, и се состојат од голема пропорција на материјал со гранулација на прашина и песок.

Ефекти (директни и индиректни)

Можат да бидат девастирачки поради нивното брзо појавување и развивање, големата брзина на поместување, и фактот дека можат да носат големи блокови и други парчина дробина. Можат да поместат објекти со големина на кука или да пополнат објекти со брза акумулација на седимент и органска материја. Можат да влијаат на квалитетот на водата поради нанесување на големи количини на прашина и дробина.

5.1.2.5.2 Течишта (дробинска лавина)



Дробинска лавина. Во основа се големи, екстремно брзи често на отворени падини токови, формирани кога една нестабилна падина доживува лом и резултирачките фрагментирани материјали брзо се транспортираат надвор од падината. Во некои случаи, снег и мраз ќе допринесат за придвижувањето доколку има доволна содржина на вода.

Појавување и релативна големина

Се јавуваат во стрми терени; исто така и кај стрми вулкани, при што се движат во дренажните патеки. Познати се лавини кои можат да транспортираат блокови со големина до 3 km, на растојание од неколку km од нивниот извор.

Брзина на придвижување

Брзи до екстремно брзи; и до 100m на секунда.

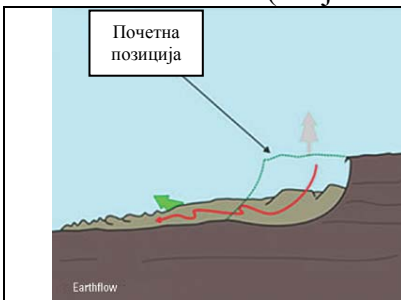
Причини за појавување

Постојат два типа на дробински лавини „ладни“ и „топли“. За ладни се сметаат лавините кои резултираат поради нестабилни падини, како на пример кај раздробени падини на стрм терен или со дезинтеграција на основна карпеста маса за време на појава на поместување од видот на свлекување при негово движење надолу со голема брзина. Во тој момент, масата може да се трансформира во дробинска лавина. Топла лавина е она која е резултат на вулканска активност.

Ефекти (директни и индиректни)

Дробинските лавини можат да патуваат неколку km пред сопирање, или можат да се трансформираат во поводозаситени токови кои можат да продолжат да се движат уште десетици km низводно. Таквите ломови може да поплават цели градови и села или да го нарушат квалитетот на потоците.

5.1.2.5.3 Течишта (земјена лавина)



Земјена лавина. Може да се јават на зарамнети до благо наклонети падини, вообичаено во ситно-зрнести почви (глини и прашина), но исто така и во многу распаднати, основни карпи богати со глиновити минерали. Масата во една земјена лавина се движи како пластичен или вискозен тек со силни внатрешни деформации. Свлекувањето се интензивира кај челото - ретрогресивно.

Појавување и релативна големина

Земјените лавини се јавуваат во региони каде во подината има ситно-зрнести почви или многу распаднати карпи. Свлекувања или планарно ширење при поместувањето во пониските делови може да преминат во земејени лавини.

Големината може да варира од 100 m² до големи настани од неколку km². Длабината на лизгање може да биде од плитка до неколку десетина метри.

Брзина на придвижување

Многу бавни до многу брзи.

Причини за појавување

Најчеста причина за појавување е заситување на почвата при пролонгиран интензивни врнежи или топење на снег, брзо спуштање на нивото на подземна вода, ерозија со потоците во ножицата на падината, ископ и градежни активности, прекумерно товарење на падината, земјотреси или вештачки створени вибрации.

Ефекти (директни и индиректни)

Брзи земјени лавини може да деградираат големи области на рамен терн кој се наоѓа над падината и може да дојде до поместување на материјалот на големи растојанија, што потенцијално може да резултира со човечки жртви, деструкција на згради и линеарни линиски инфраструктурни објекти, преградување на реки со резултат поплавување на возводниот дел од теренот и проблеми со закалување низводно. Побавните земјени лавини можат да оштета имоти и линеарна инфраструктура.

5.1.2.5.4 Течишта (ползење)



Ползење. Се состои од незамисливо бавно, постојано придвижување на почвени или карпести падини. Поместувањето е условено од внатрешните напрегања на смолкнување кои се доволни да предизвикаат деформации но недоволни да предизвикаат лом. Може да биде регионално (до 10 km²) или ограничено на мали простори.

Појавување и релативна големина

Ползењето е веројатно најчестиот вид на свлекување во светот и често претходи на побрзите и поопасни видови на свлекување. Постојат три основни типови на ползење: сезонски-(поместувањето е во длабина на почвата зафатена од сезонските промени на влага и температура); постојани-(каде напрегањата на смолкнување постојано ја надминуваат јакост на материјалот); и прогресивни-(каде падините ја достигнуваат точката на лом за други видови на поместување на теренот). Тешко е да се одредат границите на просторот зафатен со ползење.

Брзина на придвижување

Многу бавни до екстремно бавни. Вообичаено помалку од 1m за 10 години.

Причини за појавување

За сезонско ползење најчести причини се врнежи и топење на снег, додека за останатите видови на ползење постојат бројни причини: физичко-хемиско распаѓање, пукнати цевки, слаба дренажа, неправилна градба итн.

Ефекти (директни и индиректни)

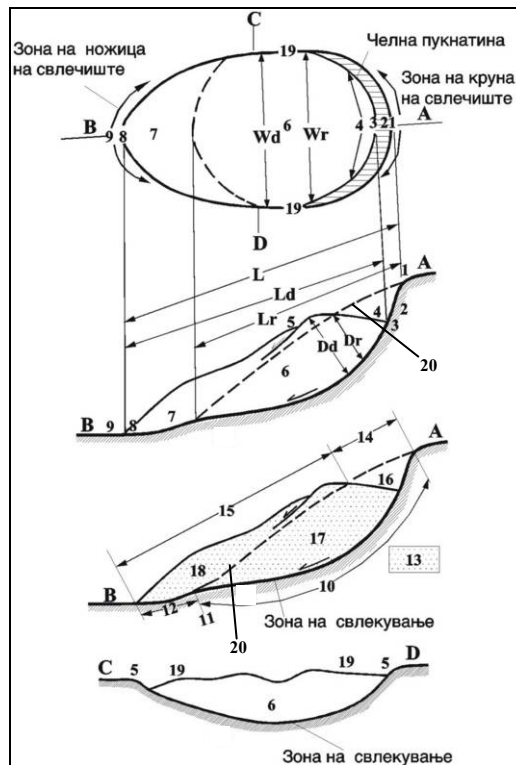
Бидејќи е тешко да се детектираат поради бавноста, ползењето некогаш не може да се препознае при оценување на погодноста на одреден терен за градење. Ползењето може бавно да искине цевки, оштети згради, автопатишта, огради, итн, и може да доведе до подрастични поместувања на теренот и подеструктивно и побрзо поместување.

5.1.3. Терминологија за опишување на елементите на свлечишта според IАЕG 1990 година

Од страна на комисијата на Меѓународното друштво за инженерска геологија (IAEG) во 1990 година предложена е терминологија за означување на основните елементи на поместувањата од видот на свлекување (ротационо и транслаторно). Се препорачува при описот на овој вид свлечишта во Р. Македонија да се користи терминологија дадена во табела 24, слика 23, димензиите на свлечиштата се определуваат според табела 25.

Табела 24. Основни елементи на поместувања од типот на свлекување (ротационо и транслаторно), наноси (планарно ширење) и течишта

Ознака	Име	Дефиниција
1	Чело (круна)	Практично непореметен материјал, се спојува со највисоките делови на челната пукнатина (2)
2	Главна челна пукнатина (скок)	Стрмна површина на непореметената почва во горниот дел на свлечиштето формирана при движење на покренатата маса (13) преку непореметената почва; таа го претставува видливиот дел на површината на свлекување (10)
3	Врв	Највисока точка на контакт меѓу придвижениот материјал (4) и челна пукнат. (2)
4	Глава на свлечиштето	Горен дел на свлечиштето по должина на контактот меѓу придвижениот материјал и главната челна пукнатина (2)
5	Секундарна пукнатина	Стрмна површина во придвижениот материјал на свлечиштето, настаната со нерамномерното движење внатре во неговото тело
6	Тело (стомачен дел) на свлечиштето	Дел од придвижениот материјал, кој се наоѓа над свлечишната површина меѓу челната пукнатина (2) и подината на површината на свлекување (11)
7	Јазик на свлечиштето	Дел од свлечиштето, кое е навлечено преку подината на површината на свлекување (11) и лежи преку природната површина на теренот
8	(Ножица)	Најоддалечена точка од врвот на свлечиште (3) која се наоѓа на неговата подина (9)
9	Зона на ножица или стапало (дно) на свлечиштето	Долен, обично криволиниски завршеток на придвижениот материјал на свлечиштето, најоддалечен дел од главната челна пукнатина (2) до крајот на свлечиштето (8)
10	Површина (зона) на свлекување	Површина што се образува на долната граница на телото на свлечиштето (6), односно на придвижениот материјал (13) над основната стабилна зона од теренот
11	Дно на површината на свлекување	Пресек (обично покриен) меѓу долниот дел на површината на свлекување (10) и првобитната површина на теренот
12	Разделна површина	Дел од првобитната површина на теренот покриен со јазикот (7) на свлечиштето
13	Придвижен материјал	Придвижена маса на падината од својата првобитна положба при активирање на свлечиштето; формирана од придвижената (17) и акумулираната маса (18)
14	Зона на пренесување на материјалот	Простор во свлечиштето, внатре во кој придвижениот материјал (13) лежи пониско од првобитната положба на теренот
15	Зона на акумулација	Дел од свлечиштето во чија внатрешност придвижениот материјал се наоѓа преку првобитната површина на теренот (20)
16	Зона на слегање на материјалот	Волумен, ограничен со челната пукнатина (2), површината на придвижена маса (17) и првобитната површина на теренот (20)
17	Поместена маса	Волумен на придвижен материјал (13) кој се наоѓа над зоната на свлекување (10), но пониско од првобитната површина на теренот (20)
18	Акумулиран материјал	Волумен на придвижен материјал (13) кој лежи преку првобитната површина на теренот (20)
19	Крила на свлечиштето	Неподвижен материјал на бочните страни на свлечиштето
20	Првобитна површина на теренот	Површина на падина која постоела пред почетокот на лизгањето



Слика 23. Основни елементи на свлечиште според комисија на IAEG, 1990 година

Табела 25. Основни димензии на поместувања од типот на свлекување (ротационо и транспаторно)

Ознака	Име	Дефиниција
W_d	Ширина на придвижената маса	Најголема ширина на придвижената маса, попречно на должината L_d
W_r	Ширина на свлечувачката површина	Најголема ширина меѓу боковите на свлечиштето, попречно на должината L_r
L	Вкупна должина	Минимално растојание од крајот (ножицата) до круната на свлечиштето
L_d	Должина на придвижената маса	Минимално растојание меѓу крајот на свлечиштето (8) до врвот (3)
L_r	Должина на површина на свлечување	Минимално растојание од дно на површината на свлекување (11) до круната на свлечиштето
D_d	Дебелина на придвижената маса	Максимална дебелина на придвижената маса, измерена нормално на површината на која се наоѓаат W_d и L_d
D_r	Длабочина до површината на свлекување	Максимална длабочина на површината на свлекување која се наоѓа под природната површина на теренот измерена нормално на рамнината во која се наоѓаат W_r и L_r
V	Волумен на свлечиштето	$1/6 \rho D_r \cdot W_r \cdot L_r$

Кај поместувањата од видот на одронување и обрушување опишувањето на истите е едноставно со дефинирање на големината на откинатиот блок, или дефинирање на големината на откинатиот материјал во ножицата на анализираната падина изразена во m^3 . Кај ваквите видови на поместување освен големината на откинатата маса од основно значење е и познавањето на зачестеноста на појавите за што треба да се обрати големо внимание.

Кај видовите на поместување како наноси (планарно ширење) и течишта се опишува геолошкиот состав на материјалот, големината, траекторијата и брзината на движење.

Во одредени случаеви, нестабилни појави кои во почетокот се развиваат како бавни течишта (ползење) може брзо да го сменат механизмот и да се трансформираат во лавини од различен карактер (на пр. дробински ток-во дробинска лавина или ползење во земјена лавина), што треба да се има во предвид при класификацијата.

Во праксата доста чести се и сложените поместувања кои се резултат на комбинација од два или повеќе механизми на свлекување. Ваквите случаеви треба посебно да се изучуваат бидејќи можат да бидат карактеристични само за одредени региони, а тоа подразбира примена на методологија за проценка на подложноста и хазардот од свлекување која е соодветна само за дадениот регион.

Како посебна категорија треба да се издвојуваат и појавите на камено-снежни лавини, кои се карактеристична појава за одредени планински региони во Р. Македонија.

За практични потреби, особено важно е да се изврши поделба на појави кои се случиле на природни падини и појави кои се случиле на вештачки косини (насипи, засеци и усеци за железнички пруги, автопатитшта, регионални патишта, објекти итн.).

6. ПРИНЦИПИ НА ГИС БАЗИРАНА БАНКА НА ПОДАТОЦИ ЗА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ

6.1. БЕНЕФИТИ, МОЖНОСТИ И ЦЕЛИ НА ГИС БАЗИРАНА БАНКА НА ПОДАТОЦИ

Со формирањето на банката на податоци и картите на подложност, хазард и ризик од нестабилни појави ќе се подобри работата на институциите задолжени за справување со катастрофи. Ќе се створат и услови за побрзо реагирање, издавање на предупредувања (алармирање на населението) и стабилизација на свлекувањата или нивно спречување, мониторинг на активните појави и проценка за можностите од развој на нови свлекувања со поголеми или помали последици врз населението и инфраструктурата.

ГИС банката на податоци ќе овозможи да се освежуваат, елаборираат, пребаруваат и интерактивно поврзат податоците од картографска, табеларна и алфанумеричка форма (пропратени со фотографии) и ќе овозможи подобрување на можностите за собирање на нови податоци за појавите како резултат на претходно собраните информации.

ГИС банката на податоци ќе помогне во менаџирањето на овој вид на геохазард на национално и регионално ниво. Врз основа на податоците кои се внесени во базата ќе се овозможи доделување на приоритет за мониторинг, подобрат условите за реакција и санација на најкритичните појави во текот на времето.

Во делот кој следи презентираан е стратешки план за формирање и одржување на банка на податоци за нестабилни појави за територијата на Р.Македонија (слика 24). Со истиот е предложено формирање или одредување на национално тело (институција) кое ќе собира и обработува податоци за случени, актуелни и идни нестабилни појави на територијата на Р.Македонија.

Банката на податоци во која ќе се содржат алфанумерички податоци за нестабилните појави со нивен графички приказ, како и карти на подложност, хазард и ризик од свлекување е замислена како динамична, лесна за користење и достапна за сите државни институции и широката јавност преку интернет.

Квалитетот на податоците кои се внесуваат при процената на хазардот и ризикот од свлекување е од основно значење за веродостојноста на резултатите. Некомплетните и неточните податоци би допринеле за подготовка на карти кои ќе дадат погрешна претстава за распоредот на хазардот кој произлегува од нестабилните појави. Од друга страна, квалитетни податоци овозможуваат подготовка на прецизни модели на хазардот и ризикот што е основа за донесување на правилни одлуки во поглед на планирањето на просторот и развојот на инфраструктурата на земјата. Оттука со стратешкиот план е предложена таква структура на телото за свлечишта каде посебни тимови ќе работат на различни аспекти поврзани со свлечиштата, и тоа: тимови за собирање на техничка документација, тимови за теренско картирање и истражување, тимови за подготовка и одржување на банката на податоци и подготовка на карти за хазард и ризик од свлекување. Како крајна цел на сите активности на ова тело (институција) е: предлагање на соодветни методи за градба во зависност од подложноста кон свлекување на дадено подрачје, предлагање на заштитни и санациони мерки во загрозените подрачја, соработка со министерството за животна средина и просторно планирање и министерството за транспорт и врски. Сите овие аспекти одат во прилог кон правилен развој на инфраструктурата, како на регионално така и на локално ниво.



Слика 24. Стратешки план за формирање на банка на податоци за свлечишта во Р.Македонија

6.2. СТРУКТУРА НА ГИС БАЗИРАНА БАНКА НА ПОДАТОЦИ

Со цел да се одбере најсоодветна и што е можно попрактична структура на банката на податоци за нестабилни појави, спроведено е истражување и анализа на сите постојни европски банки на податоци. По одредени параметри меѓу моделите се јавуваат многу големи разлики додека по други се доста компатибилни. Како и да е самата структура на било која банка на податоци зависи од голем број различни фактори, а пред се од достапноста на ресурсите, што е пак резултат на степенот на развој на земјата.

Оттука, според моменталните услови во Република Македонија (2014), а со основните начела за создавање на можност за поедноставена комуникација и користење на информациите од банката на податоци (како помеѓу надлежните служби така и нивно споделување со населението) се предлага истата да биде структурирана во неколку нивоа на корисници кои ќе имаат различни можност за внесување, обработка, предлагање и измена на податоци за нестабилни појави.

Предложени се следните нивоа за внесување и менаџирање со банката на податоци:

Ниво 1- Администратор (Носител)

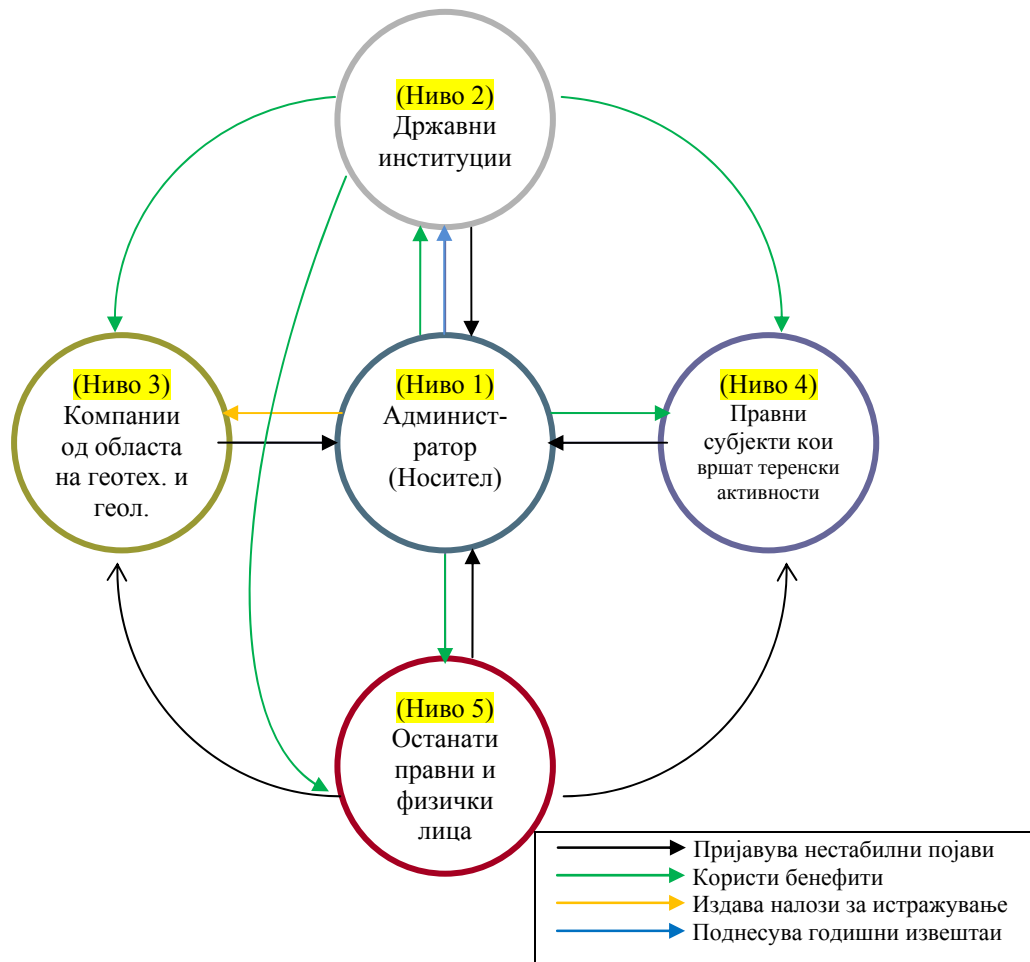
Ниво 2- Државни институции

Ниво 3- Компаниии од областа на геотехниката и геологијата

Ниво 4- Правни субјекти кои вршат теренски активности

Ниво 5- Останати правни, и физички лица

Интерактивноста помеѓу различните нивоа на корисници на банката на податоци е прикажана на слика 25. Активностите, обврските и бенефитите за секое ниво на корисници се образложени во текстот кој следи.



Слика 25. Интеракција помеѓу различните нивоа на корисници на банката на податоци за нестабилни појави на Р.Македонија

Ниво 1- Претставува највисоко ниво на корисници кои имаат целосен пристап до банката на податоци со следните можности и обврски (носител-администратор на банката):

- Создавање, промена или дополнување на самата структура на банката на податоци
- Овозможување на пристап на корисниците од пониските нивоа
- Подготовка на стратегија за систематско картирање, истражување и анализа на нестабилни појави
- Доделување на задачи до 3-то ниво на корисници за спроведување на детални геотехнички и геолошки истражувања
- Прибирање, проверка, обработка и внесување на податоците за нестабилни појави пријавени од сите пониски нивоа на корисници
- Подготовка на катастарски и карти на подложност, хазард и ризик од нестабилни појави
- Препораки за превземање на мерки за санација или намалување на ефектите од нестабилните појави.

- Препораки до Министерство за животна средина и просторно планирање, Министерство за Транспорт и Врски и др.
- Поднесување на годишни извештаи за настанатите штети и превземени санациони мерки и нивното чинење до надлежните институции. (Министерство за финаниси).
- Соработка со слични организации од други земји, размена на искуства со цел подобрување на стурктурата и функционирањето на банката на податоци.
- Организирање на работилници, симпозиуми и останати собири за презентација на резултатите од истражувањата.

Ниво 2- Државни институции, овде спаѓаат Министерство за Животна Средина и Просторно Планирање, Агенција за планирање на просторот, Министерство за Земјоделство, Шумарство и Водостопанство, Агенција за катастар на недвижности, Јавно претријатие за државни патишта, Надзор на патишта во рамките на ЈП Македонија пат, Регионални центри за управување со кризи, Територијални противпожарни единици, Министерсво за внатрешни работи и др., со следните можности и обврски:

- Користење на сите бенефити од податоците и картите во банката на податоци
- Пријавување на забележани нестабилни појави и состојба на загрозени инфраструктурни објекти (населби, патишта, железници, мостови, брани) до Администраторско ниво,
- Анализа на резултатите од годишните извештаи поднесени од администраторско ниво, предлагање и усвојување на стратегии за справување со нестабилните појави,
- Комуникација на евентуалните опасности со граѓаните и спроведување на мерките предвидени со план за санација и одбегнување на опасноста од нестабилни појави,
- Информирање на граѓаните за намалување на повредливоста на нивните имоти и добра,
- Мониторинг на активни и санирани нестабилни појави,
- Издавање на аларми, забрани и ограничувања во случај на предвидливи опасности

Ниво 3- Претпријатија од областа на геологијата и геотехниката

- Пријавување на забележани нестабилни појави до Администраторско ниво,
- Вршење на геолошки и геотехнички истражувања според усвоена стратегија од повисоките нивоа
- Подготовка на стручна документација (подложна на ревизија) и внесување во банката на податоци
- Мониторинг на активни и санирани нестабилни појави,
- Предлози до повисоките нивоа од различни аспекти

Ниво 4- Правни субјекти кои вршат теренски активности (компаниии од градежништвото, нискоградба, канализација и водовод, електродистрибутивни и телекомуникациски мрежи и др.).

- Пријавување на забележани нестабилни појави до сите погорни нивоа, приоритетно до ниво 1, овде спаѓаат појави на одрони на патни правци, разни видови на нестабилни појави кај земјоделски површини, пријава на деформации во станбени објекти, оштетување на системи за водоснабдување, телекомуникација, канализација итн.
- Пријавување на забележани нестабилни појави при изведба на градежни објекти од различен вид.
- Придржување и следење на препораките и ограничувањата при градење издадени од повисоките нивоа.
- Почитување на издадените забрани за изградба на објекти во подрачја означени со висок хазард од слевкување.

Ниво 5- Останати правни, и физички лица

- Пријавување на забележани нестабилни појави до погорни нивоа 1,3,4, приоритетно до ниво 1, и тоа: одрони на патни правци, разни видови на нестабилни појави кај земјоделски површини, пријава на деформации на индивидуални станбени објекти и помошни објекти итн.
- Придржување и следење на препораките и ограничувањата издадени од повисоките нива.
- Следење на препораките за намалување на повредливоста на нивните имоти и добра.
- Почитување на издадените забрани за изградба на објекти во подрачја означени со висок hazard од слевување.
- Почитување на издадени упатства и забрани за време на непосредна опасност.

6.3. ПРЕДЛОГ ЗА МОЖЕН НОСИТЕЛ И ОДРЖУВАЧ НА БАНКАТА НА ПОДАТОЦИ

По примерот на останатите Европски земји (Глава 3) за можен носител на банката на податоци за нестабилни појави (Ниво 1) се предлага **Геолошкиот Завод на Република Македонија**. ГИС базираната банка на податоци за геологија која ја создава и одржува оваа институција (2014) ќе овозможи лесно внесување на податоците за нестабилните појави од корисниците во нивоата кои имаат такво овластување (Ниво 2,3,4,5). Во форма на посебен модул (Катастар на слевчишта) од геолошката ГИС базирана банка на податоци ќе се внесуваат сите релевантни информации кои ќе доаѓаат до највисокото ниво и информациите кои ги прибираат специјалните тимови во самата институција.

Сите нестабилни појави ќе бидат дефинирани според напред наведената класификација со соодветните елементи за нивен опис а во зависност од видот на слевување. За таа цел потребно е да се дефинира содржината на поединечен катастарски лист за секоја од нестабилните. Структурата на истиот е образложена во продолжение.

Како носители на банката на податоци може да се предложат и Агенцијата за планирање на просторот, Центарот за управување со кризи, Министерството за животна средина и просторно планирање и др. Банката на податоци за нестабилни појави може да биде и интегрален дел од една поголема база на податоци за природни hazardи (multihazard database) која најверојатно во иднина ќе биде обврска на земјите од Европската унија.

6.4. КАТАСТАРСКИ ЛИСТ ЗА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ

Секоја регистрирана појава на поместување независно од нивото на корисник кој ја пријавува кај носителот на базата (Ниво 1) е потребно да се дефинира со поголем број на основни и детални атрибутивни информации и параметри. Во банките на податоци на различни институции во Европа деталноста на информации и параметри за секоја појава е различно во повеќе аспекти. Врз основа на спроведените споредби како една од најдобро структурирана се смета содржината на катастарскиот лист за нестабилни појави кој се користи за банката (катастарот) на податоци на Италија IFFI според Amanti et al. (1996 и верзија 2.33 од Amanti et al. 2001). Оттука, врз основа на структурата на катастарскиот лист на IFFI во продолжение накратко е дадена модифицирана содржина на катастарскиот лист кој се предлага да се користи за ГИС банката на нестабилни појави на Р.Македонија. Примерок од катастарскиот лист е даден на прилог 4.

Информациите на катастарскиот лист за нестабилни појави се поделени на неколку делови и тоа:

- Општи податоци
- Последна промена
- Геометрија
- Позиција на нестабилна појава
- Геологија
- Користење на земјиштето
- Експозиција
- Хидрогеологија
- Класификација
- Активност
- Причини за појава на нестабилноста
- Предвесници на нестабилноста
- Нанесена штета
- Изведени студии и истражувања, превземени мерки за санација
- Графичка презентација на појавата (геолошки карти и профили)
- Геотехнички параметри на карпестите маси
- Детални информации за повредливост на население и инфраструктура
- Пресметка од нанесена штета и трошоци за изведени истражни и санациони активности.

Според нивоата на познавање, субјектот (од ниво 2, 3, 4, 5) кој ја пријавува нестабилната појава, во катастарскиот лист ги внесува нему познатите параметри за појавата. Откако појавата ќе се пријави до ниво 1 (Администратор), се издава налог до ниво 3, по што излегува екипа на терен која ги собира сите моментално достапни останати информации, предлага методи за понатамошни истражувања и/или мониторинг и санација и ја комплетира содржината на катастарскиот лист.

Освен ваквата реакција при пријавување на нестабилности, администраторот на базата ќе има обврска преку тимот за теренско картирање, да изготвува годишни програми за картирање во размер 1:25 000, со цел стварање на можност за подготовка на карти на хазард од нестабилни појави и нивно вклучување во националната легислатива. Со ова би се приближиле кон крајната цел на предложените активности, а тоа е превенција и заштита на населението и добрата од геохазардот наречен свлечишта.

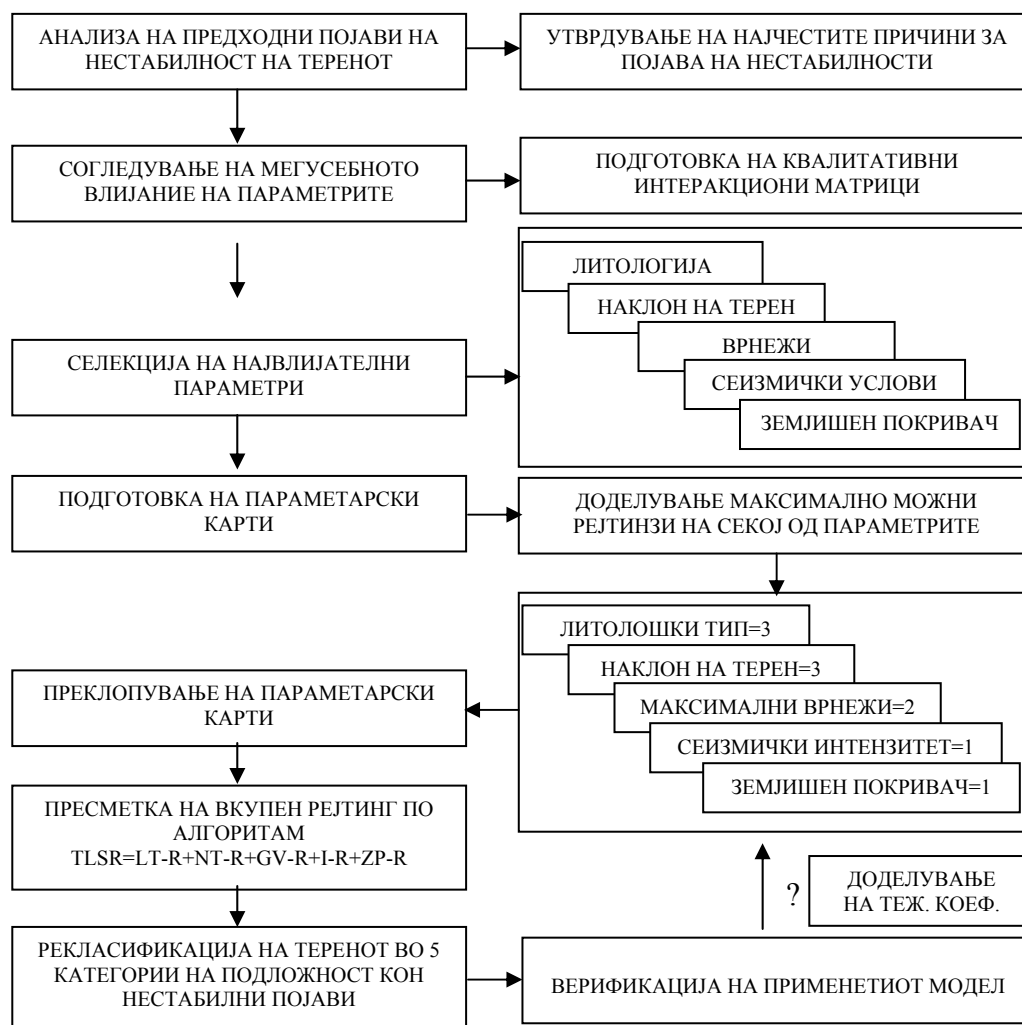
За полесно препознавање на нестабилностите на теренот, за граѓаните, во рамки на интернет порталот на ГИС банката на податоци, потребно е да се постави објаснување на сите видови на нестабилности на теренот, графички и текстуално (на македонски јазик) според класификацијата на Varnes D.J. од (1978) и (1996), и според IAEG (1990).

7. МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНКА НА ПОДЛОЖНОСТ КОН СВЛЕКУВАЊЕ СО ПРИМЕНА НА ГИС ТЕХНОЛОГИЈА

Една од целите кои се поставени при изработката на дисертацијата, е да се воспостави една методологија за проценка на подложноста за свлекување, која ќе понуди можност да се интегрираат сознанијата на ова поле и истовремено ќе овозможи вклучување на потребните параметри за анализа со примена на современите алатки. Предложената методологија е тестирана и верифицирана на едно карактеристично тест подрачје, со цел да се согледа можноста за нејзина практична примена.

Без разлика на различните приоди, секоја методологија е успешна само ако се дефинираат најзначајните евалуациони фактори за hazard од свлекување (од англиски Landslide Hazard Evaluation Factor-LHEF). Како еден од конкретните теоретски и практични придонеси во дисертацијата се смета и воспоставувањето на оваа методологија, каде се интегрираат податоци од теренски, лабораториски, аналитички и софтверски ГИС методологии.

Текот на постапката која се применува за проценка на подложност од свлекување во овој труд може да се претстави на следниот начин (слика 26).



Слика 26. Пристап за проценка на подложноста кон свлекување на теренот според предложената методологија

7.1. ИЗБОР НА ВЛИЈАТЕЛНИ ПАРАМЕТРИ ЗА АНАЛИЗА

Несомнено е дека интерпретацијата на појавите од свлекување бара разбирање на условите и контролирање на процесите на свлекување во разгледуваниот простор.

Во практиката, познатите постапки за проценка користат неколку битни физички фактори за пресметка на релативниот hazard од свлекување. Повеќето методи обично ги земаат во предвид анализите за распределба на претходните свлекувања, видот на основната карпа, наклонот на косините и хидролошкиот фактор Varnes D.J., (1984), USGS, (1982). Некои други методи користат податоци за вегетационата покриеност и теренска изложеност на една област (Huma I. и Radulsecu D., 1978).

Имајќи во предвид дека различните параметри не се еднакво важни за проценка на вкупните евалуациони фактори за подложност на свлекување, овде се користи пристап во кој значајните рејтинзи се поврзуваат со различни вредности на индивидуалните евалуациони фактори. Предноста на применетиот метод се огледа во тоа што, со користење на интеракциона матрица (табела 26, стр.87) и реално согледување на вистинските причини кои довеле до појава на свлекување на теренот во минатото, се врши селекција на највлијателните параметри кои треба да бидат вклучени во проценката на подложност кон свлекување.

Во однос на другите современи методи кои се користат во светот, како предност на овој метод се смета фактот дека истиот во голема мера се базира на реално согледување на сите вклучени фактори кои допринесуваат кон свлекување на теренот, а статистичкиот и автоматизираниот пристап за проценка на подложноста, на кои во последно време им се дава на значење, се целосно изоставени. Се смета дека на овој начин се дава поголема предност на инженерското расудување, а отфрлање на автоматизација на самиот процес што е се почеста пракса во светот.

Врз основа на детална анализа на причините кои довеле до појава на нестабилност за подрачјето на кое ќе се верифицира предложената методологија (подетално образложено подолу), како најважни фактори се одредени следните: литолошки состав, наклон на терен, врнежи, сеизмички услови и користење на земјиштето.

Табела 26. Квалитативна интеракциона матрица со приказ на меѓусебната зависност помеѓу факторите кои допринесуваат за појава на свлечишта

Геологија	Од лит. состав зависи брзината на простирање на сеизмички бранови	Од лит. состав зависи степенот на инфилтрација, испарување и повр. отекување	Тект. процеси генерално го деф.наклонот на теренот	Тект. процеси ја деф.ориентацијата на падините	Тект. процеси го издигаат или спуштаат теренот	Од лит.состав во одреден степен зависи можноста за формирање на раседи	Условува за што ќе се користи земјиштето	Ја условува отпорноста кон свлекување
Допринесуваат за ослабување на физ-мех. карактеристики на карпите и почвите и појава на прекини во нив	Сезмички влијанија	Нема влијание	Учествуваат во формирањето на наклонот на теренот	Учествуваат во формирањето на ориентацијата на теренот	Учествуваат во спуштање или издигање на теренот	Создаваат услови за развој на нови раседи	Сезм. забрзување го условува проектирањето	Предизвикуваат придвижување на теренот
Влијаат врз нарушување на склопот на литолошките единици	Нема влијание	Врнежи	Со ерозијата се формира наклонот на терен	Со ерозијата се формира ориентација на падини	Нема влијание	Нема влијание	Условуваат за што ќе се користи земјиштето	Предизвикуваат придвижување на теренот
Условува формирање на механички детритус	Нема влијание	Влијае врз брзината на отекување на врнежите, прихр. со подз. вода	Наклон на терен	Меѓусебно се тесно поврзани	Меѓусебно се тесно поврзани	Нема влијание	Условува за што ќе се користи земјиштето	Значаен предуслов за појава и развој на свлечишта
Нема влијание	Нема влијание	Влијае врз брзината на испарувањето, понирањето и отекувањето	Меѓусебно се тесно поврзани	Ориентација на падини	Нема влијание	Нема влијание	Условува за што ќе се користи земјиштето	Може да биде главен причинител за појава
Нема влијание	Нема влијание	Ја условува појавата и видот на врнежи	Меѓусебно се тесно поврзани	Нема влијание	Надморска висина	Нема влијание	Условува за што ќе се користи земјиштето	Нема влијание
Во зона на раседните структури ослабуваат физичко-механичките параметри на карпите	Од карактеристиките на раседите зависат сеизмичките услови	Нема влијание	Го условуваат наклонот на теренот	Го условуваат правецот на протегање на падините	Со поместувањата условуваат промена на надм.висина	Раседни структури	Ја условуваат изведбата на градежните работи	Најчесто иницијатори за појава на свлекување
Со промена на намената на земјиштето се предусловуваат измени во литолошкиот состав на површината на земјата	Градежни интерв. ги променуваат напрегањата кои може да допринесат за појава на сеизмички активности (вешт. акумулации)	Со промена на намената за која се користи земјиштето се изменува режимот на врнежите	Со градежните активности се врши промена на наклонот на теренот	Со градежните активности се врши промена на ориентацијата на падините	Со градежните активности се врши промена на надморската висина	Градежни интерв. допринесуваат за промена во напрегањата во раседите (вешт. акум.)	Користење на земјиштето (земјишен покривач)	Интервенциите во теренот допринесуваат за појава и развој на свлечишта
При свлекувањето доаѓа до промена на физ.мех. карактеристики на карпите и почвите и редистрибуција на истите	Со поместувањата доаѓа до промена во напонската состојба на карпите и соодветна сеизмичност	Нема влијание	Со поместувањата условуваат промена на наклонот на теренот	Со поместувањата условуваат промена на падините	Со поместувањата условуваат промена на надм.висина.	Ги маскираат раседните структури	Појавата на свлечишта го условува користењето на земјиштето	Свлечишта

7.2. ПРОЦЕНКА НА ПОДЛОЖНОСТ КОН СВЛЕКУВАЊЕ НА ТЕРЕНОТ

После селекцијата на најважните фактори кои придонесуваат за развој на нестабилности на теренот, проценката на подложноста кон свлекување се врши со примена на **комбиниран и модифициран метод на арбитрарни вредности и полиномна интерполација**. Појдено е од поставките на Abolmasov B. и Stojkov (1994), Јовановски и др. (2013), но во рамките на дисертацијата е извршена мала модификација на методот, каде за интерполација се користат аналитички модели дефинирани според сопствени анализи.

За полесна манипулација при примената на комбинираниот и модифициран метод на арбитрарни вредности и полиномна интерполација на секој од факторите кои допринесуваат за развојот на нестабилности им се доделува соодветна номенклатура и тоа: литолошкиот тип LT, наклонот на терен NT, врнежите GV, очекуваниот сеизмички интензитет I и земјишниот покривач ZP.

7.2.1. Подготовка на рејтинг карти

Од анализата на претходно случените појави сосема јасно е дека не секој од овие фактори има подеднакво исто значење за развојот на нестабилности. Така за секој од факторите се одредува соодветен максимален рејтинг според важноста (табела 27), дефиниран врз основа на детална анализа на случените појави, интеракционата матрица на стр.85 и анализа на истражувањата од поголем број светски автори.

Може да се каже дека рејтинзите се определени семи-емпириски, а пред се во зависност од инволвираноста на секој од индивидуалните фактори при појавата на нестабилности во минатото. Максимален рејтинг од 0 до 3 е доделен за литолошкиот тип и наклонот на терен, 2 за годишните врнежи и 1 за очекуваниот сеизмички интензитет и земјишниот покривач. Детали за рејтинзите на секој од евалуационите фактори се дадени во наредните табели и текстот.

Табела 27. Максимални можни рејтинзи според важноста на секој параметар

Класификационен параметар	Рејтинг
Литолошки тип (LT)	3
Наклон на терен (NT)	3
Врнежи (GV)	2
Очекуван сеизмички интензитет (I)	1
Земјишен покривач (ZP)	1
Максимален можен рејтинг	10

Имајќи го во предвид фактот дека добар дел од карпестите маси се карактеризираат со слични физичко-механички карактеристики, иако се со различен литолошки состав и старост, се врши нивно инженерскогеолошко групирање. Ваквото групирање е со цел да се подготви карта по параметар на литологија. Дефинирани се 6 литолошки типови чии рејтинзи се дадени во следната табела 28.

При формирањето на параметарската карта за литолошки тип, се земаат во предвид сите својства и состојби на застапените карпести маси за одредено истражно подрачје кои се наведени во Основната Инженерско Геолошка Карта на Р.Македонија, како и сите информации за карактеристиките на карпестите маси кои може да се извлечат од анализираната техничка документација за случените свлечишта.

Усвојување на одредени физичко-механички параметри на карпестите маси кои спаѓаат во секоја од категориите може да се изврши врз основа на резултати од сопствени испитувања и дијаграми за процена на параметри од светски познати автори.

Табела 28. Вредност на рејтинг за Литолошкиот тип (LT-R) (арбитрарно одредени)

Литолошки состав дефиниран со литолошки тип LT	Рејтинг
1. филити, метаморфисани песочници и шкрилци, хлорит-серицитски шкрилци, серицит-кварцни шкрилци, филоити, квартерни невзрани и полуврзани седименти на многу стрми терени	3
2. јурски глинци-песочници, епидот-актинолитски шкрилци, албит-хлорит серицитски шкрилци, квартерни невзрани и полуврзани седименти на стрми терени	2,9
3. плочасти_варовници, метапесочници, кварц-карбонат-серицитски шкрилци и филити, кварц-хлоритски шкрилци, албитизирани хлорит-епидот серицитски шкрилци, квартерни невзрани и полуврзани седименти на благо наклонети терени	2,5
4. карбонатни шкрилци, плиоценски седименти (во рамничарски делови), флишни седименти,	2
5. квартерни седименти (во рамничарски делови), серпентинити, плочести доломитити и доломитски мермери, средно-зрнести калцитски мермери, амфиболити, разновидни албитизирани претежно зелени шкрилци,	1,2
6. кристалести варовници со рожњаци, харцбургити, албит-сиенити и сиенити, диорити, гранитоидни карпи, гранодиорити, гранити, габрови, криноидски мермери, масивни мермерести варовници, масивни мермери, мермери и калкшести со рожњаци, кварц-порфири, метакварц-порфири, кварцни песочници и кварцити, кварцити, метадијабази, метаморфозирани дијабази и спилити	0

За проценка на параметрите на јакост на смолкнување може да се искористат типични класификациони параметри на почвите или карпите, како на пример индексот на пластичност (I_p), границата на течење кај почвите (W_l), индексот на јакост (I_s), вредноста на отскок од Шмитов чекан ($SHRV$), коефициентот на рапавост (JRC) и други.

Кај полукаменитите или каменитите карпести маси, како можност за проценка на јакоста на смолкнување, може да се искористат емпириските методи на Hoek E. и Brown E.T. (1988) со користење на GSI (Geological Strength Index) на Marinos P., Marinos V., и Hoek E. (2007) и на Barton and Chobey (1977).

Се препорачува ваквите проценки да се вршат при картирање во размер 1:25 000 и покрупен, од причина што за поголеми истражни подрачја многу ретко постојат доволен број на геотехнички податоци за една ваква анализа. Исто така при покрупен размер на картирање, со геолошко картирање и геотехничка класификација, подетално се издвојуваат инженерско-геолошки групи, па дури тогаш се ствара можност за примена на ваков тип на проценки за карпестите маси во целото истражно подрачје. Ваквите проценки може да се искористат за подобро опишување на инженерско-геолошките групи, а од особена корист би биле при проценката на стабилност по методите на гранична рамнотежа и напонско-деформациона анализа за помали простори.

Со конкретни теренски истражувања, посебно со детални мерења на состојбата на испуканоста, истражувачите треба да направат проценка за можноста за мобилизација на јакоста на смолкнување вдоль постојните дисконтинuitети, кога како меродавна треба да биде само вредноста на аголот на внатрешно триење. Имено, кај неповолно ориентирана фолијација или слоевитост, кохезијата обично не се зема предвид при анализите. Во вакви случаи, за проценка на подложноста на свлекување, посебно кај литолошките типови LT-4, LT-5 и LT-6 може да се врши одредена модификација на литолошките типови, односно да се користи интерполационен дијаграм само за триење вдоль дисконтинuitети. За вакви случаи, подложноста на свлекување кај деталните зонирања може да се врши со примена на некоја од познати техники за проценка на стабилноста по емириски пат, како на пример методот на Romana M. (1995), Slope Mass-Rating SMR.

Доделувањето на рејтинг за вториот класификационен параметар, наклон на терен, е секогаш дискутабилно, бидејќи не постои одредено закономерно појавување на свлечиштата во зависност од наклонот на терен, што може да се сретне кај голем број на автори. Ваквата закономерност може да се сретне само кај свлекувањата од типот на одронување и плитки свлекувања, додека кај длабоките свлечишта нема некое правило. Доколку се примени техника на картирање од топографски, ортофото и сателитски снимки како што е направено овде, сосема логично е овој параметар да биде вклучен во анализата.

Се нагласува дека за разлика од сите други останати влезни параметри кои се доделуваат арбитарно, за одредување на вредноста на рејтинг за наклон на теренот, искористен е методот на полиномна интерполација со примена на табела 29, слика 26, и следната равенка:

$$NT-R = -0.0046NT^2 + 0.2344NT + 0.0179$$

Каде:

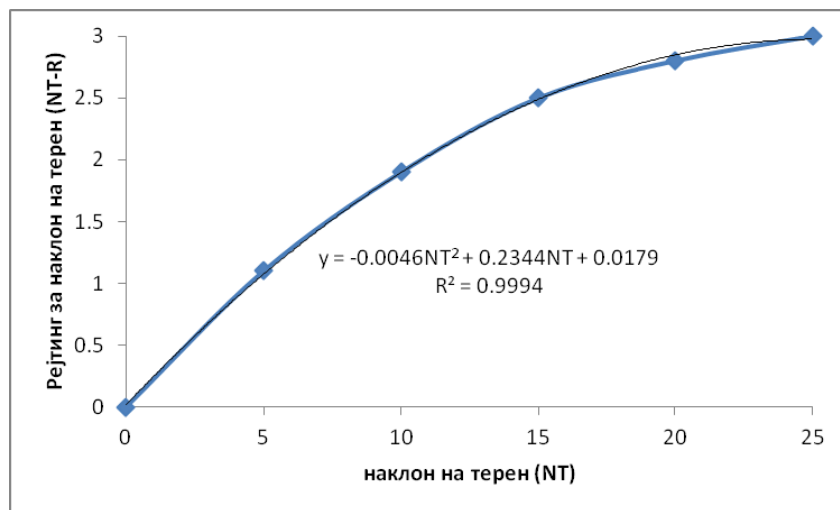
- NT наклон на терен во степени (°)
- Коеф. на детерм. $R^2=0.9994$

Во табелите од 30 до 32 се дадени арбитарно усвоените вредности на рејтинг за годишни врнежи, очекуван сеизмички интензитет и земјишен покривач.

Основен предуслов за изведување на проценка на подложноста кон свлекување е да се изврши обработка на претходно подготвени параметарски карти според доделените вредности и со нивна трансформација во карти на рејтинзи т.е. карти на рејтинг на евалуационите параметри.

Наклон на терен (°)	Рејтинг
0-5	0
5-10	1,5
10-15	2,3
15-20	2,8
20-25	2,9
>25	3

Табела 29. Вредност на рејтинг за наклон на терен NT-R (рејтингот се добива со полиномна интерполација според слика 27)



Слика 27. Определување на рејтингот за наклон на терен со полиномна интерполација

Врнежи (мм/год.)	Рејтинг
700-800 (1)	0,1
800-900 (2)	0,2
900-1000 (3)	0,5
1000-1250 (4)	1,1
>1250 (5)	2,0

Табела 30. Вредност на рејтинг за просечни годишни врнежи (GV-R) (арбитрарно одредени)

Сеизмички услови-Максимално очекуван сеизмички интензитет I	Рејтинг
6	0,1
7	0,3
8	0,6
9	0,8
10	1,0

Табела 31. Вредност на рејтинг за максимално очекуван сеизмички интензитет (I-R) (арбитрарно одредени)

Користење на земјиштето	Рејтинг
1.Густа шума	0,1
2.Пасишта	0,3
3.Обработливо земјиште	0,6
4.Урбани средини	0,9
5.Оголен терен	1,0

Табела 32. Вредност на рејтинг за земјишен покривач (ZP-R) (арбитрарно одредени)

Секоја специфична комбинација на овие евалуациони фактори е поврзана со различен степен на подложноста кон развој на свлекување на теренот. Сумата на индивидуалните рејтинзи го дава вкупниот рејтинг на подложноста кон свлекување на теренот.

$$TLSR = LT-R + NT-R + GV-R + I-R + ZP-R$$

Каде:

TLSR – вкупен рејтинг на подложност кон свлекување

LT-R – вредност на рејтинг литолошки тип

NT-R – вредност на рејтинг за наклон на терен

GV-R – вредност на рејтинг за годишни врнежи

I-R – вредност на рејтинг за максимално очекуван сеизмички интензитет

ZP-R – вредност на рејтинг за земјишен покривач

Максималната можна вредност на TLSR изнесува 10 а минималната 0.3.

За да се согледа (констатира) кој од евалуационите фактори има релативен поголем допринос за зголемување на подложноста на свлекување како и осетливоста на моделот, параметарските карти може да се помножат со одреден тежински коефициент (во случајов всушност т.н. фактор на чувствителност т.е. sensitivity factor) при што со нивно сумирање се добива **тежински вреднуван** вкупен рејтинг на подложност кон свлекување W-TLSR.

На пример за утврдување на доприносот за зголемување на подложноста на свлекување на литолошкиот тип, се врши множење на рејтинг картата за литолошки тип со коефициент 0.3 и со 0.175 за сите останати,

$$TLSR-WLT = LT-R*0.3 + NT-R*0.175 + GV-R*0.175 + I-R*0.175 + ZP-R*0.175$$

Или, за утврдување на доприносот за зголемување на подложноста на свлекување на наклонот на терен, се врши множење на рејтинг картата за наклон на терен со коефициент 0.3 и со 0.175 за сите останати, итн.

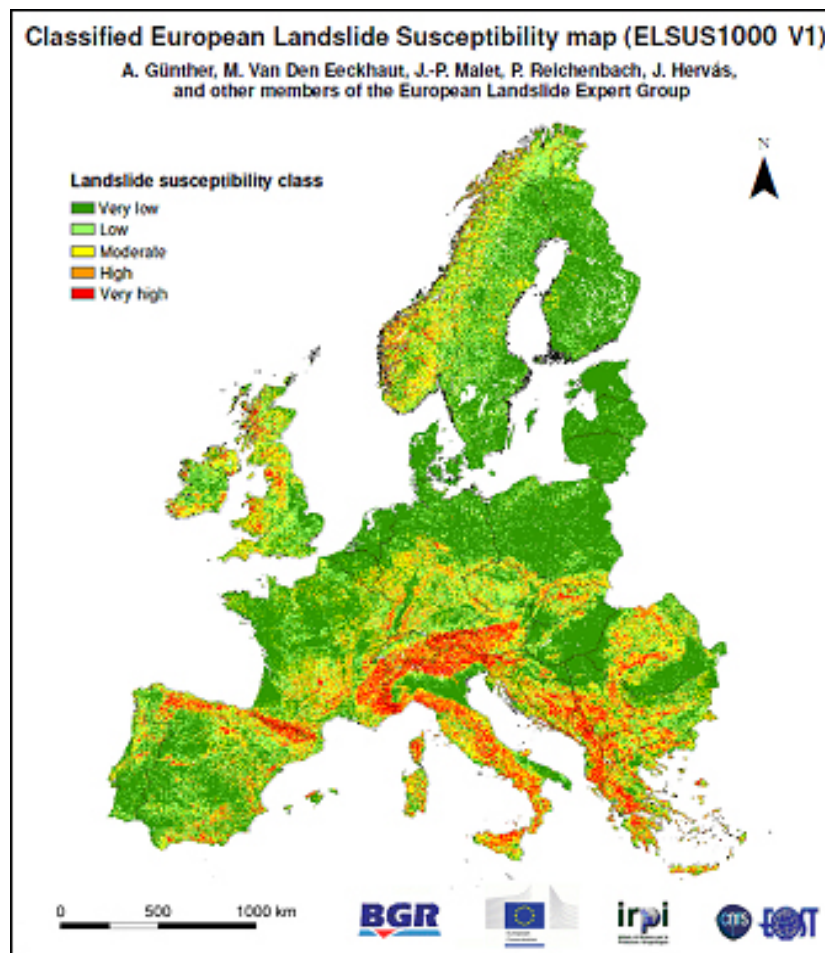
$$TLSR-WNT = LT-R*0.175 + NT-R*0.3 + GV-R*0.175 + I-R*0.175 + ZP-R*0.175$$

Во ваков случај, максималната можна вредност на **тежински вреднуван** вкупен рејтинг на подложност кон свлекување W-TLSR изнесува 2.125 а минималната 0.0525.

После сумирањето и добивање на вредноста TLSR или W-TLSR со помош на ГИС апликација се врши поделба на просторот (реклаификација на 5 класи на подложност) со математички модел на еднакви интервали. Пример за целосната постапка по оваа методологија е даден во глава 8, каде е извршена верификација на истата за селектираното истражно подрачје.

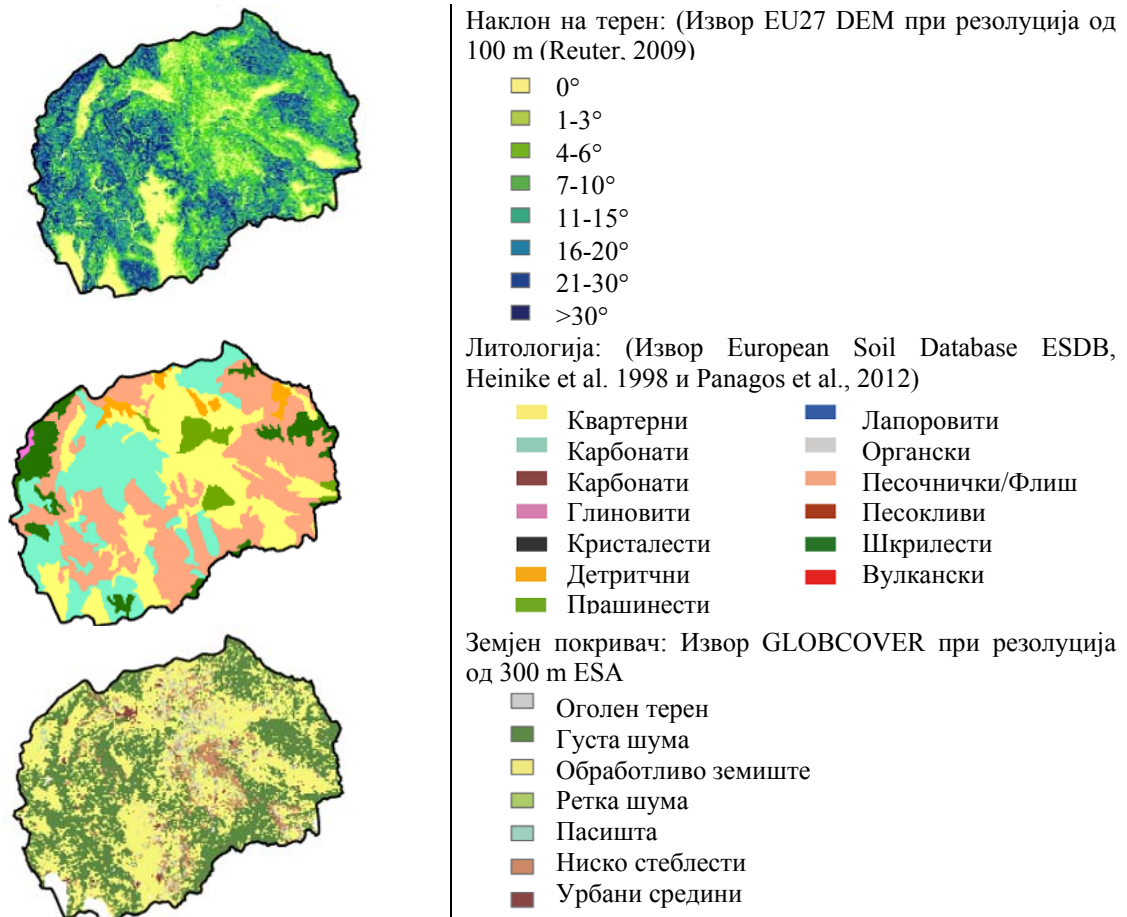
7.3. ПРИМЕРИ ЗА АНАЛИЗА НА ПОДЛОЖНОСТ НА СВЛЕКУВАЊЕ ВО КОНТИНЕНТАЛНИ РАМКИ И КАЈ НАС

Во 2013 од страна на Joint Research Centre и BGR во соработка со CNRS и CNR-IRPI објавена е карта на подложност кон нестабилни појави за територијата на Европа (ELSUS1000). На картата се прикажани нивоата на подложност кон свлекување за недиференцирани видови на нестабилни појави (сл.28).



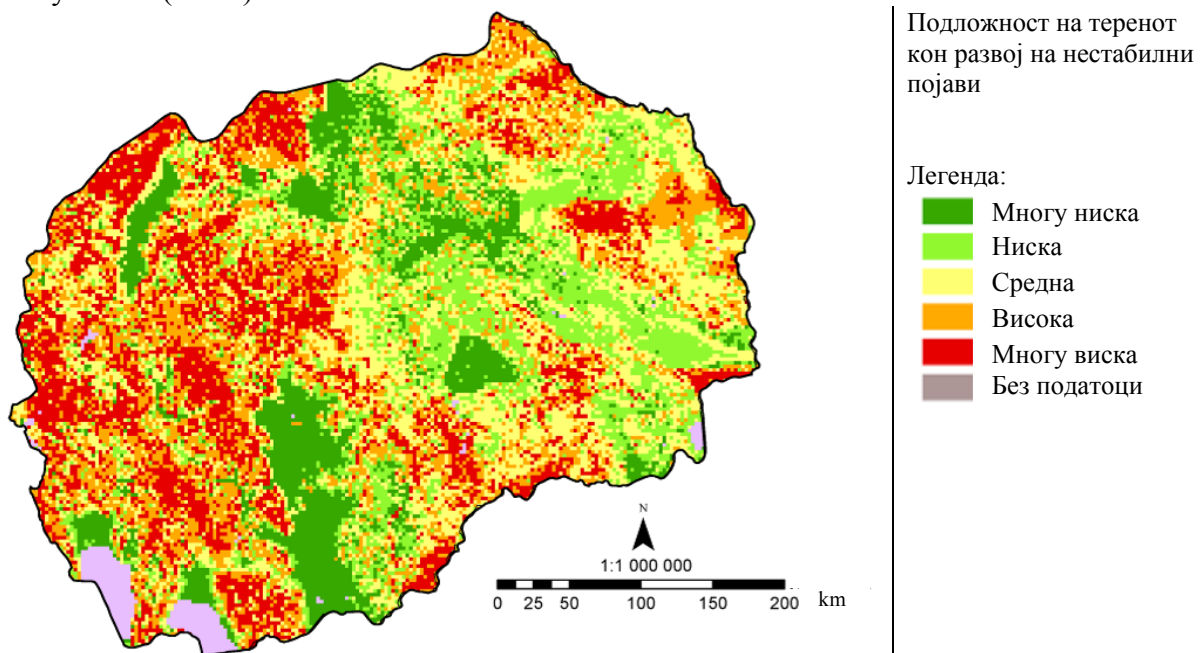
Слика 28. Карта на подложност кон нестабилни појави за територијата на Европа (ELSUS 1000 Верзија 1) според Gunther A. et al. 2013

Картата е подготвена во ситен размер на единица за картирање од 1 km² со примена на три просторни критериуми: наклон на терен, литологија и земјен покривач. Истата се базира на климатско-физиографска диференцијација на теренот, а проценката на подложноста се состои од хеуристичка просторна мултипараметарска евалуација. На следната слика бр. 29 се прикажани параметарските карти кои се користени при евалуацијата за територијата на Р. Македонија.



Слика 29. Параметарски карти кои се користени при подготовка на картата на подложност кон нестабилни појави ELSUS1000 Верзија 1, според Gunther A. et al. 2013

На картата која е добиена преку мултипараметарската евалуација, прикажани се 5 нивоа на подложност на нестабилни појави: многу висока, висока, средна, ниска и многу ниска (сл.30).



Слика 30. Карта на подложност кон нестабилни појави за територијата на Р.Македонија. Извадок од ELSUS1000 Верзија 1, според Gunther A. et al. 2013

Прикажаната континентална карта на подложност кон свлекување, последователно и картата прикажана на слика 30 имаат доста ограничувања кои произлегуваат од ситниот размер, недоволното познавање на литологијата, квалитетот на влезните податоци од банките на податоци за секоја држава одделно (квалитет на катастарски карти), итн. Идните верзии на оваа карта би вклучиле поголем број на параметерски карти што сигурно ќе резултира со подобрување на квалитетот на крајниот продукт.

Доколку оваа верзија на карта за подложност се спореди со подготвената информативна катастарска карта изготвена за потребите на овој труд (прилог бр.2), може да се заклучи дека поклопувањето на резултатите за територијата на Р.Македонија е релативно добро. Како и да е, поради нивото на деталност (ситниот размер) и малиот број на влезни параметри оваа карта неможе да се искористи за целите на просторното планирање на регионално и локално ниво. Оттука произлегува потребата за подготовка на карти на подложност за територијата на Р.Македонија во размер најмалку 1:250000.

Земајќи го во предвид карактерот на овој труд и ограничените можности за спроведување на една ваква анализа во поглед на време, екипираност и достапност на податоци, одлучено е да се пристапи кон подготовка на методологија за проценка на подложност на нестабилни појави само за одреден дел од територијата на државата и тоа во размер 1:100 000. Покрупен размер на картирање во моментот не евозможен, а причините за ова се достапноста на геолошки карти во покрупен размер, достапноста на стереографски фотографии, немање можност за користење на сателитски снимки со повисоко ниво на деталност итн.

8. ВЕРИФИКАЦИЈА НА МЕТОДОЛОГИЈАТА ЗА ПРОЦЕНКА НА ПОДЛОЖНОСТА КОН СВЛЕКУВАЊЕ НА ТЕРЕНОТ

8.1. СЕЛЕКЦИЈА НА ПОДРАЧЈЕ ЗА АНАЛИЗА

Од собраните податоци за нестабилни појави и подготвената информативна катастарска карта може да се заклучи дека нестабилните појави во Република Македонија се најчести во следниве региони:

- Северозападниот регион (на север од границата со Косово до Центар Жупа на југ, од запад од границата со Албанија до Кичево на исток).
- Скопскиот регион каде поголем дел од нестабилните појави се резултат на антропогени влијанија.
- Неготинско-Кавадаречкиот регион.
- Беровско-Пехчевскиот регион.
- Битолскиот регион и др.

Што се однесува до патните и железничките коридори, нестабилните појави најчесто се јавувале на правците:

- Регионален пат Маврови Анови-Дебар
- Автопат Е-75: делница Катланово-Велес
- Автопат Е-75: Демир Капија – Удово (делницата која не е на ниво на автопат до 2014 год.)
- Регионален пат Кочани-Македонска Каменица (с. Истибања-М.Каменица)
- Регионален пат Винаца-Берово
- Регионален пат Берово-Струмица
- Регионален пат Штип-Неготино
- Регионален пат Смрдлива вода - ски центар Кожув
- Локални патишта во планински предели (најчесто северозападниот регион)
- Железничка пруга Гостивар-Кичево

Како што може да се види, различни региони и транспортни рути во Република Македонија се изложени на ефектите од појава на поместувања на теренот.

Во националната стратегија за регионален развој за периодот 2009-2019 год. (Службен весник на Р.М бр.119, број LXXV, Среда 30.9.2009 год. 2266) покрај другите аспекти особено се посветува внимание кон поттикнување на економскиот раст, подигнување на нови фабрики и други капацитети, изградба на нови патни правци (воглавно локални) и осовременување на постојните регионални и локални патишта, изградба на нови резервоари и системи за водоснабдување, унапредување и проширување на постојните системи за водоснабување, изградба на нови вештачки акумулации, изградба на нови и проширување на постојните канализациони мрежи, изградба на пречистителни станици, управување со цврстиот отпад, изградба на регионални депонии, развој на постојните и подигање на нови туристички центри, изградба на мали хидроелектрични центри, итн.

Како едни од особено важните аспекти на оваа стратегија се: „Поголема покриеност на планските региони со просторно-планска документација за планирање на урбаниот и другите сегменти од развојот“, „Изработка на просторни планови за планските региони“, „Обезбедување едноставен, брз и финансиски достапен пристап на граѓаните од руралните општини и малите средини до урбаните центри за активности поврзани

со работа, образование, социјален и културен живот“. Картите на подложност кон развој на нестабилни појави во голема мера ќе придонесат кон поуспешно реализирање на сите планирани активности со оваа стратегија.

Од своја страна, сложените природни услови во регионите се огледаат во: геолошките и хидрогеолошките карактеристики, тектонските структури, сеизмичка активност, промелнивата морфологија на високите планини и зарамнетите котлини, повремени врнежи со голем интензитет, различен степен на површинско распаѓање на карпите, температурни промени итн. Антропогеното влијание уште повеќе го засилува ефектот од природните процеси и допринесува за поинтензивен развој на ваквите појави.

Според резултатите од собраните податоци и подготвената катастарска карта на нестабилни појави повеќе од јасно е дека најголем дел од нестабилните појави се јавуваат во северозападниот дел од земјата. Како значаен факт треба да се напомене и тоа дека овој регион е со највисок природен прираст на население во Р Македонија, при што голем дел од наслението живее надвор од урбаните средини. Повеќе детали од овој аспект се дадени во следната точка.

Оттука, во продолжение извршена е верификација на методологија за проценка на подложноста кон свлекување на теренот за Полошко-Реканскиот регион, поконкретно за административната единица Полошки плански регион согласно усвоената поделба на територијата на Р.Македонија од 2009 година, според која, територијата на државата е поделена на 8 плански региони кои служат за статистички, економски и административни цели.

Резултатите од една ваква анализа може да бидат искористени од централната и локалната власт за одбележување на областите-терените кои евентуално би се истражувале подетално или кои би требало да се избегнат при просторното планирање. Детали за бенефитите од ваквата анализа се дадени и претходно.

Во иднина, предложената методологија со одредени нејзини корекции кои би биле во насока за подобрување и унапредување на истата, може да се искористи за проценка на подложноста кон свлекување на теренот за територијата на целата земја.

8.2. РЕГИОНАЛНИ УСЛОВИ И ФАКТОРИ КОИ ДОВЕДУВААТ ДО ПОЈАВИ НА СВЛЕКУВАЊЕ

За да се створи основа која ќе овозможи проценка на подложноста кон свлекување превземени се поголем број на активности спроведени во повеќе етапи. Водејќи се од фактот дека минатото е клуч за иднината, основна претпоставка е дека нестабилните појави најверојатно ќе се јавуваат во исти услови во кои се јавувале и во минатото. Оттука, најпрвин се собрани сите достапни податоци од литературата и дефинирани се следните услови:

- Општи регионални услови
- Регионални климатски и хидрографски услови
- Геолошки развој на теренот
- Регионални геоморфолошки услови

8.2.1 Општи регионални услови

Истражното подрачје се наоѓа во крајниот северозападен дел од Р.Македонија. Истиот ја опфаќа Полошката котлина, Мавровската висорамнина, планинскиот масив Бистра и долината на реката Радика (сл.31). Вкупната површина на регионот е 2416 км²

или 9.7% од територијата на Република Македонија. Од оваа површина 730 хектари или скоро 1/3 зафаќа Националниот парк Маврово.

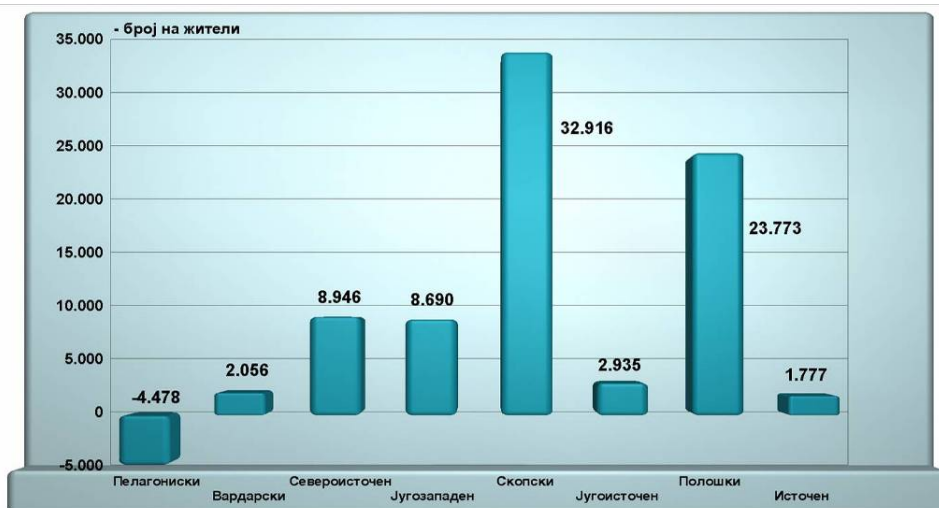


Слика 31. Плански региони и општини во Република Македонија, извор Државен завод за статистика 2008

Полошкиот плански регион е поделен на 9 општини: Јегуновце, Теарце, Тетово, Боговиње, Желино, Брвеница, Врапчиште, Гостивар, Маврово-Ростуша со вкупно 184 населени места. Бројот на жители според државниот завод за статистика во 2006 година изнесувал 310 178 а густината на населението изнесувало 126 жители на km^2 со што се наоѓа веднаш зад Скопскиот плански регион. Главни урбани центри се градовите Тетово и Гостивар. Најголем дел од населените места се наоѓаат во подножјето на планинските масиви и во близина на патната инфраструктура. Интересен е фактот што само 29.2 % од вкупното население живее во градски средини, додека остатокот е во помалите населени места, што во споредба со другите региони од државата е најнизок процент (табела 33). Особено е важен фактот дека овој регион, после Скопскиот има најголем природен прираст на населението за периодот од 2002-2006 (слика 32).

Табела 33. Основни карактеристики на планските региони (Извор: државен завод за статистика)

	Регион	Површина во km^2	Број на жители (2006)	Густина на населеност ($\text{жит}/\text{km}^2$)	Број на општини	Број на населени места	Учество (во %) на градското во вкупното население 2002
	Р. Македонија	25 713	2 040 228	82	84	1767	56.7
1	Вардарски	4042	154 230	38	9	215	68.7
2	Источен	3537	180 938	51	11	217	66.3
3	Југозападен	3340	222 385	66	13	286	36.1
4	Југоисточен	2739	171 972	63	10	188	45.3
5	Пелагониски	4717	236 088	50	9	343	67.6
6	Полошки	2416	310 178	126	9	184	29.2
7	Североисточен	2310	173 982	75	6	192	56.6
8	Скопски	1812	590 455	319	17	142	71.8



Слика 32. Апсолутен пораст на населението во Република Македонија на ниво на региони во периодот 1994-2002 година, Извор: Државен завод за статистика

Што се однесува до патната и железничката инфраструктурата во Полошкиот регион истата се состои од екстерен и интерен сообраќај (Прилог бр.5). Целокупната патна инфраструктура во Полошкиот плански регион се состои од околу 1036 km локални патишта, 72 km магистрални, 378 km регионални патишта и 52 km автопат. Најзначајните патишта во Полошкиот регион се: Автопатот Скопје- Тетово- Гостивар, (М4 Скопје –Тетово-Гостивар, Е- 871), регионален пат Р-405 делница Тетово-Јажинце (28.5 км), Р-406 Пршовце – Јегуновце, Р -407, делница Желино-Јегуновце (13.2 км), регионалниот пат Р-409 Маврово-Дебар, Регионалните патишта Р-404 Гостивар-Градец, Р-408 Гостивар-Србиново и Р-402 Гостивар-Чегране, како и густата мрежа локални патишта во Горен и Долен Полог. Железничката инфраструктурата е застапена со 83 km од железничката пруга Скопје-Тетово-Гостивар-Кичево.

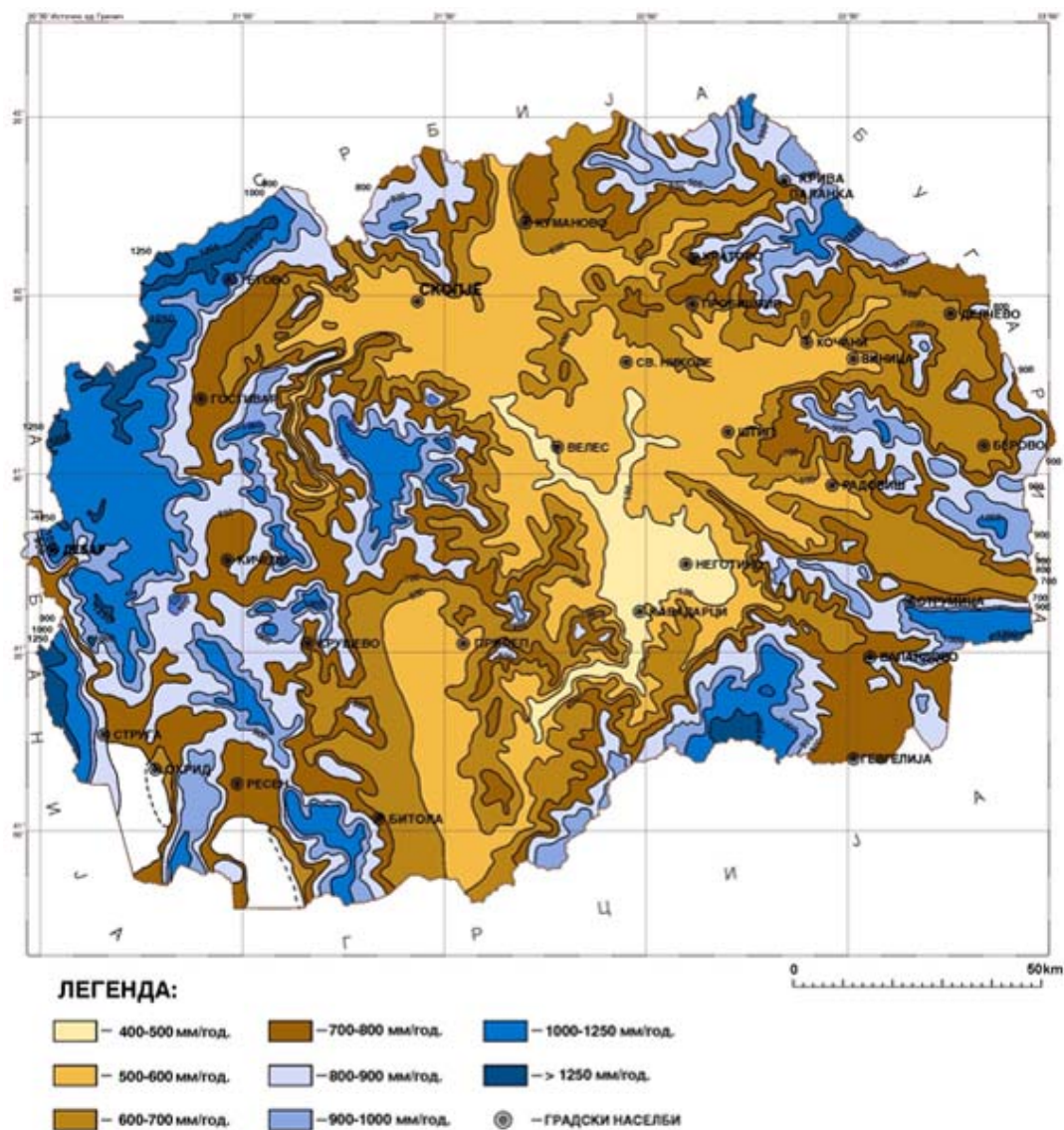
Од енергетската инфраструктура најважен објект е најголемиот и најсложениот Хидроенергетски систем во државата „Маврово“, составен од трите Хидроцентрали Вруток, Равен и Врбен, како и Мавровското езеро. Во вкупната инсталираност на хидрокапацитетите во земјата, овој систем учествува со 42% и произведува околу 445 GWh годишно. Водите кои се влеваат во Мавровското езеро се собираат од површина од над 500 km² од планинските масиви на Кораб и Шар Планина. Водата се пренесува со канали и цевководи, систем наречен „Шарски води“ долг над 130 км. Со изградбата на доводните структури се изградени и пристапни патишта во должина од преку 170 km. Во 2014 година се планира да се почне и изградбата на браната „Луково поле“ која преку системот на канали од 20 km „Корабски води“ ќе го зголеми капацитетот на производство на електрична енергија, а после искористувањето на водата од малата ХЕЦ „Црн Камен“, водата ќе биде транспортирана и искористена и во Мавровскиот Хидросистем, при што ќе го зголеми неговиот капацитет за производство на електрична енергија за околу 160 GWh годишно.

Друг позначаен инфраструктурен објект кој ќе се гради на оваа територија е Х.Е. „Бошков мост“ на Мала Река кој ќе биде со капацитет од 126 GWh годишно. Системот се состои од брана кај село Тресонче и голем број на сифони и доводни канали со вкупна должина од околу 11 km. При изведбата на градежните активности за овој систем, ќе се изградат неколку нови патишта а планирана е и реконструкција на стари патишта и дислокација на дел од постоечките патишта.

8.2.2 Регионални климатски и хидрографски карактеристики

Климата во истражното подрачје е средно-континентална со многу сончеви денови во текот на годината. Летото е топло и делумно влажно, зимата е студена и снежна, додека пролетта и есента се карактеризираат со постојани дождови. Бидејќи Полошката котлина е окружена со планини, во неа присутно е движење на студени и топли воздушни маси кои се јавуваат во процесот на инверзија. Средната годишна температура во регионот е околу 11°C. Во текот на годината температурите варираат од -20 до +38°C. Температурите се највисоки во месеците јули и август, а најниски се во јануари и февруари. Просечната брзина на ветерот изнесува околу 16 m/sec, а максималната околу 26,5 m/sec. Маглата како појава во Полог е почеста во зимските месеци јануари и февруари, а многу поретко ја има во топлиот период од годината. Во зимските месеци дебелината на снежната покривка во ридско-планинските места достигнува до 50 см, а на повисоките места и до еден метар.

Во поглед на врнежите, кога ќе се спореди со останатиот дел од државата, истражното подрачје се карактеризира со највисок просек на годишни врнежи (слика 33).



Слика 33. Карта на врнежи на Р.Македонија, превземено од Илијовски З. 2013 год

Хидрографијата на Полошката котлина е специфична по бројот на водените текови и богатството со вода. Полошката котлина, припаѓа на сливното подрачје на реката Вардар и овие води заедно му припаѓаат на егејското сливно подрачје (прилог 5). Најзначајни реки во Полошкиот регион се: *Вардар* – Извира од селото Вруток на 5 km западно од Гостивар и тече по целата должина на Полог. Во реката Вардар се влеваат и други реки, помали рекички и поројни дождови што врнат во овој регион. Реката поминува низ градот Гостивар. *Пена* – Изворот на реката е во високите падини на Шар Планина или поточно на местото наречено Студена Вода. Реката поминува среде градот Тетово и се влева во реката Вардар во близина на селото Саракино. Пена е најдолгата река во Полошкиот регион со вкупна должина од 36,8 km. *Маздрача* – По Пена, оваа река е втора по должина во Полошкиот регион и се наоѓа во пределот на општина Врапчиште. Вкупната должина е 24,3 km. *Бистрица*-Оваа река минува низ селата Теарце и Пршовце и нејзината должина од изворите на Шар Планина до вливот во реката Вардар изнесува 19,2 km. *Ростушка Река* на која се наоѓа познатиот дуфски водопад, *Радика* – Со своите природни карактеристики и местоположба во Националниот парк “Маврово”, Радика е река со посебна туристичка вредност. Други позначајни реки во Полошкиот регион се: Лакавичка, Боговинска, Карабунар-Камењане, Палчиштска, Речица, Поројска, Вејачка, Непроштенска, Слатинска, Доброштска (Габровница), Одранска Река (Одри), Беловишка и Љуботенска (Ракита).

8.2.3 Геолошки развој на теренот

Предметното подрачје припаѓа на Западно-Македонската геотектонска единица. Генерално, геолошкиот развој на регионот се карактеризира со три главни етапи: палеозојска, мезозојска и кенозојска (сл.34).

Самото создавање на теренот започнало со формирањето на палеозојската геосинклинала, која започнала да се формира уште во камбриум и ордовициум. Во подолните нивоа на девонскиот период се таложеле морски пелитски и псамитски седименти кои фаџијално се сменувае бочно и вертикално. Во различни периоди од девон се таложеле тенки слоеви и прослојки од карбонатни карпи, метапесочници, конгломерати и др. Во горните нивоа на девон седиментацијата е вршена во значително помирна средина кога се таложеле грубокластични седименти, чакали, песоци и глини. Крајот на девон е одбележан со таложее на карбонатни седименти а на одделни места и кластични (песочници и конгломерати). Седиментацијата на периоди била прекинувана со изливи на дијабази и риолити, во северниот дел подоцна метаморфозирани до степен на епидот-актинолитски шкрилци.

Кон крајот на девон и почетокот на карбон теренот е зафатен со херцинската орогенеза, чии движења се манифестирале со интезивен регионален метаморфизам и набирање. Примарните седименти се метаморфозирани до степен на зелени шкрилци и претворени во филитични шкрилци, метапесочници, метаконгломерати, метаморфозирани варовници и мермери. Со набирањето се создадени благи синклинални и антиклинални форми. Во завршната фаза на оваа орогенеза дошло до интрузија на гранодиорити, во помала мера и риолити, кератофири и дијабази.

Во карбон и перм само одделни делови на некогашната геосинклинала биле под вода, при што се таложеле туфови, варовници, пелити и псамити, а се излевале и риолити.

Карпите од зелениот комплекс на Шар Планина и карбонатно-графитичните шкрилци се таложеле во посебен басен кој е формиран некаде после перм, а егзистира се до крајот на среден тријас во кој во подлабоките делови се таложеле и изливале

дијабази, туфови, пелитско-псамитски и карбонатни седименти, додека во погорните делови на басенот во среден тријас се таложат карбонати со рожњаци кои го бележат крајот на егзистанцијата на овој басен.

Тријасот се карактеризира со доминантно таложее на карбонатни карпи, кои се среќаваат на доста широко пространство, а со нив завршува и тријаската трансгресија некаде кон почетокот на долниот дел од горен тријас. Во подредена улога за време на среден тријас се таложат и седименти од типот на псефити, псамити и пелити. На крајот од тријасот доаѓа до развој на силни орогени движења кои во значителна мерка ги преработиле старите структури.

При формирањето на јурската геосинклинала доаѓа до значителен иницијален магматизам при што се формираат габрови, дијабази, риолити, кераторифи, лампрофири, гранодиорити и гранити. Орогените движења кон крајот на средна јура биле доста интензивни.

Со кредната трансгресија која е застапена сосема малку се таложат флишоидни седименти, глинци, песочници, лапорци, лапоровити варовници и варовници со сменување во хоризонтален и вертикален правец. После горна креда дошло до интензивни орогени движења со кои се формираат навлаки и лушпи. Веројатно дека овие навлаки и лушпи биле предиспонирани со орогените движења после јура, а можеби и порано, но крајниот облик го добиле после креда.

На мал дел во јужниот дел од регионот за време на еоцен се таложеле псефитско-псамитски седименти, кои во однос на креда лежат трансгресивно.

При крајот на среден и горен плиоцен вертикалните движења го достигнуваат својот максимум, па така се формираат Полошкиот и Мавровскиот ров. Долж длабоките руптури доаѓа до пробивање на млади риолити.

Шар Планина како структура која лежи во алпскиот ороген појас значително била издигната со неотектонските движења а нејзините високи планински венци во плеистоценот биле зафатени со глацијација.

Во кварталот посебно во дилuviумот и тоа во постглацијалните периоди дошло до значителна ерозија на околните терени, а и на плиоценските седименти, кога доаѓа до пополнување на формираните езера во Мавровскиот и Полошкиот грабен, при што Полошкото езеро истекува по реката Вардар, а Мавровското по Мавровска река и Радика. Со повлекувањето на Полошкото езеро се формираат тераси, чии отсеци се присутни јужно и југозападно од Гостивар. Во ободните делови на Полошкиот регион како резултат на поројните дождови се формираат големи пролувијални лепези, а на стрмите падини сипари.

8.2.4 Регионални геоморфолошки услови

Релјефот на предметното подрачје е сложен и разновиден. Истиот претставува резултат на различниот геолошки состав и сложените тектонски движења што се извршиле во подалечното и поблиското геолошко минато на теренот, како и под влијание на егзогените фактори. Под дејство на тектонските движења се создадени покрупни морфотектонски форми: планини, котлини, планински врвови, високопланински превои, тектонски отсеци. Под дејство на надворешните сили се создадени: ерозивните и акумулативните флувијални геоморфолошки форми, ерозивните и акумулативните површински и подземни карстни релјефни форми, ерозивните и акумулативните глацијани форми, ерозивните и акумулативните денудациони форми, периглацијалните форми итн.

Полошката котлина настанала како последица на големи тектонски нарушувања со истекување на езерото кое постоело на котлинското дно во текот на терциер и кварталер низ Дервенската Клисура, преку Вардар до Егејското Море. Во оваа фаза се формирал основниот релјеф на овој дел од Балканот, а со тоа и основниот релјеф на Полошката котлина. Полошката котлина се наоѓа на 300-600m н.в и има котлински релјеф. На дното од котлината е сместено Полошко Поле што се наоѓа на надморска висина од 400 до 461 m. Горнополошкото Поле (Гостиварско) е со надморска висина од 461m и има поголема надморска висина од Долнополошкото Поле (Тетовско). Висините на одделни делови на полето варираат поради местоположбата на котлинското дно.

Планинскиот релјеф има ридско-планински карактер и го сочинуваат планините Сува Гора (1.853m н.в.) и Шар Планина (2.748m н.в.). Западните планински делови се покриени со бујна вегетација давајќи им на пределите изразито шумски карактер, додека источните планински делови се голи и пусти (Сува Гора, Жеден), поради варовничкиот состав.

8.3. КАТАСТАРСКА КАРТА НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ ВО ИСТРАЖНОТО ПОДРАЧЈЕ

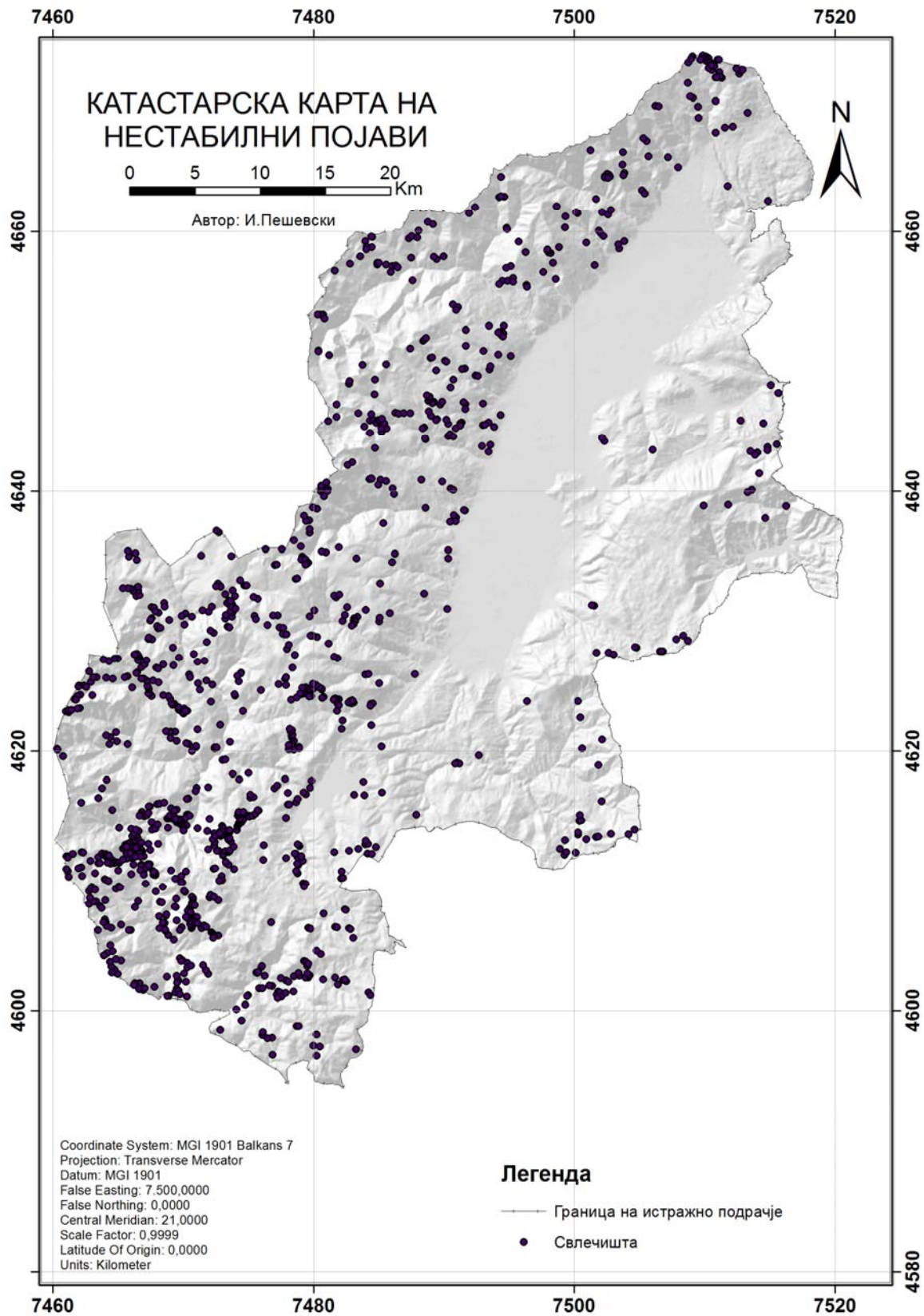
Катастарска карта на нестабилни појави во истражното подрачје е во целост изработена врз база на препораките од глава 3. При идентификација на нестабилните појави користени се следните извори на информации:

- Основна Геолошка Карта на Р.Македонија листови Гостивар, Кичево, Скопје, Призрен, Крушево 1:100000,
- Топографски карти на Р.Македонија во размер 1:25000,
- Инженерскогеолошка карта на лист Гостивар и Кичево, размер 1:100000,
- Google earth и Google maps платформата
- Дигитален елевационен модел на Р.Македонија
- ГИС порталот на Агенција за катастар на недвижности (АКН 2011).
- Ортофото снимки во размер 1:5000
- Топографски и ситуациони карти на поголемите регистрирани свлечишта.

Вкупно се идентифицирани 1172 нестабилни појави. Катастарска карта на нестабилни појави за истражното подрачје е прикажана на слика бр.35.

Важно да се напомене е дека сите нестабилни појави кои се нанесени на картата се дефинирани со X Y координати од напред наведените извори, но поради големината на истражното подрачје, само дел од истите се проверени на терен. Во иднина се препорачува сите овие појави да бидат теренски картирани, во рамномер најмалку 1:25000 при што ќе се дополни банката на податоци за истите, со информации за механизмот на свлекувањето, големината на свлекувањето, мерење на растојанието на

придвижување на свлечената маса т.н. „runout distance“, евентуалната штета врз објекти и загрозување на безбедноста на луѓето итн.



Слика 35. Катастарска карта на нестабилни појави во истражното подрачје

Поради карактерот на картирањето и покриеноста на теренот, најголем дел од регистрираните појави се од типот на карпести одрони, карпести обрушувања, дробински одрони, ротациско свлекување на карпи, транслаторно свлекување на карпести блокови, планарно ширење (карпести наноси).

Свлекувањата од типот на длабоки ползења, комплексни свлекувања и сите останати појави кои се јавуваат во почвени материјали при еден ваков пристап е многу тешко да се одредат и само мал дел од појавите се класифицирани како такви. Од овие причини, подетално издвојување на појавите според механизмот не е извршено и истото се препорачува да се изведе во некоја понапредна фаза на истражување со примена на теренско картирање. Со тоа ќе се проверат и потврдат сите регистрирани појави, како и нивниот механизам на свлекување. На овој начин ќе се овозможи и раздвојување на процесите на плитко свлекување и ерозија, што со применетиот пристап е релативно тешко да се изведе.

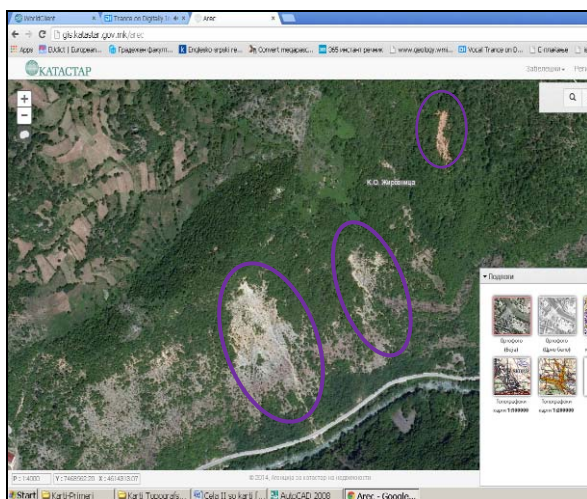
За илустрација на самиот процес на картирање од напред наведените извори, прикажани се сликите 36 и 37.



а



б

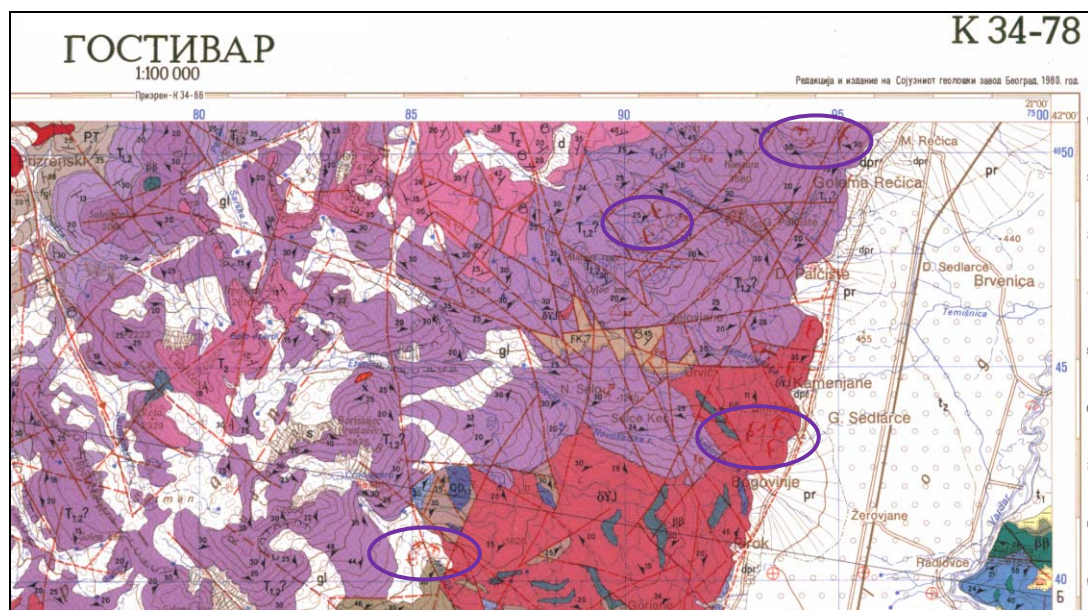


в



г

Слика 36. а) детекција на одронување со помош на топографски карти во размер 1:25000 б) детекција на карпесто обрушување со помош на Google maps платформата, в) детекција на плитко свлекување и (г) детекција на дробински токови со помош на ГИС платформата на Агенција за катастар на недвижности на Р.М. АКН-Геопортал 2014



Слика 37. Детекција на свлечишта од ОГК 1:100000 на Р.Македонија, лист Гостивар

8.4.ОДРЕДУВАЊЕ НА НАЈВЛИЈАТЕЛНИ ФАКТОРИ КОИ ДОПРИНЕСУВААТ ЗА РАЗВОЈ НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ ВО ПОЛОШКО-РЕКАНСКИОТ РЕГИОН

Развојот на нестабилните појави во овој регион е поврзан со голем број на причинители-фактори кои вклучуваат: литолошки состав, геолошки склоп, топографија, присуство на геоморфни формации, присуство на раседни структури, развој на хидрографска мрежа, ерозија, сеизмолошки влијанија, климатски услови, изложеност на евапорација на падините, вегетативна покривка, начин на користење на земјиштето, антропогени влијанија итн.

Вообичаено кога се врши процена на подложноста кон развој на нестабилни појави, се селектираат само неколку од овие фактори. Селекцијата на влезните фактори врз основа на кои се спроведува една ваква анализа се изведува врз база на податоците кои се собрани од претходно случени нестабилни појави, т.е. причините кои довеле до нивно појавување се сметаат за главни причини кои би го условувале појавувањето на нови нестабилности во иднина. Со анализа на сите собрани податоци за нестабилностите во Полошко-Реканскиот регион може да се констатира дека како најчести фактори за развојот на истите се наведените во табела 34.

Табела 34. Приказ на најчести фактори кои допринесуваат кон развој на нестабилни појави во Полошко-Реканскиот регион

Параметар	Карактеризација
1. Геологија	Литолошки состав, состојба и физичко-механички карактеристики на литолошките членови
2. Сеизмички услови	Максимално земјино забрзување, очекувана магнитуда на земјотреси
3. Врнежи	Просечни и максимални годишни врнежи
4. Наклон на терен	Најважен морфолошки елемент
5. Ориентација на падините кон страните на светот	Значајна за евапорација на теренот
6. Надморска висина	Издвојување на климатски појаси, развој на одреден вид вегетација
7. Близина на раседни структури	Можни засилувачки ефекти на свлекувањето
8. Користење на земјиште (земјишен покривач)	Начин на користење на земјиштето

Според постапката за анализа претставена во претходната глава и интеракционата матрица на страна 87, на ова подрачје како најважни фактори кои допринесуваат за подложноста кон свлекување на теренот се одредени литолошкиот состав, наклон на терен, врнежи, сеизмички услови и користење на земјиштето.

8.5. ПОДГОТОВКА НА ПАРАМЕТАРСКИ КАРТИ

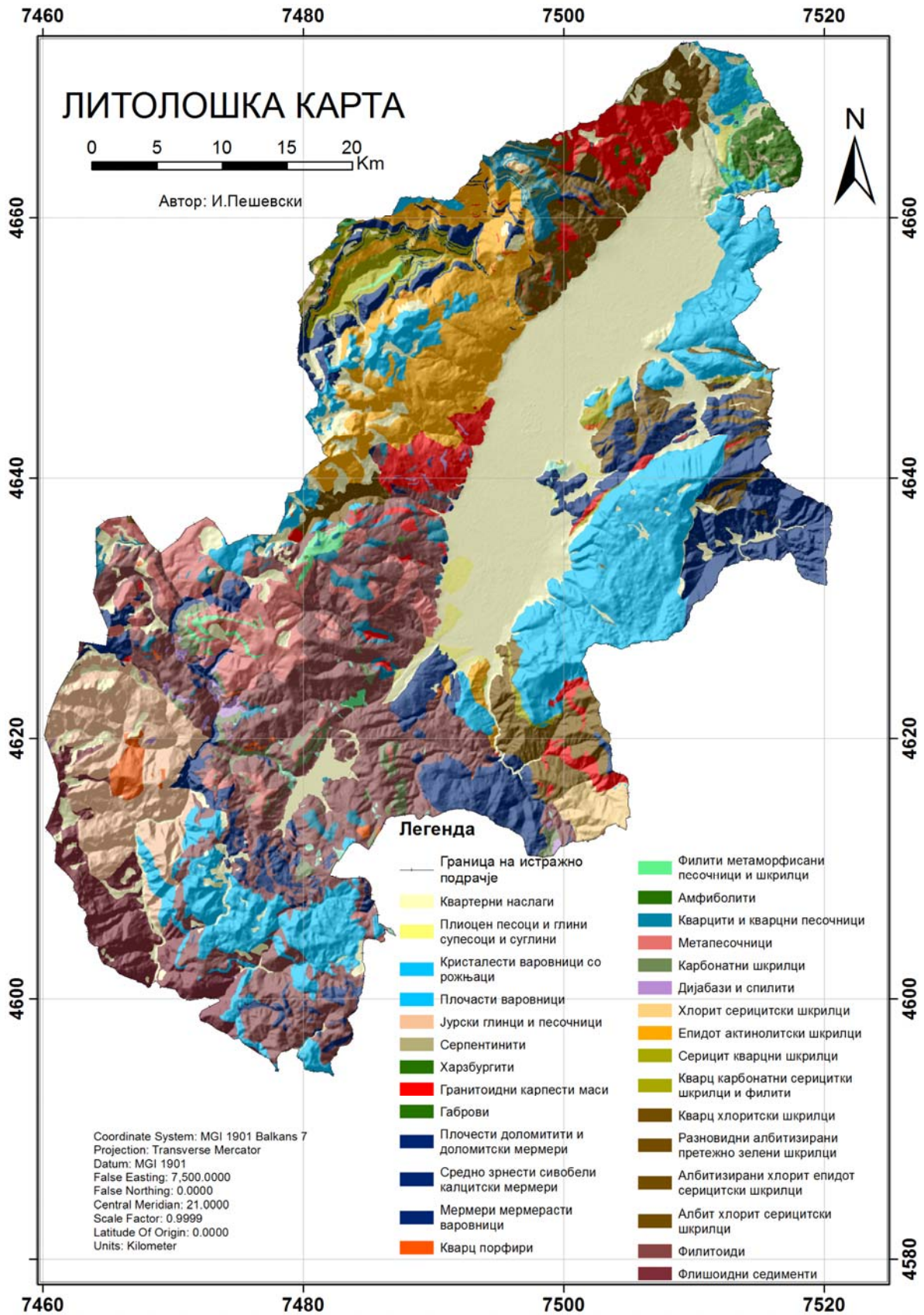
Со цел да се створат услови за верификација на предложената методологија за проценката на подложноста кон свлекување на теренот, основен предуслов е да се имаат на располагање тематските карти за селектираните параметри. Така во ГИС формат подготвени се следните карти.

Карта на литолошки состав

Литолошкиот состав се смета за еден од основните фактори кои го условуваат просторниот распоред на нестабилностите во областа на истражување. За предметниот регион во минатото се подготвувани геолошки, хидрогеолошки и инженерскогеолошки карти, размер од 1:100000 до 1:25000, на кои е претставен литолошкиот состав и тектонските структури на теренот. Сите користени карти се наведени во литературата. На слика бр. 38 е дадена подготвената тематска карта по параметар на литологија.

Табела 35. Застапени литолошки единици во истражното подрачје

Литолошка единица	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
Квартерни наслаги	473.00	19,48
Плиоен, песоци и глини, супесоци и суглини	14.32	0,59
Кристалести варовници со рожњаци	374.,67	15,43
Плочести варовници	8.18	0,34
Јурски глинци и песочници	117.35	4,83
Серпентинити	4.72	0,19
Харцбургити	18.60	0,77
Гранитоидни карпести маси	91.71	3,78
Габрови	1.46	0,06
Плочести доломитити и доломитски мермери	10.29	0,42
Средно зрнести сивобели калцитски мермери	59.99	2,47
Мермери и мермерасти варовници	188.59	7,77
Кварцпорфири	13.93	0,57
Филити метаморфисани песочници и шкрилци	19.40	0,8
Амфиболити	0.34	0,01
Кварцити и кварцни песочници	42.17	1,74
Металесочници	102.52	4,22
Карбонатни шкрилци	31.14	1,28
Дијабази и спилити	14.06	0,58
Хлорит серицитски шкрилци	22.36	0,92
Епидот актинолитски шкрилци	162.68	6,7
Серицит кварцни шкрилци	9.67	0,4
Кварц карбонатни серицитски шкрилци и филити	35.52	1,46
Кварц хлоритски шкрилци	5.48	0,23
Разновидни албитизирани претежно зелени шкрилци	71.13	2,93
Албитизирани хлорит епидот серицитски шкрилци	36.03	1,48
Албит хлорит серицитски шкрилци	53.57	2,21
Филитоиди	372.07	15,33
Флишоидни седименти	72.67	2,99
Вкупно	2427,75	99,98



Слика 38. Литолошка карта на Полошко-Реканскиот регион (основен извор: Основна геолошка карта на на Р.Македонија, Размер 1:100000)

Карта на наклон на терен

Наклонот на терен е еден од најчестите параметри кои се земаат во предвид при проценката на подложноста кон нестабилни појави без оглед на применетата методологија. Свлекувањето се активира во моментот кога гравитациските сили ќе ги надминат силите на резистенција на материјалите од кои е изградена падината. Колку поголем е наклонот на теренот, толку поголеми се гравитациските и смолкнувачките сили кои делуваат на падината.

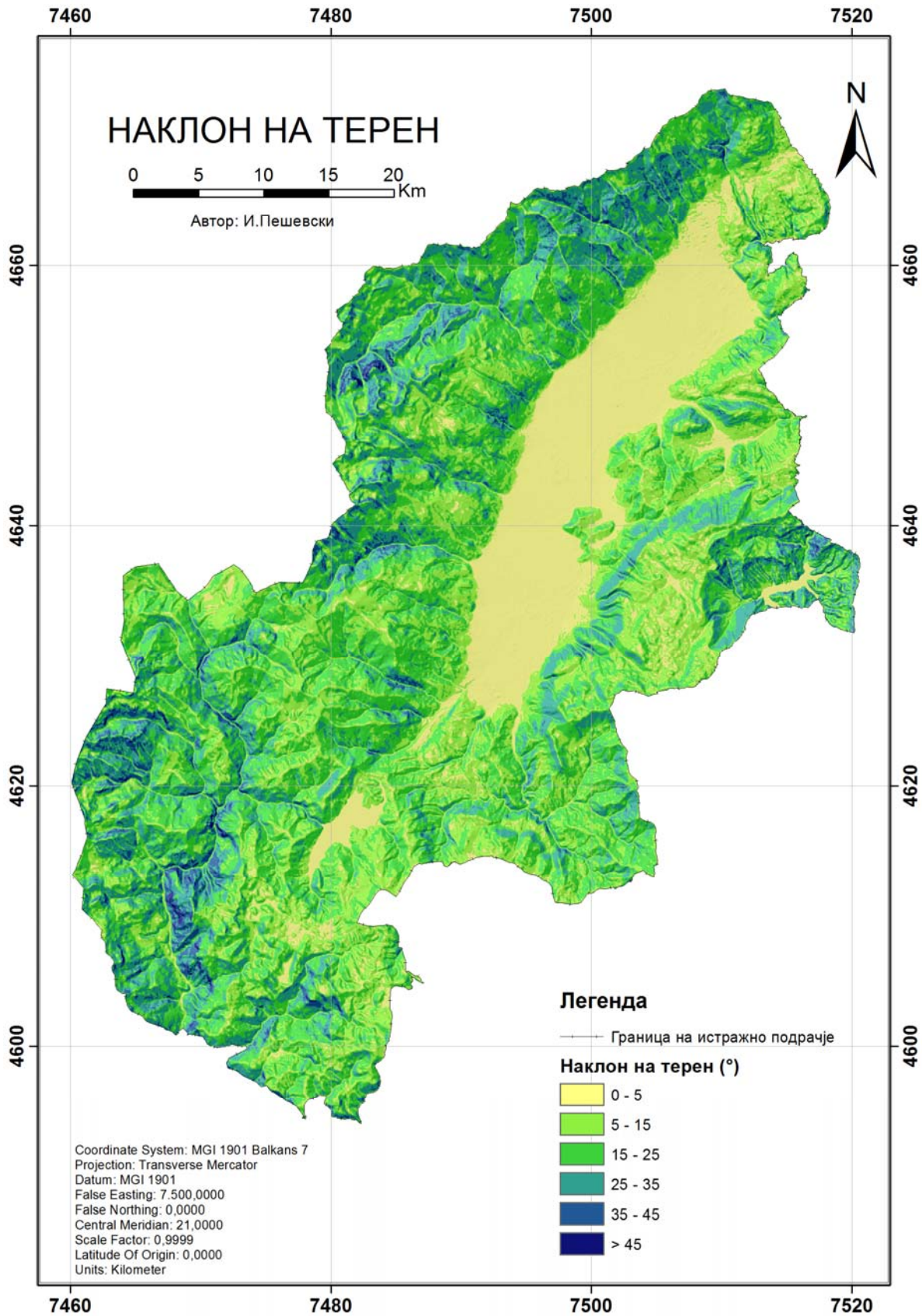
Картата на наклон на терен за предметното подрачје е подготвена во ГИС средината врз основа на достапниот ДЕМ модел за територијата на Р.Македонија од 2004-2006 година со големина на келиите во растер од 30x30m².

Тематската карта за наклон на терен е подготвена за пет категории на наклон и тоа: 0-5°, 5-15°, 15-25°, 25-35°, 35-45° и > 45°. Картата на наклон на терен е прикажана на слика бр. 39. Статистичките податоци се прикажани на табела 36.

Табела 36. Поделба на истражното подрачје според наклон на теренот

Категорија на терен според наклон	Наклон на терен (°)	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
1	0-5	401.47	16,54
2	5-15	645.71	26,6
3	15-25	873.86	36
4	25-35	428.70	17,66
5	35-45	72.34	2,98
6	>45	5.62	0,23
Вкупно		2427.73	100,01

Во однос на надморската висина, најмалата изнесува 336 m и се наоѓа во Полошката котлина во самата долина на река Вардар (координати x-4662084 y-7515483), додека максималната изнесува 2748 Титов врв на Шар планина (координати x-7483733 y-4649784). Средна надморска висина изнесува 1256 m поради што теренот се сврстува во планинско-ридски.



Слика 39. Карта на наклон на терен на Полошко-Реканскиот регион.
(извор: Дигитален Елевационен Модел на Р.Македонија, големина на ќелија 30x30м,
ДЕМ генериран од топографски карти на РМ во размер 1:25000)

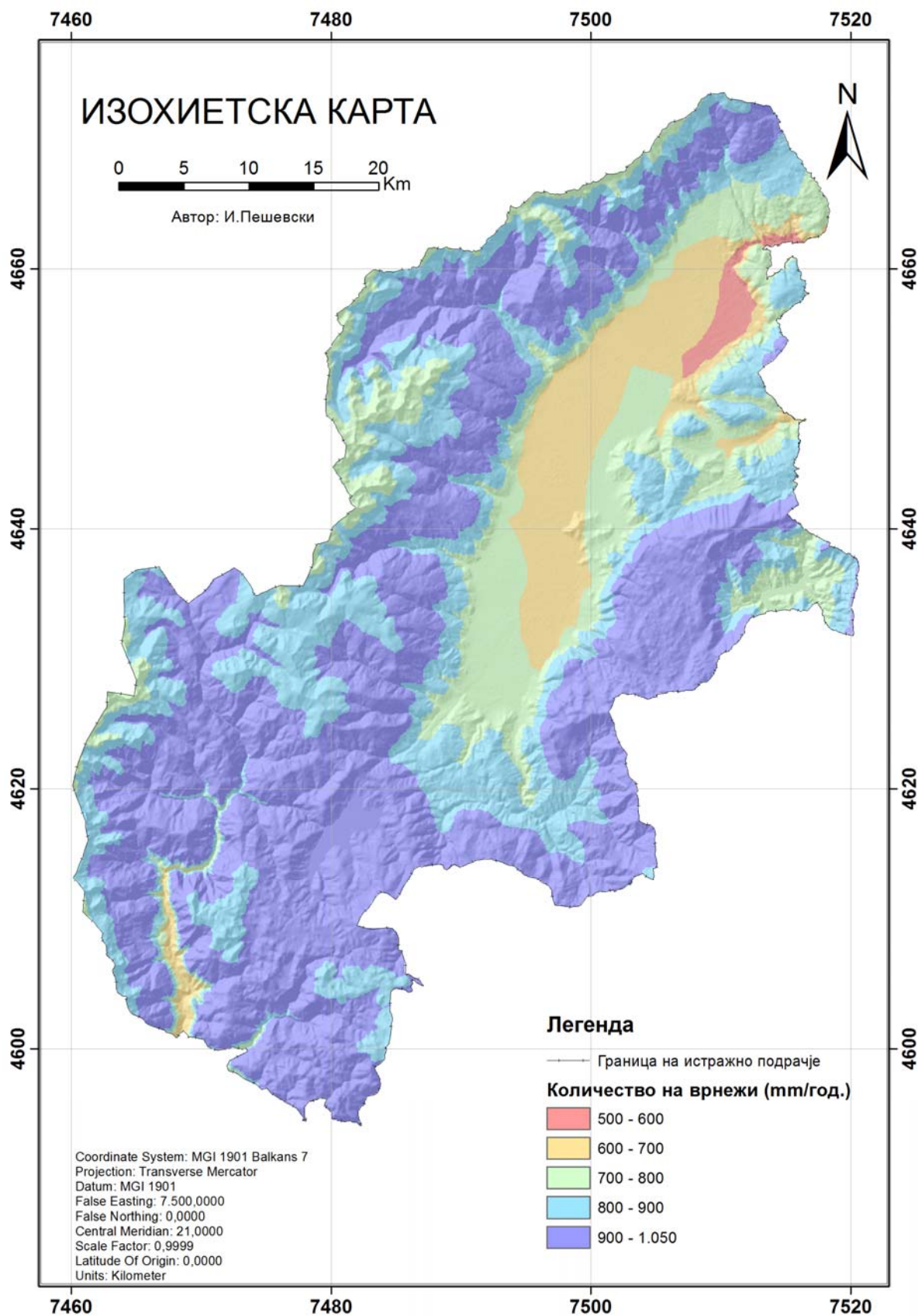
Карта на просечни годишни врнежи

Годишните просечни врнежи во истржаното подрачје варираат од 600 мм/год. па се до повеќе од 1250 мм/год/ што е највисок интензитет на врнежи во Македонија. За добар дел од нестабилните појави, потврдено е дека се јавуваат за време на периодите на интензивни или пролонгирани вржени, како и во периодите на топење на снегот. Во овие периоди, распаднатиот материјал на површината на земјата (делувиумот) се заситува и доаѓа до појава на порен притисок кој допринесува до опаѓање на јакосните карактеристики а зголемување на тежината и гравитациските сили кои делуваат на падината. Исто така, долж површината на контактот помеѓу цврстата карпа и распаднатиот материјал се формира зона на интензивно влажнење која често преминува во рамнина на свлекување. Како основа за подготовка на тематска карта за истражниот простор, послужи картата на врнежи за Р.Македонија која е подготвена за периодот 1961-1996. Картата на просечни годишни врнежи е прикажана на слика бр. 40.

Табела 37. Просечно количество на врнежи во истражното подрачје

Количество на врнежи мм/год	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
до 600	22.68	0,93
600-700	216.66	8,92
700-800	401.91	16,55
800-900	624.94	25,74
900-1050	1161.58	47,85
Вкупно	2427.77	99,99

Во контекст на врнежите, од поблиската историја, посебно значајно е да се напомене дека во периодот зима 2009 – пролет 2010 година на територијата на Р.Македонија, а особено во истражното подрачје, имаше појава на пролонгирани врнежи од дожд и снег, што предизвика подигање на нивото на подземите води (локално и до 100 годишно ниво). Ова предизвика реактивација на голем број на свлечишта, вклучувајќи ги и свлечиштата Битуше-Велебрдо-Ростуше, како и појава на специфични свлекувања на земјиште-дрвја и снег (патот Маврови Анови – Дебар, во близина на Бигорски манастир). Детали за случените свлечишта во периодот 2010 година, временските прилики кои владеа на територијата на Р Македонија и негативните ефекти по инфраструктурата, може да се најдат во литературата бр.101.



Слика 40. Карта на врнежи за истражното подрачје (извор: изохиетска карта на Р.Македонија, размер 1:100000, за период 1961-1996 УХМР на Македонија)

Сеизмички услови

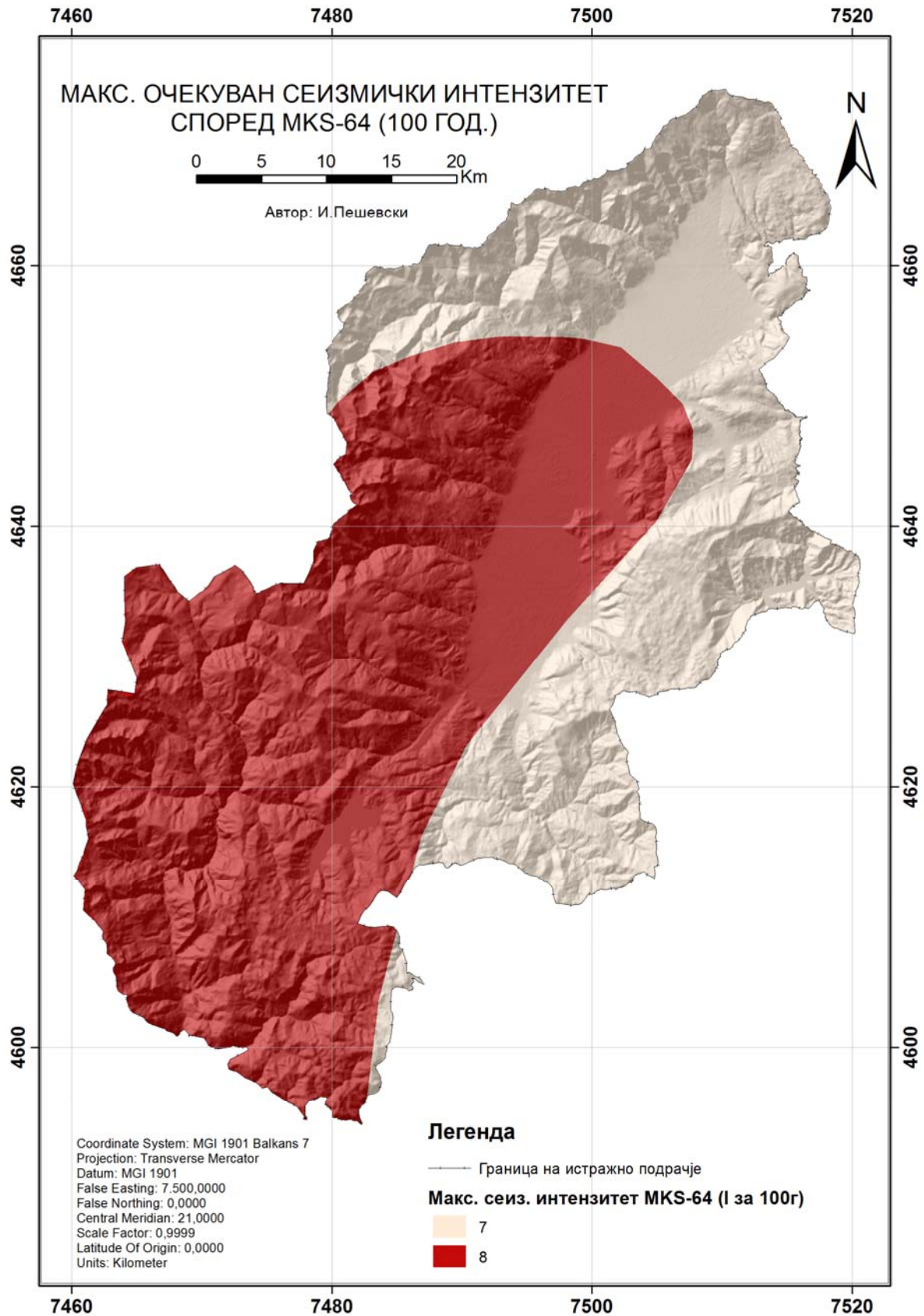
Подрачјето кое е предмет на анализа се протега во зони на максимален очекуван сеизмички интензитет од 7, 8 и 9 степени. За дел од појавите на нестабилност, постојат сведочења дека за првпат се активирале или покажале знаци на активност токму како последица на сеизмичките влијанија. За предметниот терен постојат карти на очекуван сеизмички интензитет во размер 1:200 000. Оттука, во ГИС средината, подготвени се тематски карта со максимално очекуван сеизмички интензитет според MKS-64 за повратен период од 100 и 500 год., сл.41 и сл.42.

Табела 38. Очекуван сеизмички интензитет според MKS-64 за повратен период од 100 години

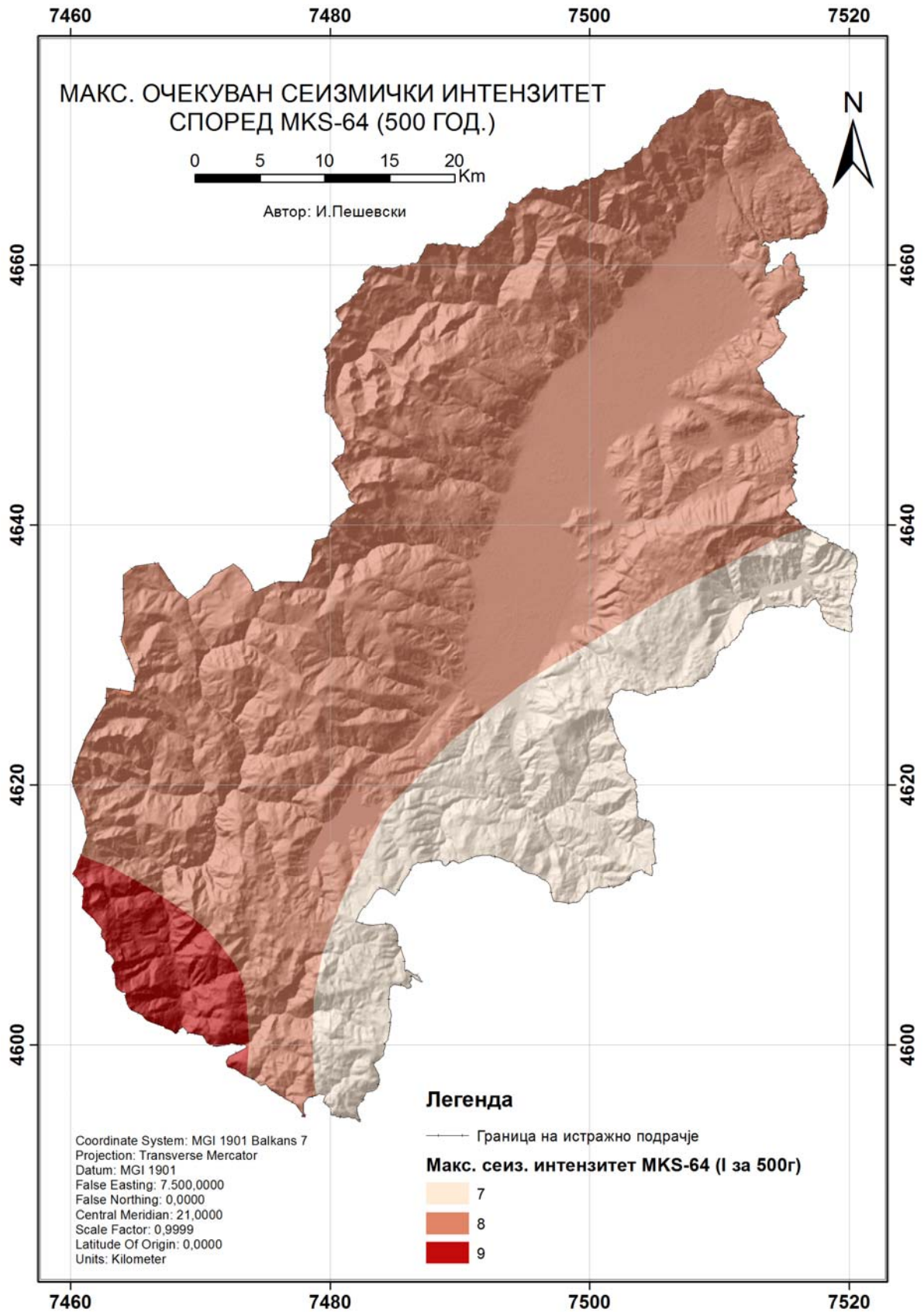
Очекуван сеизм. интен. за 100г.	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
7	993.21	40,91
8	1434.55	59,09
Вкупно	2427.76	100

Табела 39. Очекуван сеизмички интензитет според MKS-64 за повратен период од 500 години

Очекуван сеизм. интен. за 500г.	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
7	455.95	18,78
8	1866.30	76,87
9	105.507	4,35
Вкупно	2427.76	100



Слика 41. Карта на очекуван интензитет на земјотреси според МКС-64 за повратен период од 100 години (извор: сеизмолошка опсерваторија, Скопје, 1996, размер 1:200000)



Слика 42. Карта на очекуван интензитет на земјотреси според МКС-64 за повратен период од 500 години (извор: карта на сеизмички интензитети на СФРЈ, 1990, размер 1:200000)

Карта на земјишен покривач

Ова е уште еден од факторите кој се покажале како клучни во развојот на нестабилности на анализираниот терен. Ефектите на вегетацијата врз стабилноста на падините може да се класифицира како хидролошки и механички (Greenway D.R. 1987). Механичките ефекти вклучуваат зајакнување на почвата со корењата, претходно напрегање, површинска заштита итн. Хидролошките ефекти опфаќаат загуба на врнежите поради пресретнување, отстранување на влагата од почвата со евапотранспирација и ефектите на хидрауличката спроводливост.

Присуството на инфраструктурни објекти од било каков вид, ги променува природните својства на одредено подрачје, при што најчесто доаѓа до промена на дотекувањето и оттекувањето на површинските води, промена на режимот на подземните води, промена во напрегањата кај карпестите маси, промена на хидрауличките градиенти, нарушување на стабилноста на алувијално-пролувијани и делувијални наслаги и бројни други ефекти.

Според напред изнесеното, се наметнува фактот дека природната склоност на теренот кон развој на нестабилности со човечката активност се изменува, и тоа во најчест случај кон интензивирње на овие процеси, поради што секогаш треба да се посвети особено внимание на користењето на земјиштето при проценката на подложност кон свлекување, без разлика на применетата методологија.

Европската комисија во 1985 година, преку Европската агенција за животна средина ја отпочнала програмата CORINE (Coordination of information on the environment) Координација на информации за животната средина, чии три основни цели се:

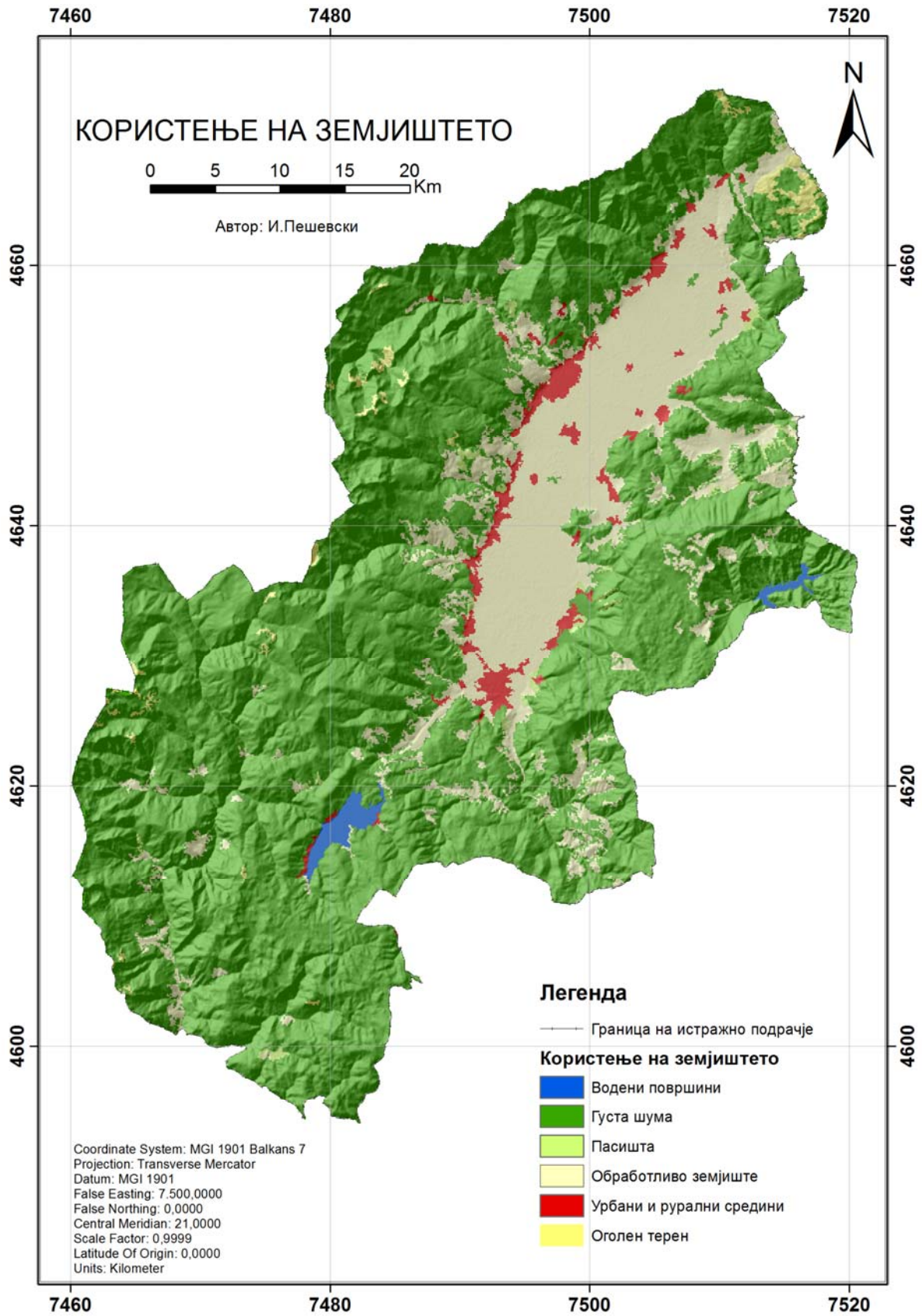
- да се соберат податоци за состојбата на животната средина во поглед на одредени теми кои се сметаат за приоритетни за сите Членки на ЕУ и другите земји од Европа
- да се координира собирањето на податоците и организацијата на информациите на меѓународно ниво
- да се обезбеди дека податоците се конзистентни и компатибилни.

Corine Land Cover или Земјишен покривач е дел од оваа програма и истиот е со намера да се обезбеди географска информација за земјишниот покривач т.е. начинот на користење на земјиштето во земјите на територијата на Европа.

За предметниот терен искористена е карта на земјишен покривач Corine Land Cover на Европската агенција за животна средина (European Environmental Agency), верзија од 2006 година, исечок за територијата на Р. Македонија. Подготвената карта е прикажана на слика бр.43 а начинот на користење на земјиштето е даден во следната табела бр.40.

Табела 40. Користење на земјиштето во истражното подрачје според Corine Land Cover вер. 2006

Користење на земјиштето	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
Густа шума	1871.93	77,1
Пасишта	16.11	0,66
Обработливо земјиште	451.42	18,59
Урбани и рурални средини	49.57	2,04
Оголен терен	22.57	0,93
Водени површини	16.22	0,67
Вкупно	2427.82	99,99



Слика 43. Карта на користење на земјиштето
(извор: Corine Land Cover, верзија 2006, големина на растер 100 x 100m)

Согласно на прикажаните теоретски основи за можностите за проценка на подложноста кон свлекување (глава 3.5), понатаму, во рамките на анализите во дисертацијата, ќе бидат прикажани резултатите за дефинирање на подложноста на свлекување со примена на **комбиниран и модифициран метод на арбитражни вредности и полиномна интерполација** за анализираното подрачје.

8.6. ПОДГОТОВКА НА РЕЈТИНГ КАРТИ

Во ГИС средината, според постапката прикажана во глава 7 се подготвени рејтинг картите по параметар на литолошки тип, наклон на терен, годишни врнежи, сеизмички услови и користење на земјиштето.

Статистичките параметри за секоја од рејтинг картите се дадени во табелите од 41 до 46, додека самите карти се прикажани на сликите од 44 до 49.

Табела 41. Вредности на рејтинг по параметар на литолошки тип (LT-R)

Рејтинг	Критериум	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
3	Според табела бр 28	423.65	17,45
2,9		333.58	13,74
2,5		187.86	7,74
2		118.03	4,86
1,2		619.27	25,51
0		745.35	30,7
Вкупно		2427.74	100

Табела 42. Вредности на рејтинг по параметар наклон на терен (NT-R)

Рејтинг	Наклон (°)	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
0	0-5	401.47	16,54
1,5	5-10	252.64	10,41
2,3	10-15	393.07	16,19
2,8	15-20	473.42	19,5
2,9	20-25	400.43	16,49
3	>25	506.67	20,87
Вкупно		2427.73	100

Табела 43. Вредности на рејтинг по параметар годишни врнежи (GV-R)

Рејтинг	Врнежи (mm/god)	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
0,1	до 600 (1)	22.68	0,93
0,2	до 700 (2)	216.66	8,92
0,5	до 800 (3)	401.91	16,55
1,1	до 900 (4)	624.94	25,74
2	до 1050 (5)	1161.58	47,85
Вкупно		2427.77	99,99

Табела 44. Вредности на рејтинг по параметар максимално очекуван сеизмички интензитет (I-R) за повратен период од 100 год.

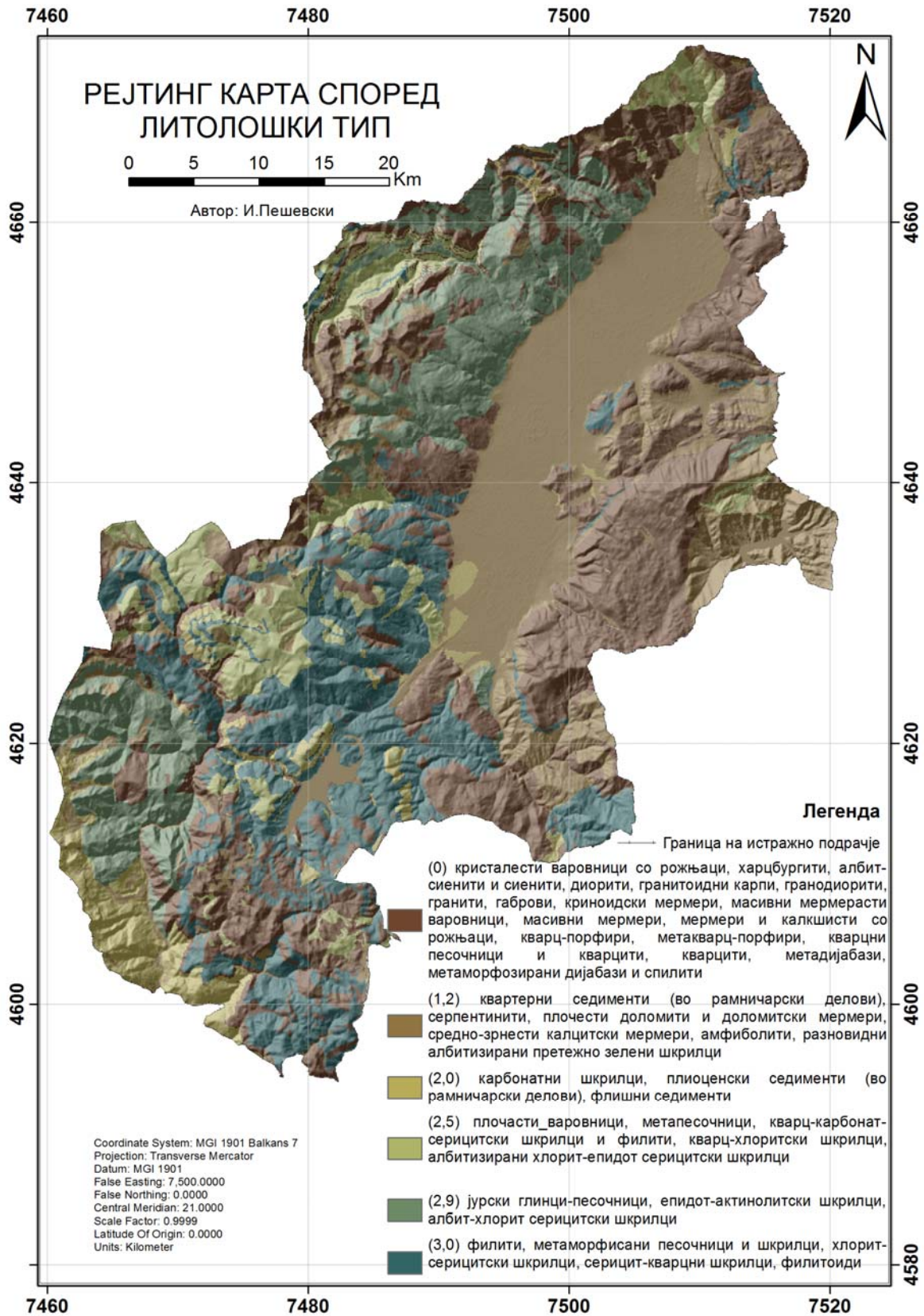
Рејтинг	Очекуван интензитет според MKS-64	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
0,3	7	993.31	40,91
0,6	8	1434.44	59,08
Вкупно		2427.75	99,99

Табела 45. Вредности на рејтинг по параметар максимално очекуван сеизмички интензитет (I-R) за повратен период од 500 год.

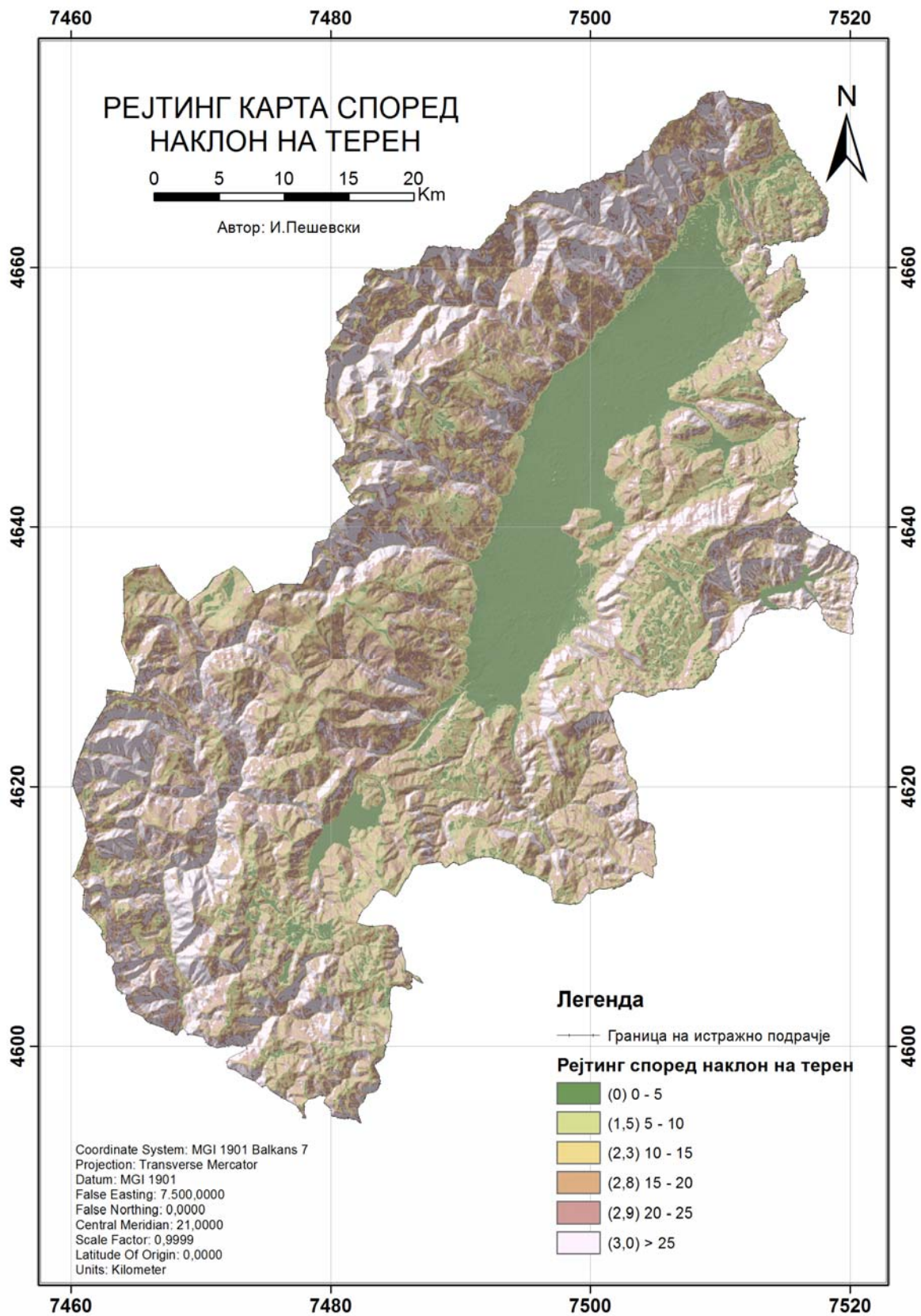
Рејтинг	Очекуван интензитет според MKS-64	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
0,3	7	455.91	18,78
0,6	8	1866.33	76,87
0,8	9	105.51	4,35
Вкупно		2427.75	100

Табела 46. Вредности на рејтинг по параметар користење на земјиштето (ZP-R)

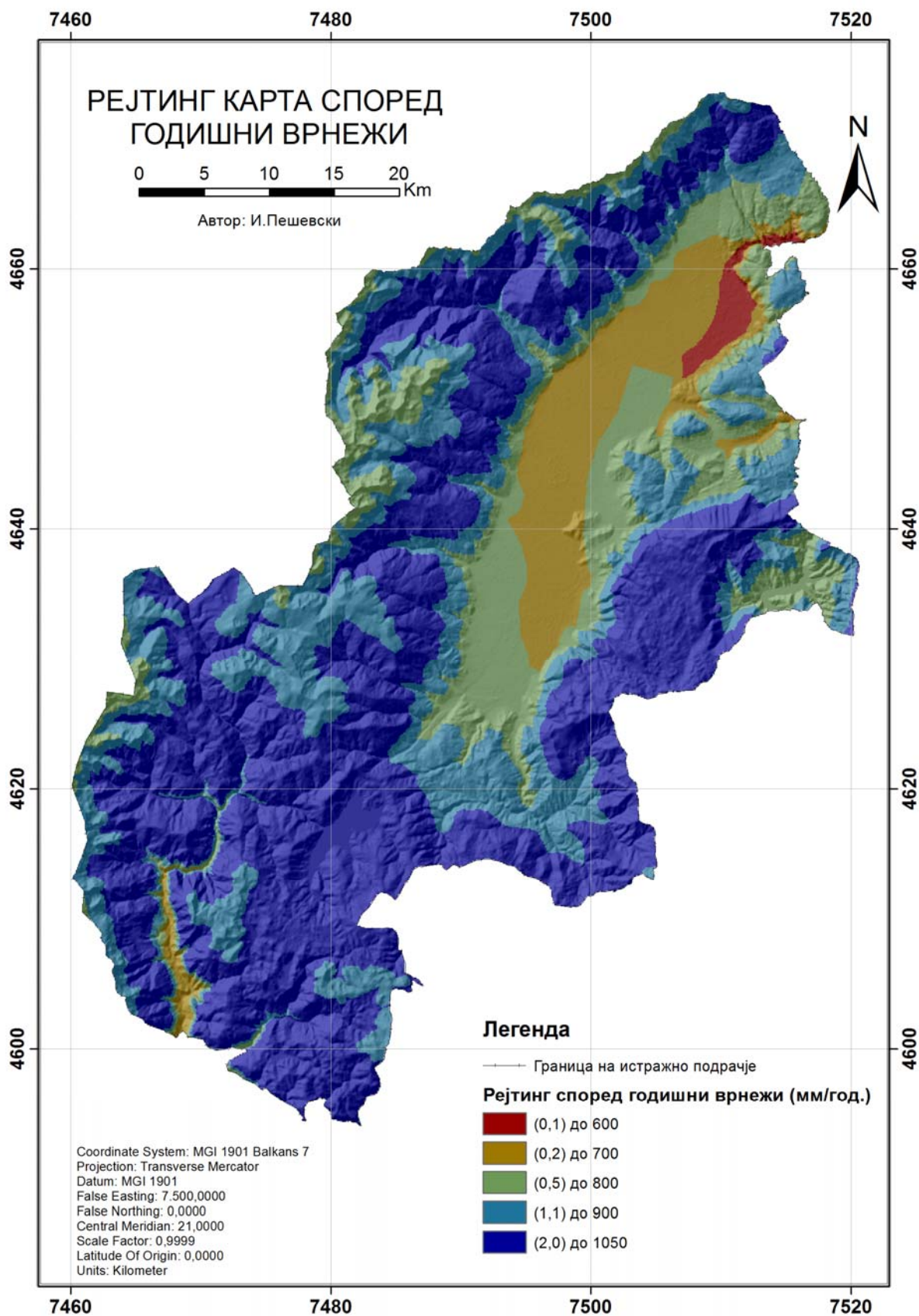
Рејтинг	Користење на земјиштето	Површина (km ²)	Процент од територијата (%)
0,1	Густа шума	1871.93	77,1
0,3	Пасишта	16.11	0,66
0,6	Обработливо земјиште	451.42	18,59
0,9	Урбани и рурални средини	49.57	2,04
1	Оголен терен	22.57	0,93
0	Водени површини	16.22	0,67
Вкупно		2427.82	99,99



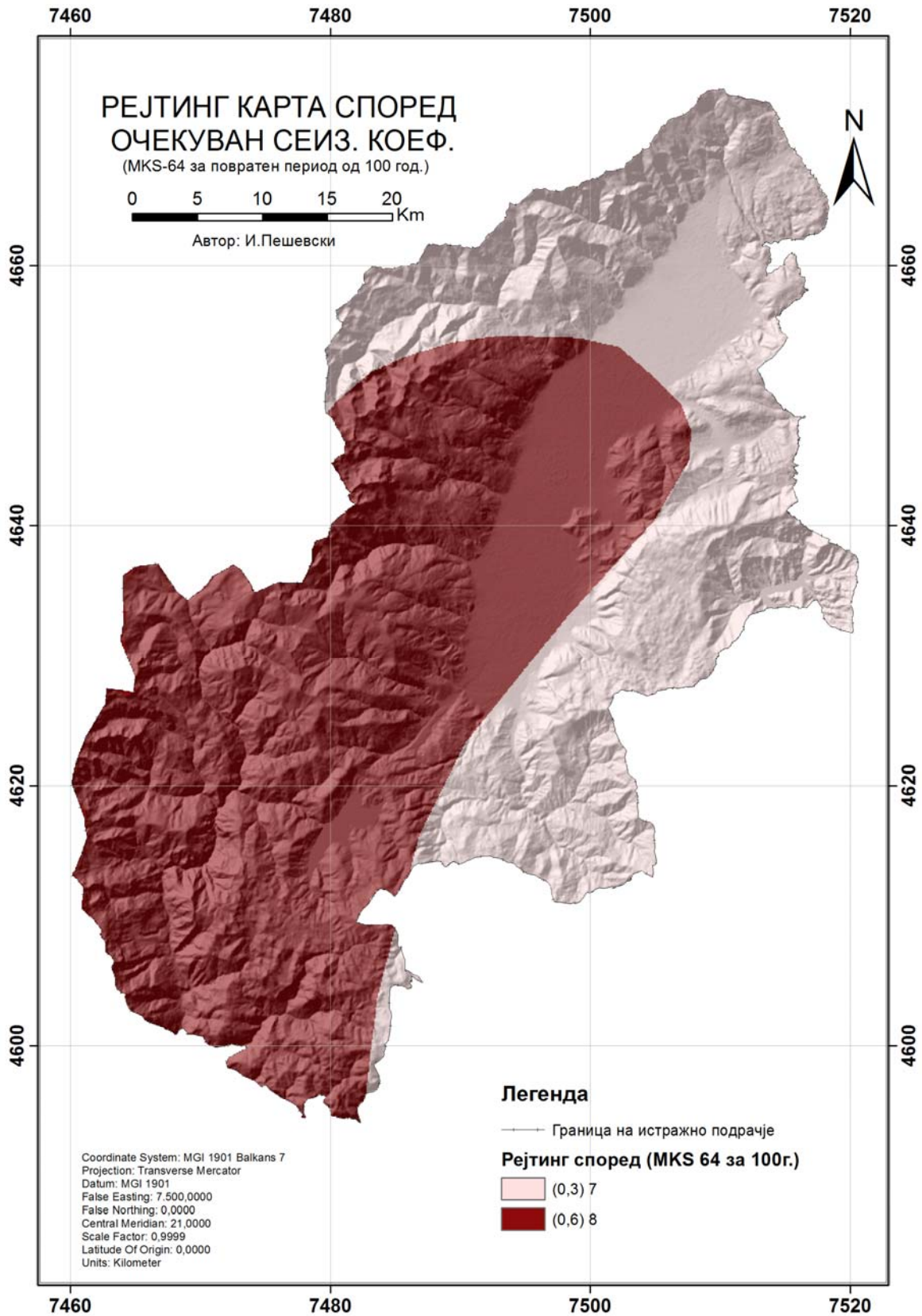
Слика 44. Карта на рејтинг според литолошки тип LT-R



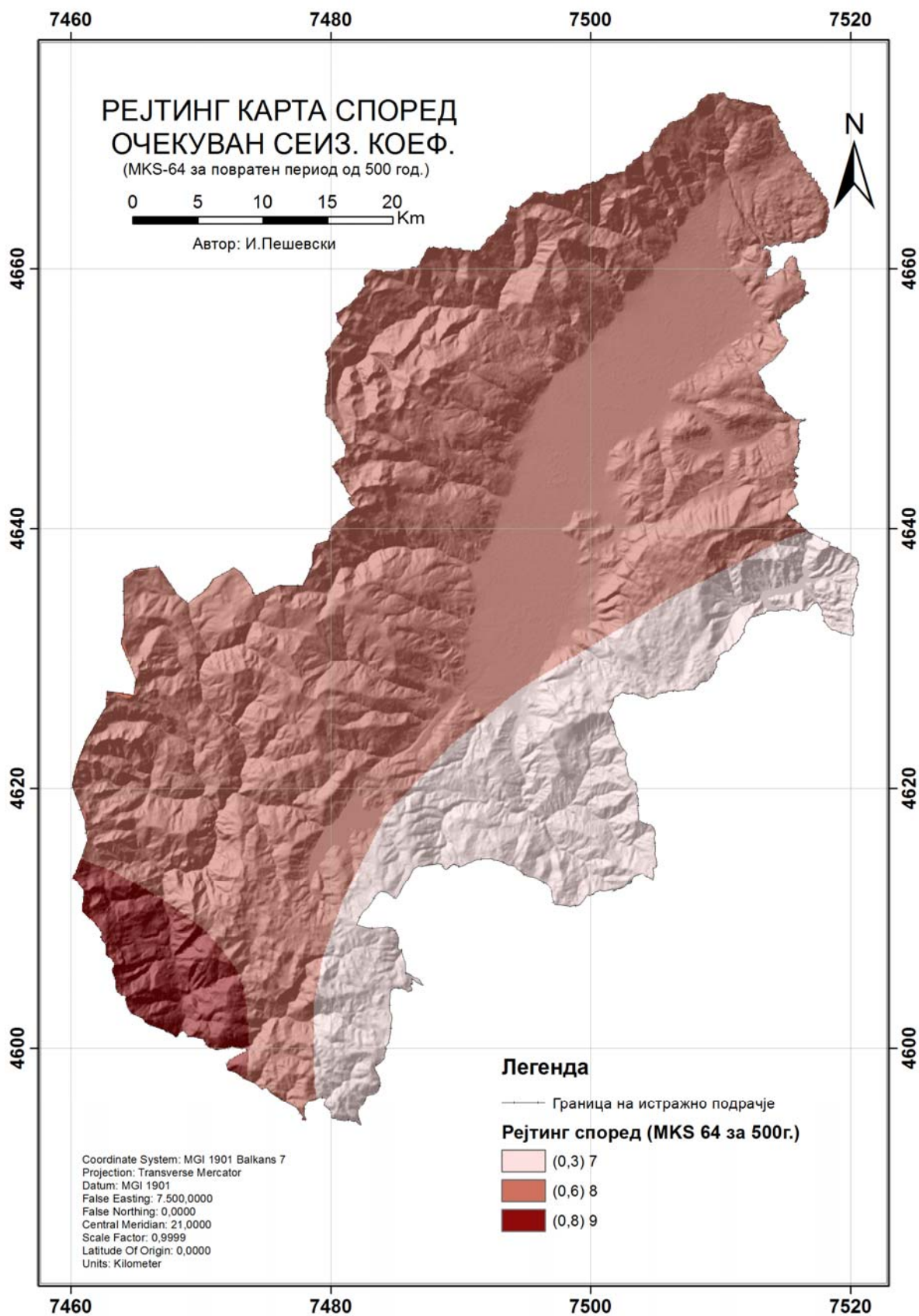
Слика 45. Карта на рејтинг според наклон на терен NT-R



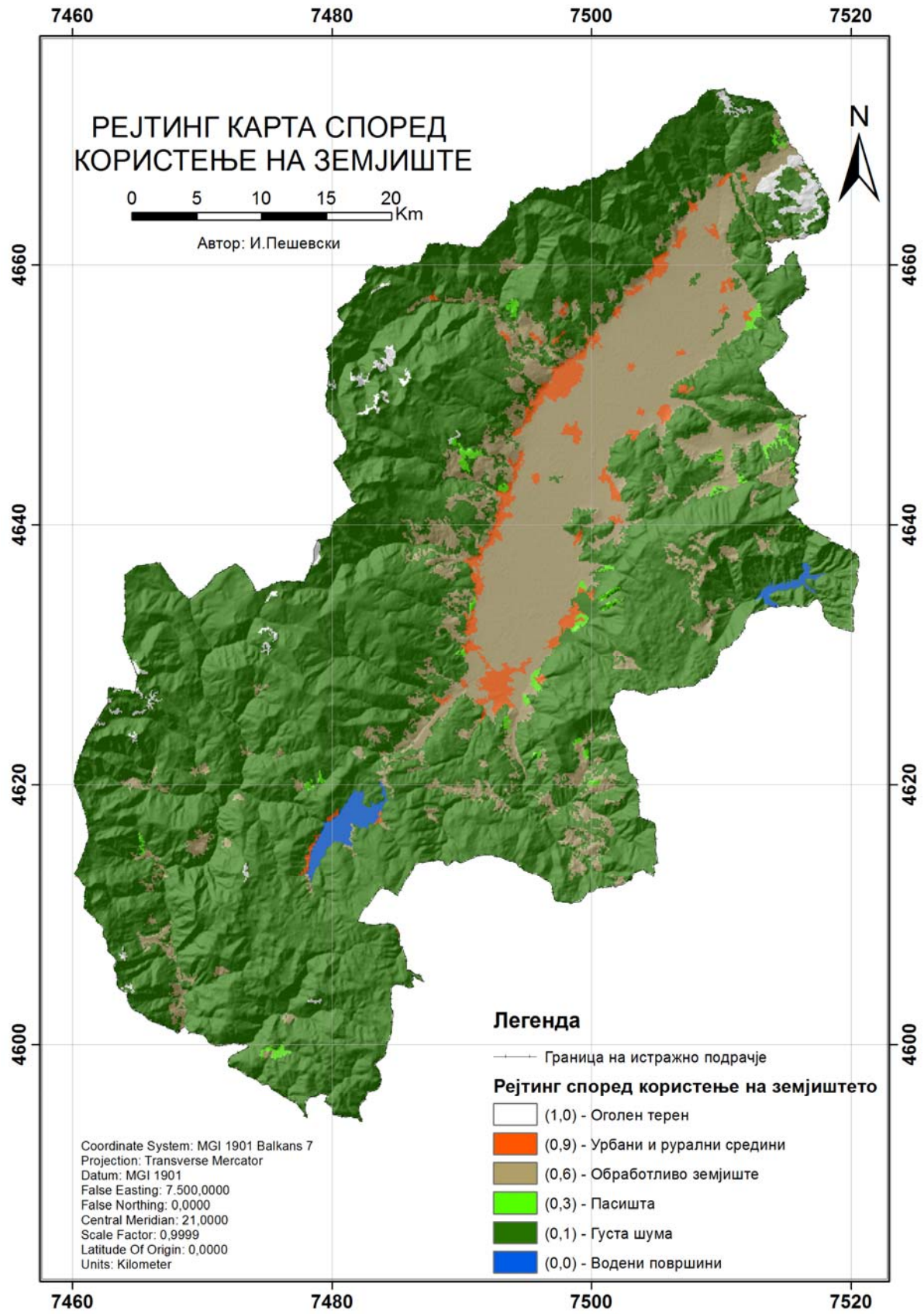
Слика 46. Карта на рејтинг според количина на просечни годишни врнежи GV-R



Слика 47. Карта на рејтинг според максимален очекуван сеизмички интензитет I-R за повратен период од 100 години



Слика 48. Карта на рејтинг според максимален очекуван сеизмички интензитет I-R за повратен период од 500 години



Слика 49. Карта на рејтинг според користење на земјиштето ZP-R

8.7. ПОДГОТОВКА НА КАРТИ НА ВКУПЕН РЕЈТИНГ И ВЕРИФИКАЦИЈА НА МЕТОДОЛОГИЈАТА

После компилацијата на секоја од параметарските карти според рејтинзи извршен е алгоритам на сумирање на рејтинзите и определен е вкупниот рејтинг на подложноста кон развој на нестабилни појави (TLSR) за повратен период на максимално очекуван сеизмички интензитет од 100 години, како основен случај. Врз вака подговетената карта се преклопени сите регистрирани нестабилности на теренот, а резултатите се прикажани на слика бр.50 и табелата 47.

Табела 47. Определени класи на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и нивна процентуална застапеност на теренот со застапеност на свлечишта во зоните на подложност

Зона на подложност	Вредност на TLSR	Површина (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1 - Многу ниска подложност	0,5-2,32	101.06	4,17	2	0,17
2- Ниска подложност	2,32-4,14	508.87	21,02	24	2,05
3 - Средна подложност	4,14-5,96	733.49	30,3	244	20,82
4 - Висока подложност	5,96-7,78	538.42	22,24	323	27,56
5 - Многу висока подложност	7,78-9,6	539.05	22,27	579	49,4
Вкупно		2420.89	100	1172	100

Од слика 50 и табелата бр. 47 може да се каже дека применетиот метод релативно добро ја одсликува подложноста на теренот кон свлекување. Ваквата констатација произлегува од фактот што речиси 50% од регистрираните свлечишта спаѓаат во зона на теренот која со методологијата е определена како зона со многу висока подложност на свлекување. Во поглед на големината на оваа зона, истата изнесува 22% од целото истражно подрачје. Од друга страна во зона на многу ниска и ниска подложност спаѓаат само 2,2% од свлечиштата а големината на овие зони изнесува 25,2 % од вкупната територија на истражното подрачје.

Важно да се напомене е дека при определувањето на зоните на подложност кон свлекување, минималната односно максималната вредност за TLSR изнесува соодветно 0.5 и 9.6. Поделбата на 5 зони на подложност во ГИС програмата е направена со методот на еднакви интервали помеѓу овие вредности.

По истата постапка направена е проценка на подложноста кон свлекување и за повратен период на максимално очекуван сеизмички интензитет од 500 години, а резултатите се прикажани на слика бр.51 и табелата 48.

Табела 48. Определени класи на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на TLSR	Површина (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,8-2,54	56.36	2,33	4	0,34
2-Ниска подложност	2,54-4,28	571.95	23,63	33	2,82
3-Средна подложност	4,28-6,02	720.56	29,76	236	20,14
4-Висока подложност	6,02-7,76	508.96	21,02	289	24,66
5-Многу висока подложност	7,76-9,5	563.06	23,26	610	52,05
Вкупно		2420.89	100	1172	100,01

Може да се забележи дека доаѓа до минимално зголемување територијата на зоната со многу висока подложност кон свлекување 1% и 2,61% за зоната со ниска подложност, додека кај останатите доаѓа до намалување на територијата од 0.6% до 1.84%. Како резултат на ова доаѓа и до прераспределба на бројот на свлечишта по зони на подложност.

За да се согледа (констатира) кој од евалуационите фактори, има релативен поголем допринос за зголемување на подложноста на свлекување, сите рејтинг карти се помножени со тежински коефициент (корекционен фактор), при што со нивно сумирање се добива **тежински вреднуван** вкупен рејтинг на подложност кон свлекување **W-TLSR**. Вкупно се подготвени 8 вакви модели а усвоените корекциони фактори) и математичките равенства по кои се определени конечните вредности на секој од W-TLSR моделите детално се образложени во делот кој следи.

Тежински вреднуван вкупен рејтинг на подложност кон свлекување WLT-TLSR за утврдување на доприносот за зголемување на подложноста на свлекување на литолошкиот тип е одреден по следната формула, а резултатите се прикажани на сликите 52 и 53 и табелите 49 и 50.

$$WLT-TLSR = LT-R*0.3 + NT-R*0.175 + GV-R*0.175 + I-R*0.175 + ZP-R*0.175$$

Табела 49. Определени класи на WLT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WLT-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,0875-0,481	55.27	2,28	7	0,6
2-Ниска подложност	0,481-0,8745	763.12	31,52	116	9,9
3-Средна подложност	0,8745-1,268	519.49	21,46	147	12,54
4-Висока подложност	1,268-1,6615	443.43	18,32	260	22,18
5-Многу висока подложност	1,6615-2,055	639.58	26,42	642	54,78
Вкупно		2420.89	100	1172	100

Табела 50. Определени класи на WLT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WLT-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,14-0,5195	61.96	2,56	7	0,6
2-Ниска подложност	0,5195-0,899	785.65	32,45	124	10,58
3-Средна подложност	0,899-1,2785	493.88	20,4	140	11,95
4-Висока подложност	1,2785-1,658	404.80	16,72	244	20,82
5-Многу висока подложност	1,658-2,03745	674.60	27,87	657	56,06
Вкупно		2420.89	100	1172	100

Тежински вреднуван вкупен рејтинг на подложност кон свлекување WNT-TLSR за утврдување на доприносот за зголемување на подложноста на свлекување на наклонот на терен е одреден по следната формула, а резултатите се прикажани на слика 54 и 55 и табелите 51 и 52.

$$WNT-TLSR = LT-R*0.175 + NT-R*0.3 + GV-R*0.175 + I-R*0.175 + ZP-R*0.175$$

Табела 51. Определени класи на WNT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WNT-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,08749-0,481	250.40	10,34	4	0,34
2-Ниска подложност	0,481-0,8745	248.08	10,25	7	0,6
3-Средна подложност	0,8745-1,268	554.74	22,91	149	12,71
4-Висока подложност	1,268-1,6615	672.28	27,77	325	27,73
5-Многу висока подложност	1,6615-2,055	695.39	28,72	687	58,62
Вкупно		2420.89	100	1172	100,00

Табела 52. Определени класи на WNT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WNT-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,14-0,5195	328.64	13,58	4	0,34
2-Ниска подложност	0,5195-0,8989	169.42	7,00	11	0,94
3-Средна подложност	0,8989-1,2785	562.83	23,25	140	11,95
4-Висока подложност	1,2785-1,6579	663.09	27,39	324	27,65
5-Многу висока подложност	1,6579-2,0375	696.91	28,79	693	59,13
Вкупно		2420.89	100	1172	100,00

Тежински вреднуван вкупен рејтинг на подложност кон свлекување WGV-TLSR за утврдување на доприносот за зголемување на подложноста на свлекување на годишните врнежи е одреден по следната формула, а резултатите се прикажани на слика 56 и 57 и табелите 53 и 54.

$$WGV-TLSR = LT-R*0.175 + NT-R*0.175 + GV-R*0.3 + I-R*0.175 + ZP-R*0.175$$

Табела 53. Определени класи на WGV-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WGV-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,1-0,466	101.93	4,21	2	0,17
2-Ниска подложност	0,466-0,832	459.05	18,96	31	2,65
3-Средна подложност	0,832-1,198	689.52	28,48	198	16,89
4-Висока подложност	1,198-1,564	591.28	24,42	340	29,01
5-Многу висока подложност	1,564-1,93	579.11	23,92	601	51,28
Вкупно		2420.89	100	1172	100

Табела 54. Определени класи на WGV-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WGV-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,1525-0,5045	205.25	8,48	2	0,17
2-Ниска подложност	0,5045-0,8565	380.77	15,73	33	2,82
3-Средна подложност	0,8565-1,2085	609.97	25,2	188	16,04
4-Висока подложност	1,2085-1,5605	619.57	25,59	332	28,33
5-Многу висока подложност	1,5605-1,9125	605.33	25	617	52,65
Вкупно		2420.89	100	1172	100,01

Тежински вреднуван вкупен рејтинг на подложност кон свлекување WZP-TLSR за утврдување на доприносот за зголемување на подложноста на свлекување на користењето на земјиштето (земјишен покривач) е одреден по следната формула, а резултатите се прикажани на сликите 58 и 59 и табелите 55 и 56.

$$WZP-TLSR = LT-R*0.175 + NT-R*0.175 + GV-R*0.175 + I-R*0.175 + ZP-R*0.3$$

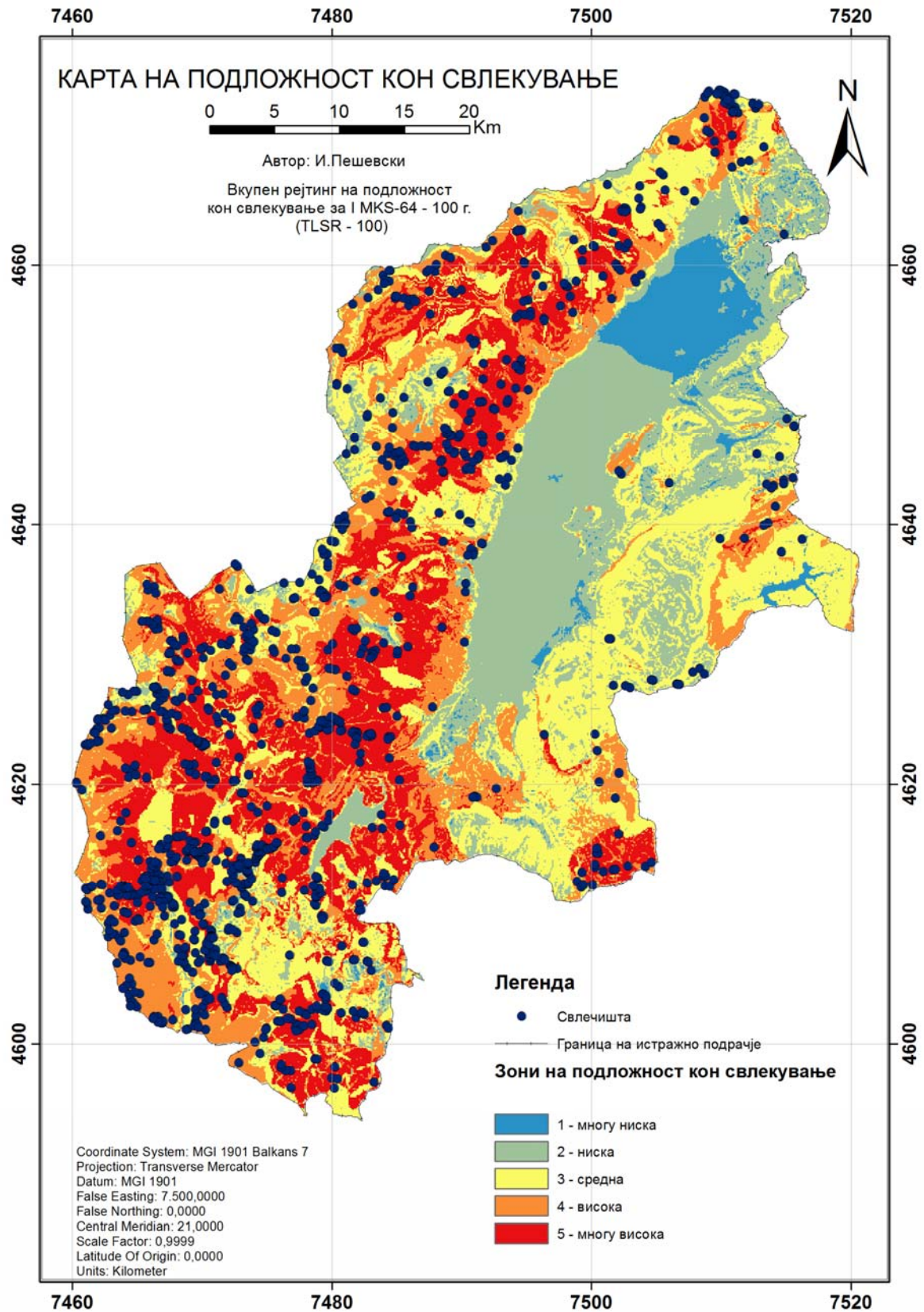
Табела 55. Определени класи на WZP-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WZP-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,1-0,4409	50.72	2,1	2	0,17
2-Ниска подложност	0,4409-0,7819	626.23	25,87	38	3,24
3-Средна подложност	0,7819-1,1229	710.92	29,37	247	21,08
4-Висока подложност	1,1229-1,4639	711.64	29,40	404	34,47
5-Многу висока подложност	1,4639-1,8049	321.38	13,28	481	41,04
Вкупно		2420.89	100	1172	100,00

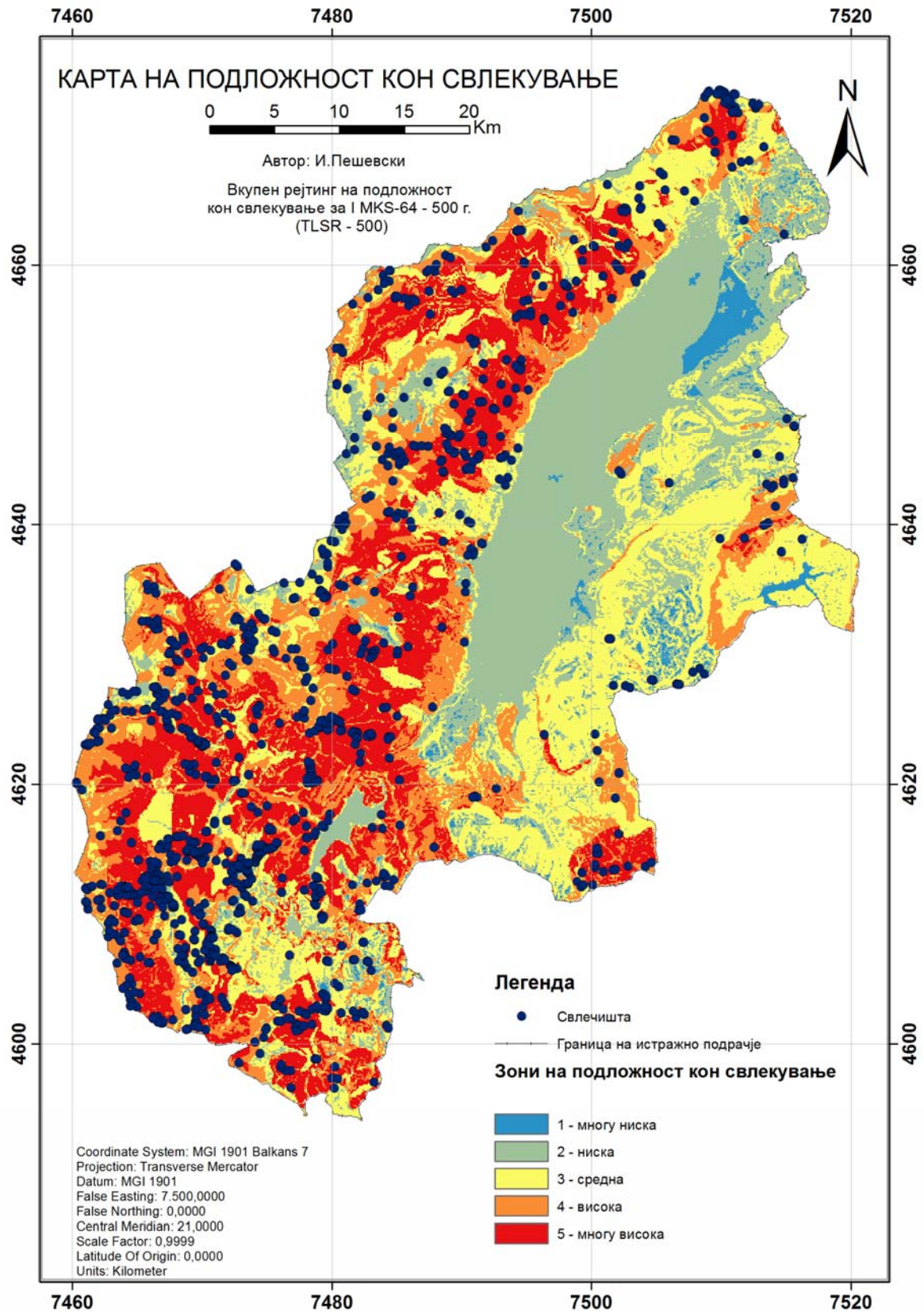
Табела 56. Определени класи на WZP-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет и застапеност на свлечишта во зоните

Зона на подложност	Вредност на WZP-TLSR	Површ. (km ²)	Дел од територ. (%)	Број на свлечишта во зоната	Процент на свлечишта во зоната (%)
1-Многу ниска подложност	0,1525-0,4795	41.53	1,72	4	0,34
2-Ниска подложност	0,4795-0,8065	623.31	25,75	40	3,41
3-Средна подложност	0,8065-1,1335	725.31	29,96	245	20,9
4-Висока подложност	1,1335-1,4605	658.64	27,21	386	32,94
5-Многу висока подложност	1,4605-1,7875	372.10	15,37	497	42,41
Вкупно		2420.89	100	1172	100,00

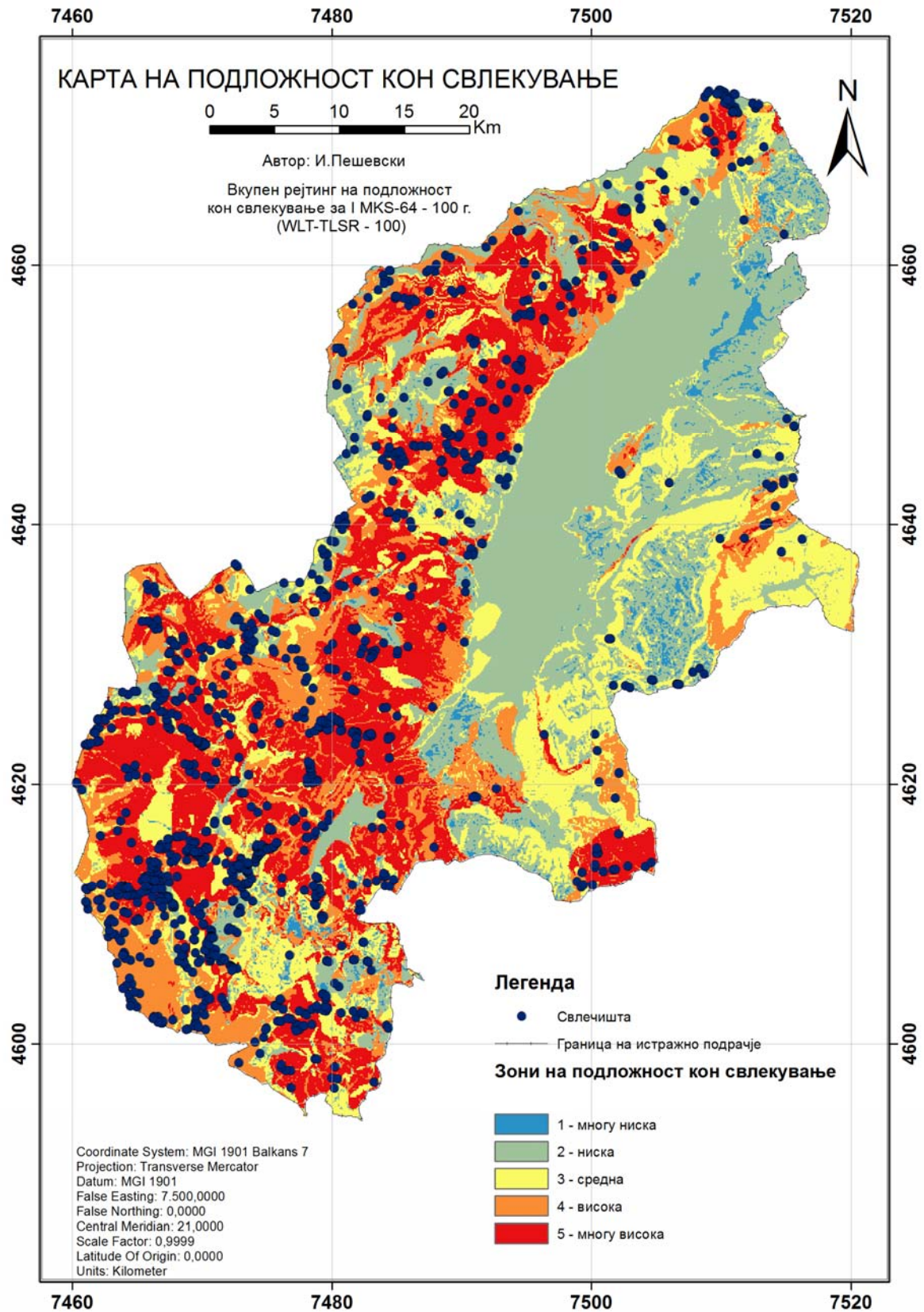
Со доделувањето на тежински коефициенти се врши оптимизација на моделот и конечно утврдување на зоните на подложност кон свлекување на теренот за истражното подрачје. При ваквата постапка, доаѓа до прераспределба на големината на просторот на секоја од зоните на подложност кон свлекување и промена на бројот (процентот на свлечишта) кои што спаѓаат во една од петте зони. Детална синтеза и споредба на резултатите е дадена на сликите од 60 до 63.



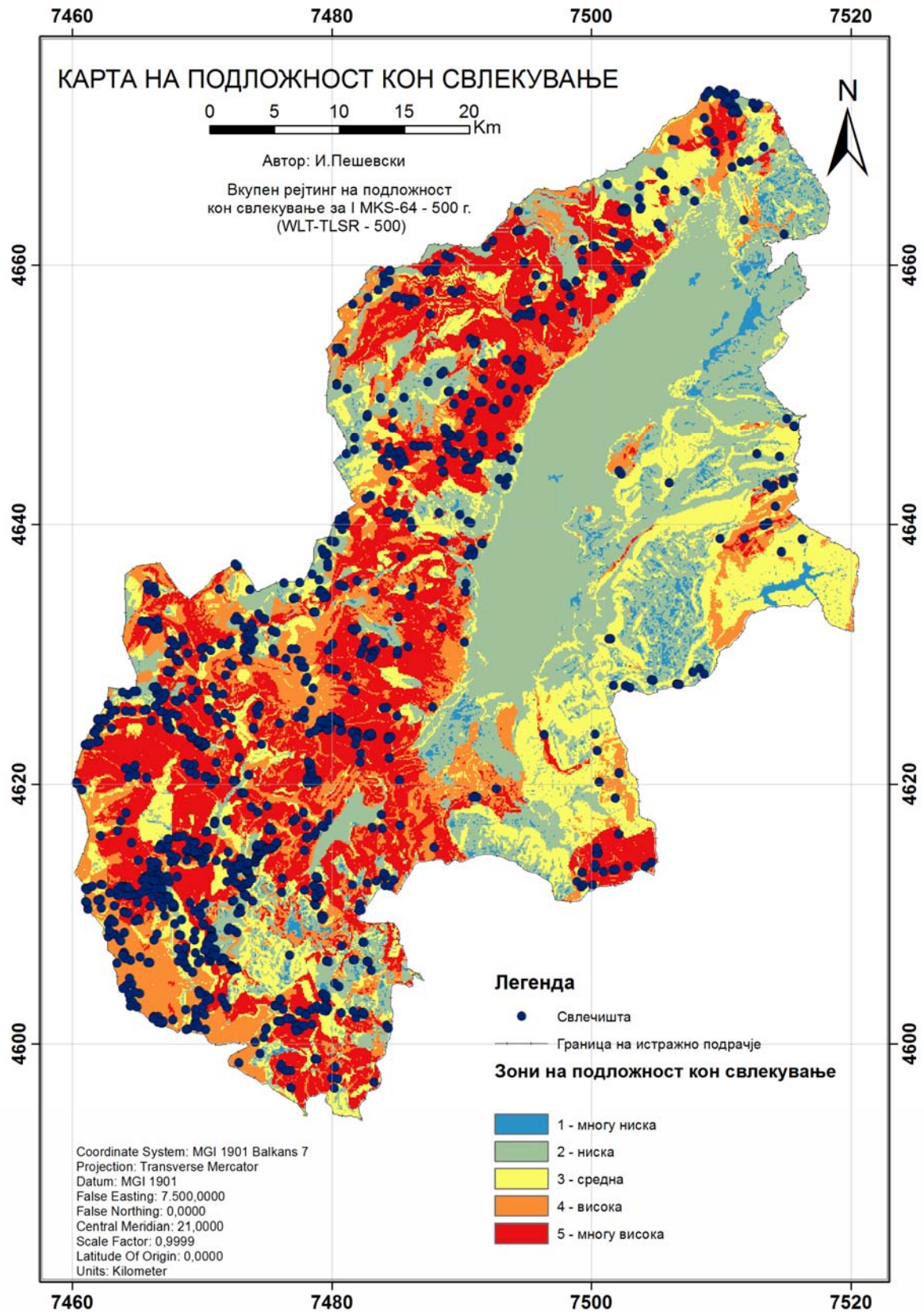
Слика 50. Вкупен рејтинг на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



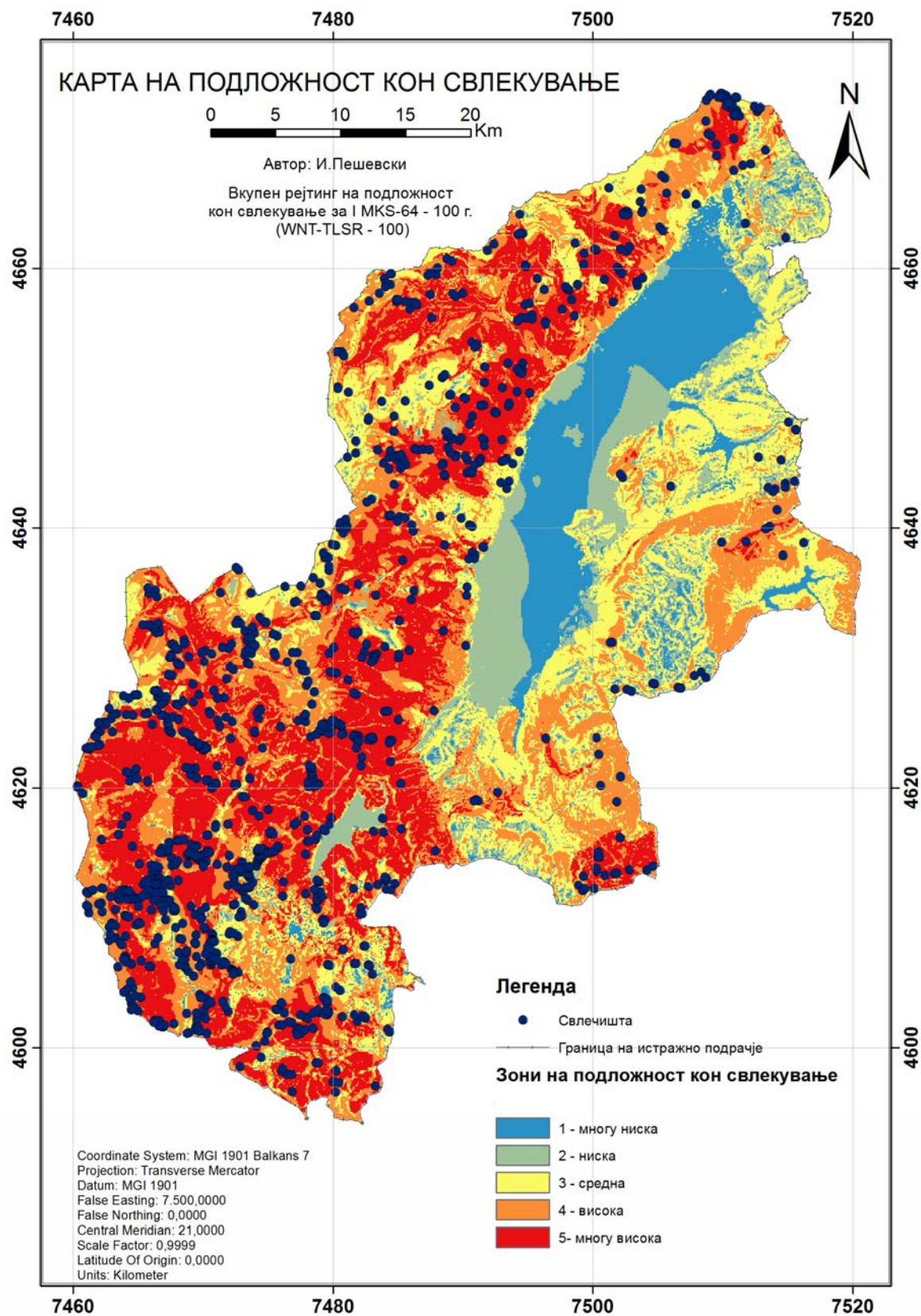
Слика 51. Вкупен рејтинг на подложност кон свлекување TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



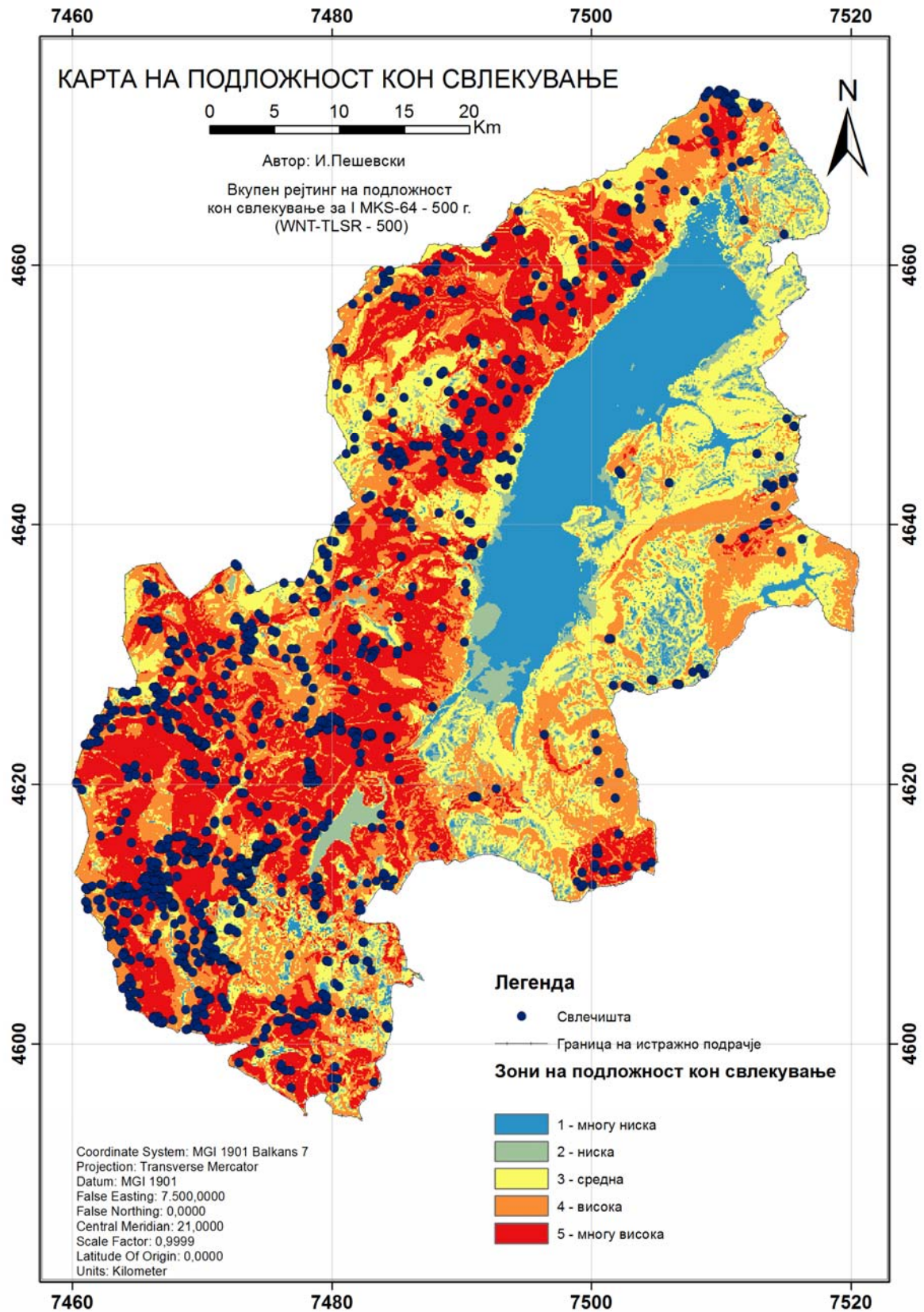
Слика 52. WLT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



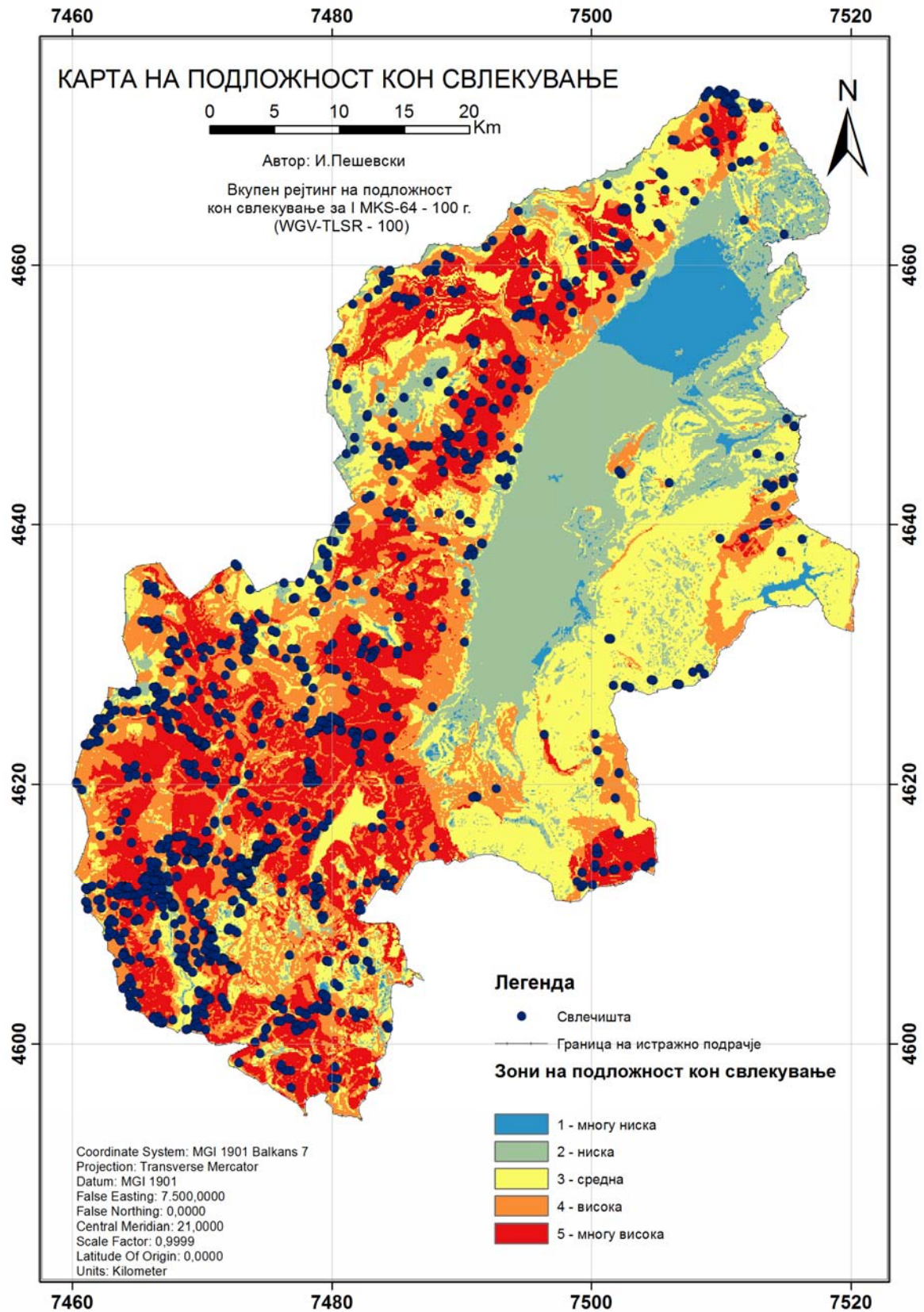
Слика 53. WLT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



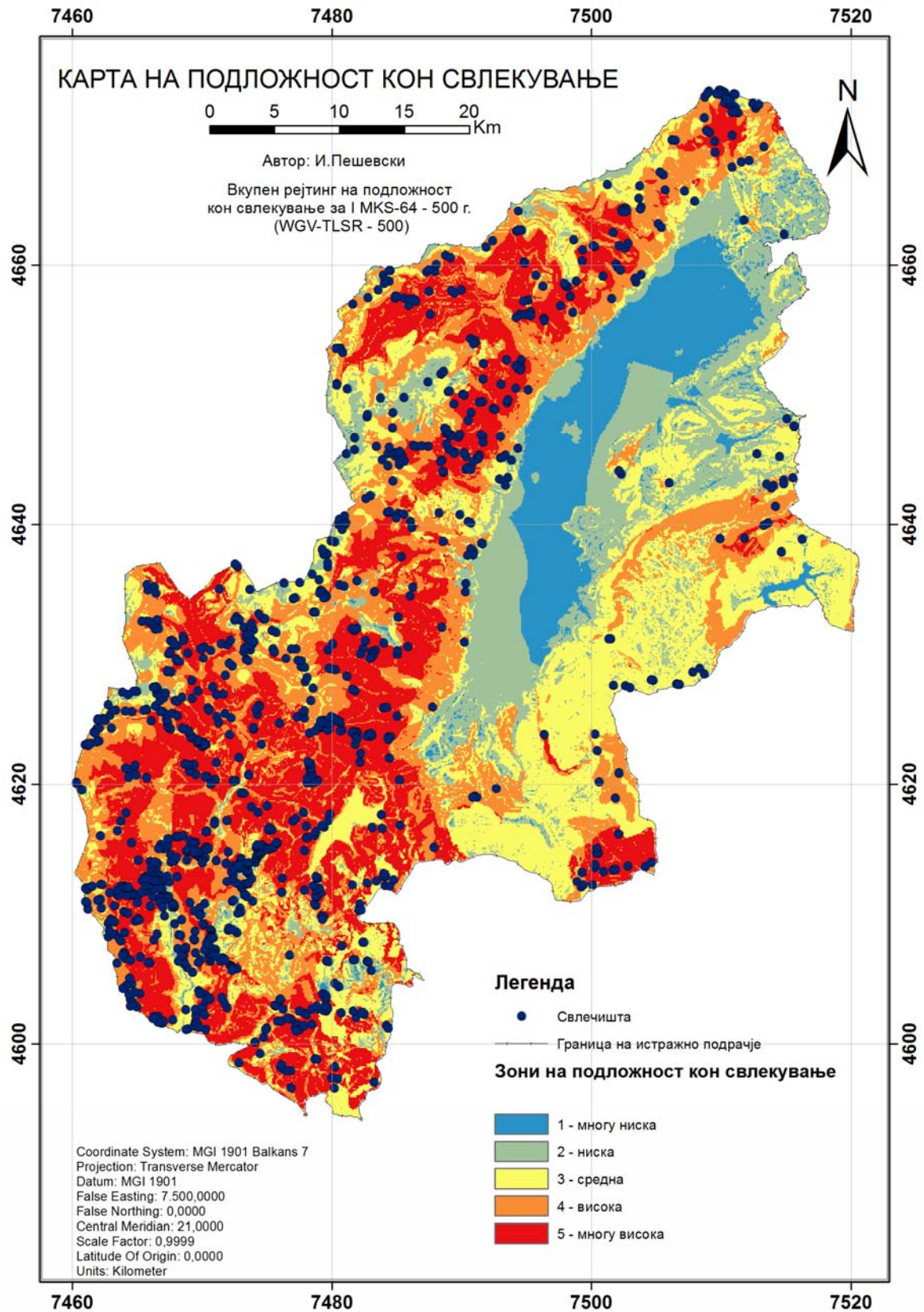
Слика 54. WNT-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



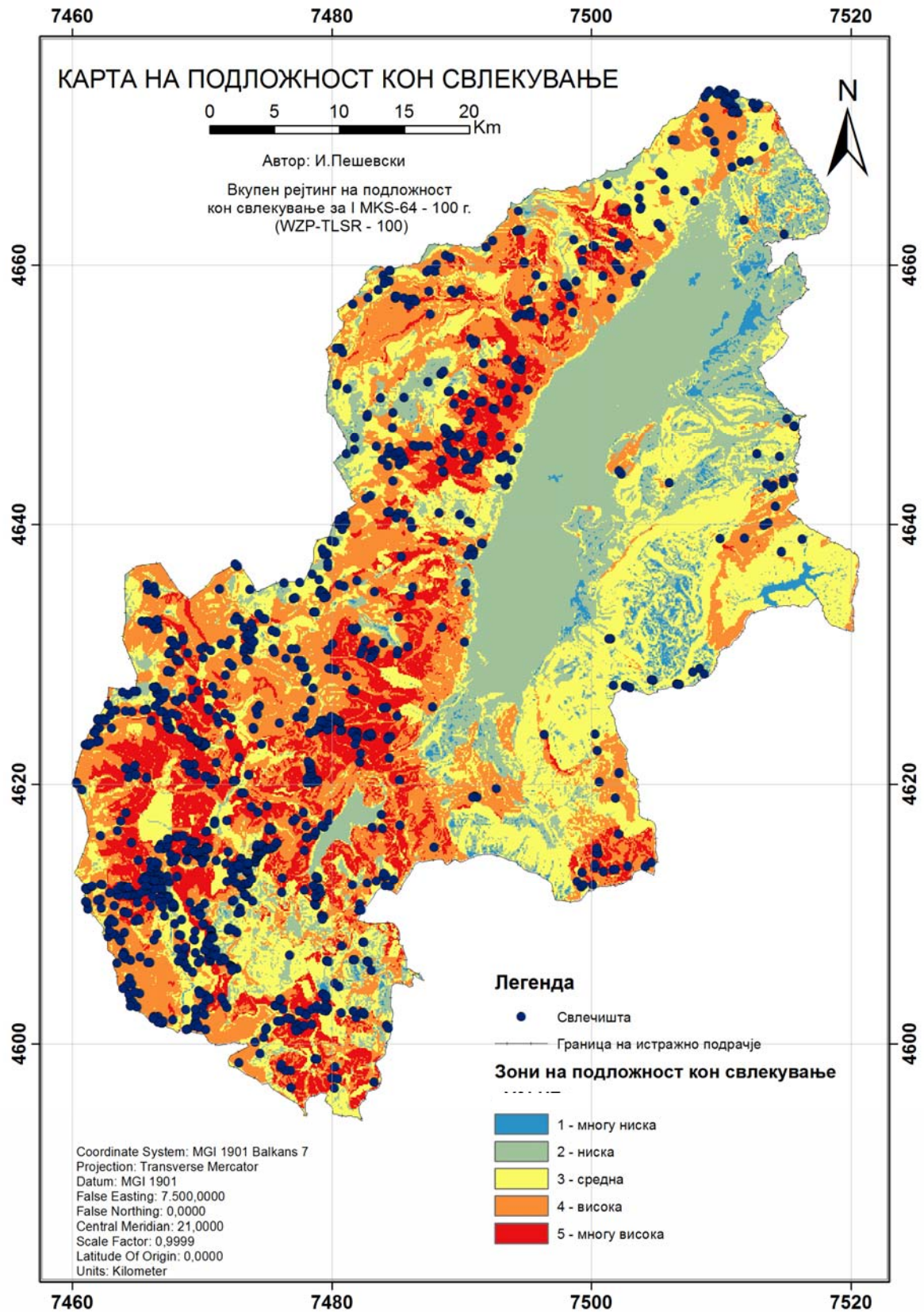
Слика 55. WNT-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



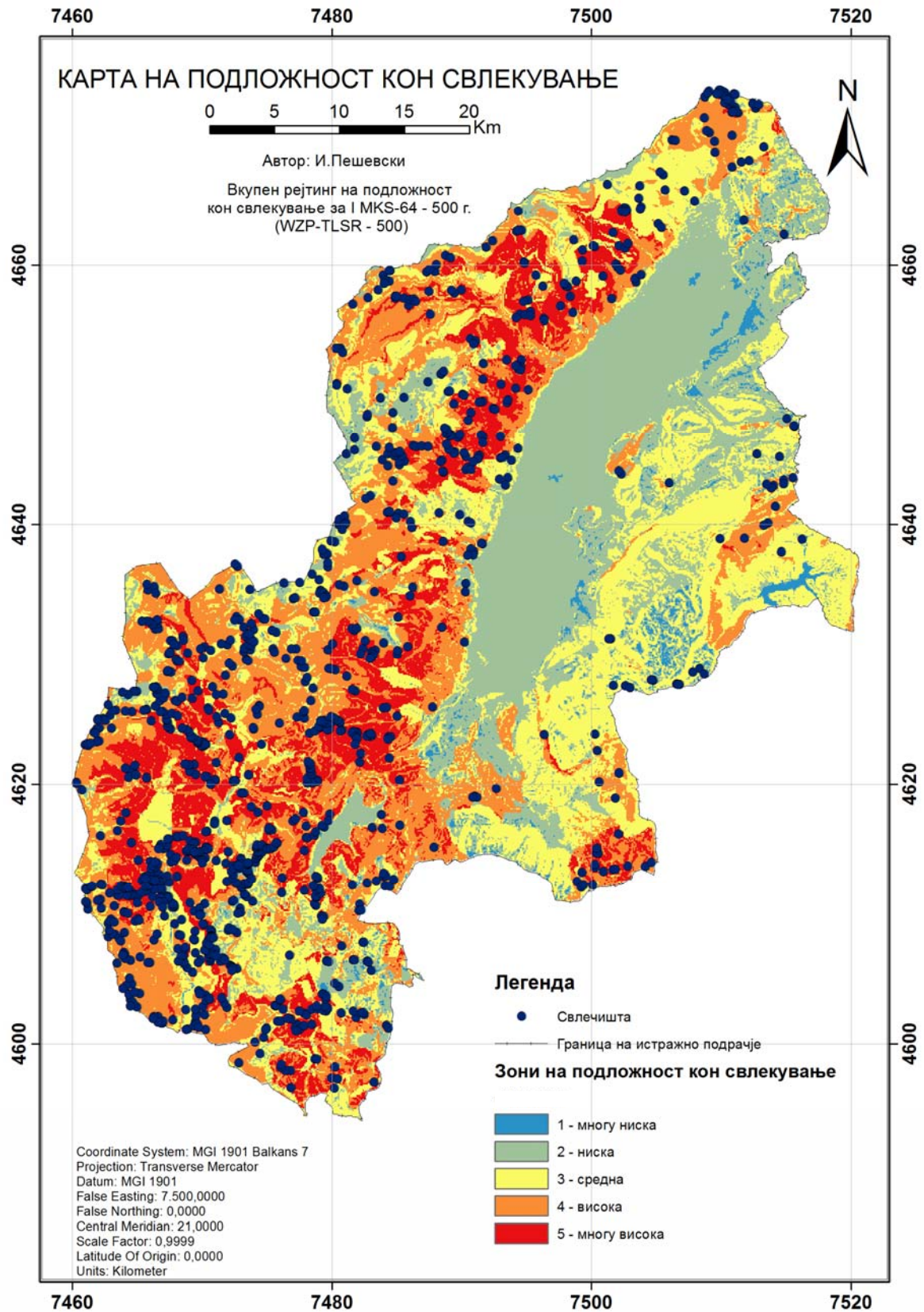
Слика 56. WGV-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



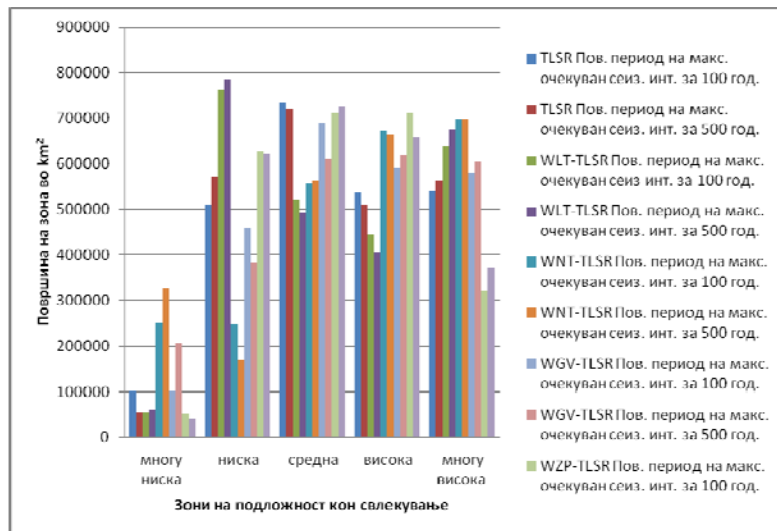
Слика 57. WGV-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



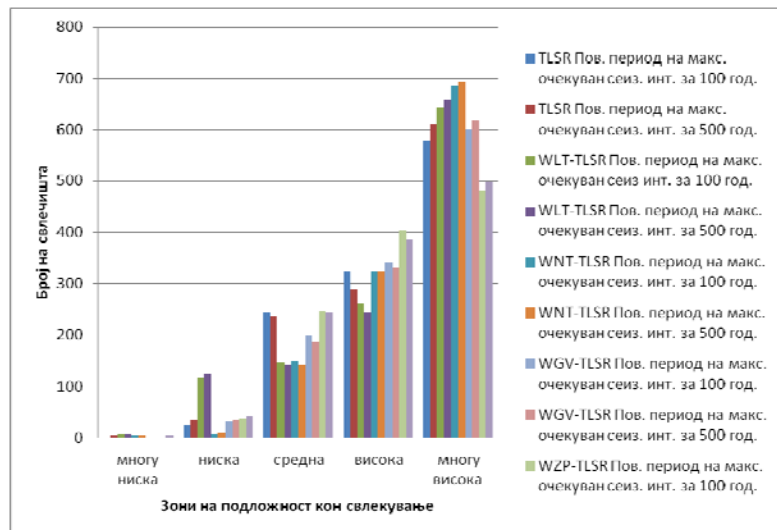
Слика 58. WZP-TLSR за повратен период од 100 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



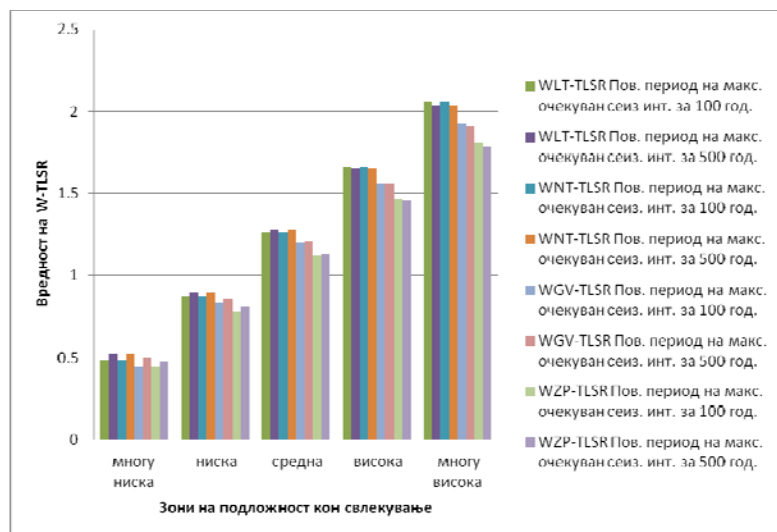
Слика 59. WZP-TLSR за повратен период од 500 год. на максимално очекуван сеизмички интензитет



Слика 60. Големина на површина на зоните на подложност кон свлекување во зависност од применетиот модел за проценка



Слика 61. Број на свлечишта во зоните на подложност кон свлекување во зависност од применетиот модел за проценка



Слика 62. Максимални вредности на W-TLSR по зони на подложност во зависност од применет тежински коефициент

Големината на зоните на подложност кон свлекување и број на свлечишта во истите, изразено во проценти во однос на целата територија е прикажано на слика 63, а во зависност од применетиот модел за проценка се движи во следните граници:

Зони на подложност (% од вкупна територија)

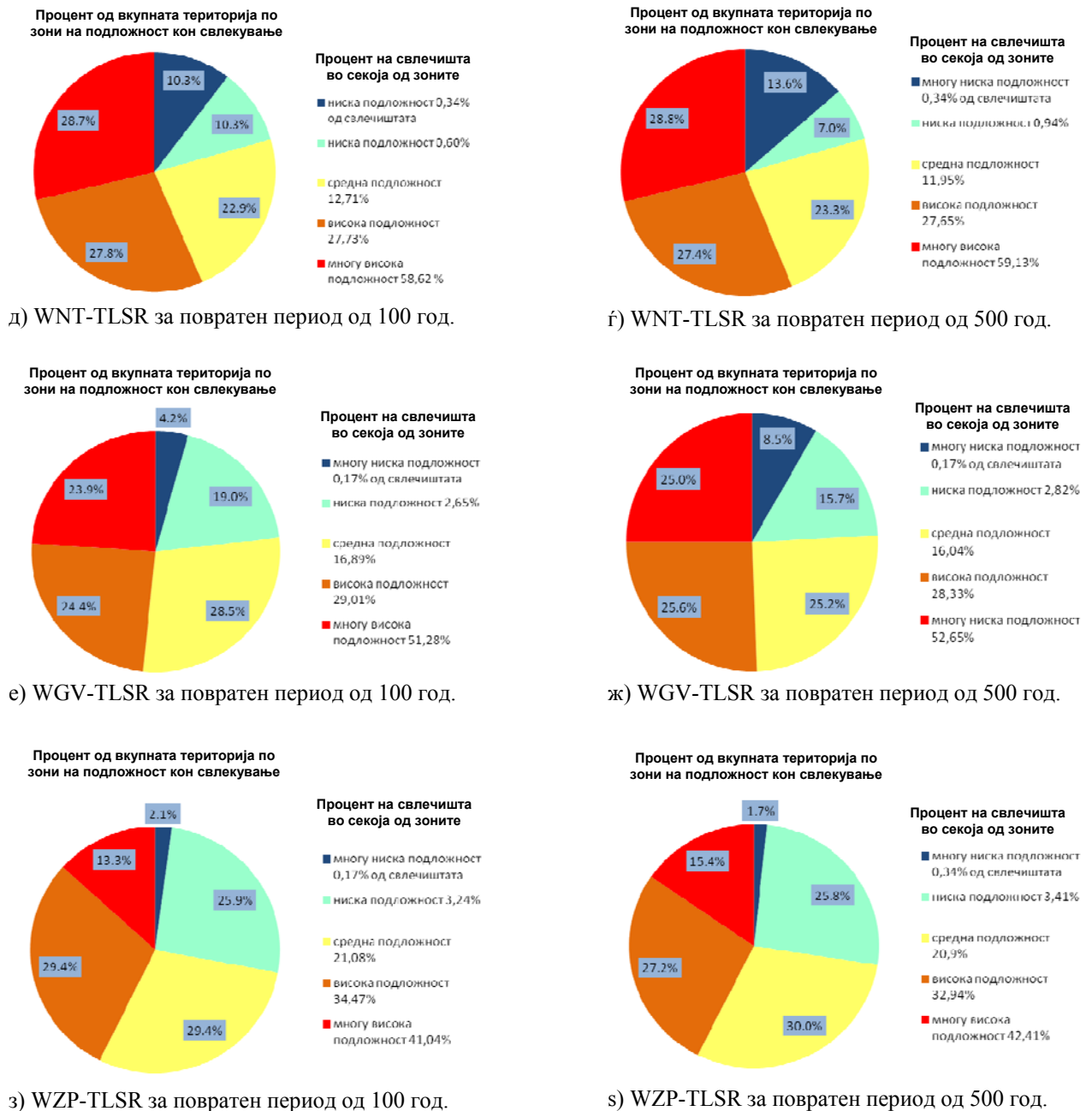
Многу ниска подложност:	1.72-13.58% (свлечишта од вкупниот број 0.17%-0.34%)
Ниска подложност:	7.00-32.45% (свлечишта од вкупниот број 0.60%-10.50%)
Средна подложност:	20.40-30.30% (свлечишта од вкупниот број 11.95%-21.08%)
Висока подложност:	16.72-29.40% (свлечишта од вкупниот број 20.82%-34.47%)
Многу висока подложност:	13.28-28.79% (свлечишта од вкупниот број 41.04%-59.13%)

За дополнителна верификација на моделот може да се анализираат резултатите кои се добиени за картата на подложност која дава највисок процент на свлечишта во зоните со висока и многу висока подложност од свлекување **WNT-TLSR за повратен период од 500 години**. Според оваа карта 43.83% од територијата спаѓа во терени со многу ниска, ниска и средна подложност кон свлекување, а во истата се картирани само 13,32% од свлечиштата. Од друга страна, терени со висока и многу висока подложност кон свлекување зафаќаат 56,18% од територијата, а во нив се картирани 86,78% од свлечиштата.

Според картата на подложност која дава најнизок процент на свлечишта во зоните со висока и многу висока подложност од свлекување **WZP-TLSR за повратен период од 100 години** 57.34% од територијата спаѓа во терени со многу ниска, ниска и средна подложност кон свлекување, а во истата се картирани 24,49% од свлечиштата. Од друга страна, терени со висока и многу висока подложност кон свлекување зафаќаат 42,68% од територијата, а во нив се картирани 75,58% од свлечиштата.



Слика 63. Споредба на резултати во зависност од применет модел за проценка на подложноста кон свлекување



Слика 63. Споредба на резултати во зависност од применет модел за проценка на подложноста кон свлекување (продолжение)

Од прикажаните слики, табели и графици, може да се изведе генерален заклучок дека применетиот пристап за проценка на подложност кон свлекување без или со додавање на тежински коефициенти (т.е. фактор на чувствителност) дава задоволителни резултати.

Конечно усвојување на најповолен модел на подложност може да се направи преку понатамошна анализа на овде прикажаните резултати. Во конкретниот случај, генерираната карта со доделен тежински коефициент од 0.3 за наклонот на терен (WNT-TLSR) за нијанса има повисока моќ на предвидување на идните свлечишта во однос карта со доделен тежински коефициент од 0.3 за литолошкиот тип (WLT-TLSR).

Оттука, врз основа на напред изнесените резултати, за селекција на најсоодветен модел и проценка на подложноста кон свлекување за слични терени, се предлага пристапот кој е прикажан на слика 26.

Поради карактерот на детекција на свлечиштата, се предлага оваа методологија да се користи при одредување на подложност на свлекувања од типот на карпести одрони, карпести обрушувања, дробински одрони, ротациско свлекување на карпи, транслаторно свлекување на карпести блокови, планарно ширење (карпести наноси). Верификација на методологијата за проценка на подложност на свлекувања од типот на длабоки свлечишта, и сите останати типови на свлекувања во почвени средини би била возможна после спроведување на теренско картирање и примена на посовремени геодетски методи (сателитски снимки, стереоскопски снимки, теренски мерења и сл).

9. ПРЕДЛОГ МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНА НА СТАБИЛНОСТА НА ТЕРЕНОТ ЗА ПЛИТКИ СВЛЕЧИШТА

Имајќи го во предвид фактот дека голем број познати свлечишта во Р.Македонија се јавуваат на контактот помеѓу површинскиот покривач (почва) и основната карпеста маса (транслаторни свлекувања), се наметнува потребата од анализа на стабилноста за плитки свлекувања кои се развиваат токму на границата помеѓу овие две средини. Во овој контекст предложена е методологија за анализа на стабилноста според добро познатиот метод на бесконечно долга косина (infinite slope method). Во рамките на дисертацијата се даваат основите за оваа методологија, а се предлага во иднина, тоа да биде едно од полињата за детални научни истражувања.

Целта би била да се пронајде начин да се изврши поврзување на вредноста на факторот на сигурност за различни услови, со вредноста на TLSR или W- TLSR.

За оваа намена секако дека ќе биде потребен систематски пристап на преработка и доработка на постојните инженерскогеолошки карти кај нас, бидејќи во актуелниот момент нема детално познавање на геотехничките параметри на средината на толкав простор.

9.1. ДЕФИНИРАЊЕ НА ДЕБЕЛИНАТА И ГЕОТЕХНИЧКИТЕ СВОЈСТВА НА ПОЧВЕНИОТ ПОКРИВАЧ

За успешна реализација на една детерминистичка анализа на стабилноста потребно е познавање на дебелината на почвениот покривач и геотехничките параметри на истиот. До подготвка на карта на дебелина на делувиум, која за територијата на Р.Македонија сеуште не е изработена, дебелината на површинскиот покривач може да се одреди единствено според некоја од емпириските постапки. Во литературата се достапни повеќе теоретски модели за оваа намена од кои најприменувани се оние на Dietrich W.E. et al., (1995); DeRose R.C, (1996); Casadei M. et al., (2003). Ray R.L. и De Smedt F. (2009); Salciarini et al. (2006). Се предлага да се примени постапката предложена од DeRose R.C. (1996) и Salciarini et al. (2006). Според нив, длабината на почвата до основната карпа се одредува со равенката:

$$Dgr=7.72*e^{-0.04\beta}$$

Каде: Dgr – длабина на почва до основна карпа

β – агол на падината

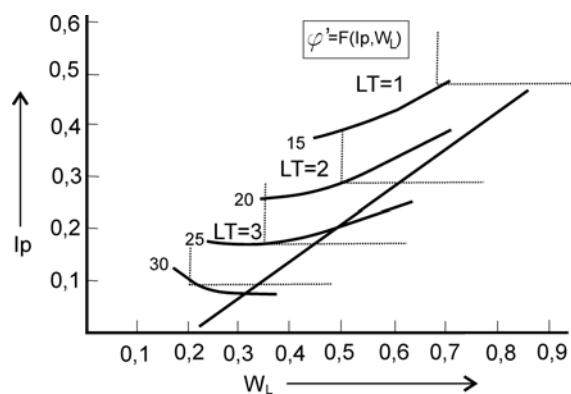
e – 2,71828

Се напоменува дека добиената вредност за дебелината на почвата Dgr не докрај ги отсликува реалните карактеристики на природната средина. Детално одредување на дебелината на почвата и нејзините геолошки и геотехнички карактеристики е можно единствено преку изведба на истражни дупнатини, што е непрактично за поголеми области, па оттука и препораката за селекција на помала површина во рамките на одредени покритични региони. Во литературата се среќаваат вакви студии, но истите се однесуваат за помали области (до 500 km²) и за терени кои детално се истражени од повеќе геотехнички аспекти.

Од овие причини, геотехничките параметри на неврзаните и слабоврзаните карпести маси (табела 57) би требало да се **преиспитаат** и да се дефинираат согласно на дефинираните литолошки типови во дисертацијата, при што секако дека до максимум би се користеле и литературните податоци, дел од резултатите добиени при

истражување на поголемите свлечишта во регионот, резултати од лабораториски испитувања вршени на транспортни коридори во конкретно истражно подрачје и други извори на информации.

Еден можен (**прогностички**) начин за усвојување на меродавни параметри за јакосните карактеристики на неврзаните и слабоврзаните седименти (делувијално-пролувијални алувијални и сл.) е да се искористат емпириски дијаграми предложени од светски признаени автори, на пр. Реитер, Кленгел и Пашек (1983), сл. 64.



Слика 64. Помошен дијаграм за проценка на ефективниот агол на внатрешно триење (ϕ') за почвени слабоврзани материјали преку индексот на пластичност I_p и границата на течење W_L (извор: Реитер, Кленгел и Пашек, Инженернаја геологија, 1983, Москва, Недра)

Табела 57. Ориентациони геотехнички параметри за определени литилошки типови кај неврзани и слабо врзани карпести маси: Извор Основна И.Г. карта на Р.Македонија (размер 1:200000)

И.Г група	Старост	Ознака	Состав	Својства	Препорачани Геотехнички параметри
неврзани	Квартерни седимент (Q)	al	Комплекс на алувијални седименти: чакали, песоци и нивни мешавини	Слабокониolidирани со неуредна големина и сложеност на зрната	$\phi=10-38^\circ$ $\gamma=13.2-20.6$ $c=0.00-20.0$ $k=10^{-3}-10^{-1}$
		pr	Комплекс на пролувијални седименти: чакалесто-песокливи наслаги со облупоци, блокови, дробина и суглини	Нерамномерно збиен лошо сложен материјал	$\phi=24-32^\circ$ $d=100-0.002$ $\gamma=16.15-18.6$ $c=0.0-50.0$ $k=10^{-5}-10^{-2}$
		del	Делувијални и алувијални седименти: суглини, супесок, црвеница и грус	Нерамномерно консолидиран лошо сложен и нерамномерно гранулиран, подложен на линиска ерозија	$\phi=25-37^\circ$ $d=34-0.03$ $\gamma=13.9-21.1$ $c=0.0-50.0$ $k=10^{-7}-10^{-3}$
		gfl	Глацијални и глацијално-флувијални творби: дробина, слабозбиени чакали, блокови	Лошо сложен материјал со голема разлика во гранулацијата и никаква правилност по распоред	$\phi=22-32^\circ$ $d=170-0.03$ $\gamma=13.2-18.60$ $c=5.0-25.0$ $k=10^{-6}-10^{-2}$
Слабо врзани	Неогени седименти (N)	Pg	Езерски песокливо-глиновити седименти: глини, лапори, со примеси на јаглен и јагленова глина	Воглавно добро сложен и добро консолидиран материјал со мала стисливост со чести појави на нестабилност	$\phi=18-35^\circ$ $d=50-0.002$ $\gamma=13.2-20.6$ $c=8.0-40.0$ $k=10^{-8}-10^{-4}$

Симболи: ϕ -агол на внатрешно триење ($^\circ$); d-дијаметар на зрна (mm); γ -волуменска тежина kN/m^3 ; c-кохезија (kPa); k-коэффициент на филтрација (cm/s);

Врз основа на дефинирање на геотехнички параметри на неврзаните и слабоврзаните седименти на еден од предложените начини, би се подготвиле следните тематски карти:

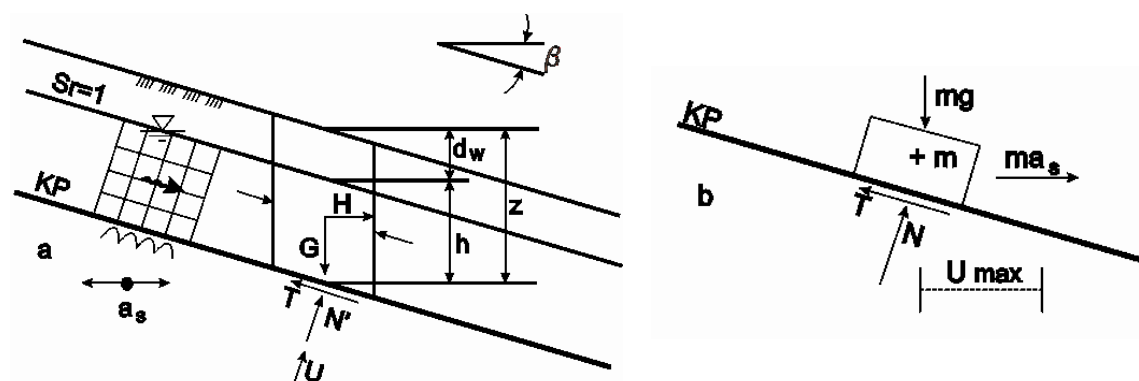
- Карти на волуменска тежина: максимална и минимална
- Карти на кохезија: максимална и минимална
- Карти на агол на внатрешно триење: максимална и минимална
- Карти на сеизмичност-сеизмички коефициент: за 100 и за 500 години.

9.2. ПРЕСМЕТКА НА ФАКТОРОТ НА СИГУРНОСТ

При транслаторни поместувања (под претпоставка да рамнината на свлекување е паралелна со теренот и параметрите на почвата се хомогени по целата должина на падината која е бесконечно долга во споредба со длабочината на почвата) за пресметка на стабилноста вообичаено се употребува методот на бесконечно долга косина. Многу често свлечиштата кои се активираат како едноставни транслаторни поместувања прераснуваат во огромни течишта кои нанесуваат несогледливи последици. Оттука, проценката на потенцијалот за појава на вакви свлечишта е од голема важност, особено во региони каде може да се очекуваат периоди на интензивно водозаситување на теренот поради пролонгирани врнежи, што е одлика и на истражното подрачје од глава 8 а и други региони на Македонија.

На сликата 65 е даден шематски приказ на силите кои делуваат на една бесконечна косина а повеќе детали и теоретски образложенија за методот може да се најдат кај авторите наведени во литературата.

Постојат бројни модификации на равенките кои се користат за пресметка по оваа метода. Во конкретниот случај, се предлага примена на равенката според Matasovic N. (1991) која вклучува анализа на стабилноста со земање во предвид на коефициентот на сеизмичност на теренот и слободно ниво на подземна вода, сл.65 и равенка на следната страна:



Легенда:

- Ниво на подземна вода
- Ламинарна филтрација
- КР - Површина на свлекување
- Сеизмичко дејство
- U_{max} - Перманентно поместување на масата која се свлекува

Слика 65. Сили кои делуваат на ламела од бесконечна косина (Според Matasovic 1991)

$$FS = \frac{\frac{c}{\gamma z \cos^2 \beta} + \tan \varphi \left[1 - \frac{k_x(z - d_w)}{\gamma z} \right] - k_x(\tan \beta)(\tan \varphi)}{k_x + \tan \beta}$$

Каде:

FS - фактор на сигурност за плитки свлечишта

k_x - коефициент на хоризонтално земјино забрзување, (0.1-0.2),

γ - волуменска тежина на почвата во водозаситена состојба (kN/m^3),

γ_w - волуменска тежина на вода (kN/m^3),

c - кохезија на долж рамнината на свлекување (КРа),

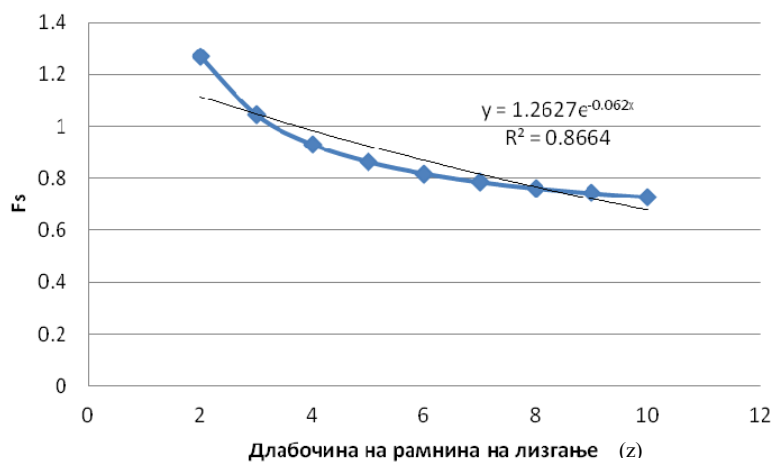
φ - агол на внатрешно триење долж површина на свлекување ($^\circ$),

β - наклон на теренот ($^\circ$),

z - длабина на делувиум-почва (m)

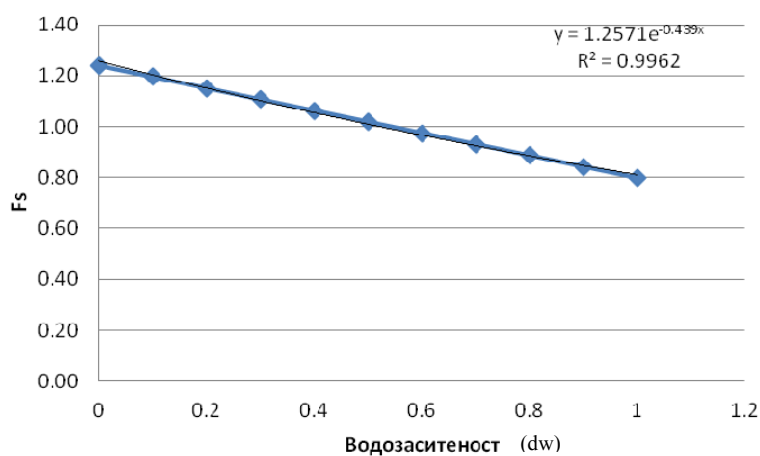
d_w - дел од почвата мерено од површината на свлекување, кој е водозаситен (m).

Примената на овој метод не фаворизира некој од параметрите т.е. секој параметар има подеднакво влијание врз промената на факторот на сигурност (сл.66 до 69 и соодветни равенки).



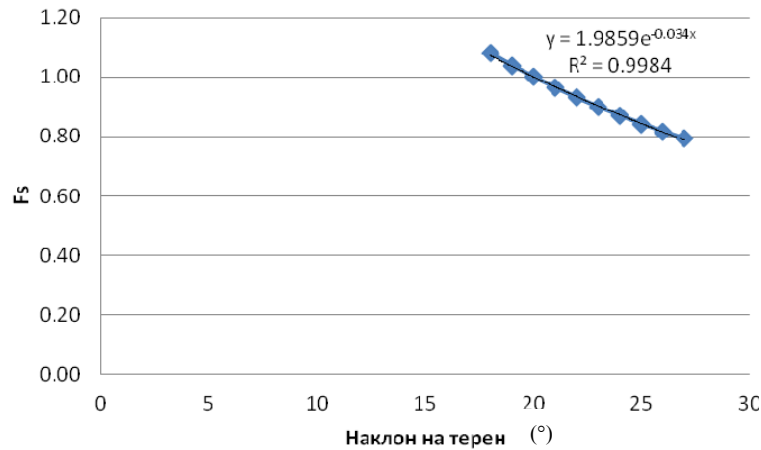
Слика 66. Промена на фактор на сигурност во зависност од длабочина на површина на свлекување

$$Fs = 1.2627e^{-0.062 * z}$$



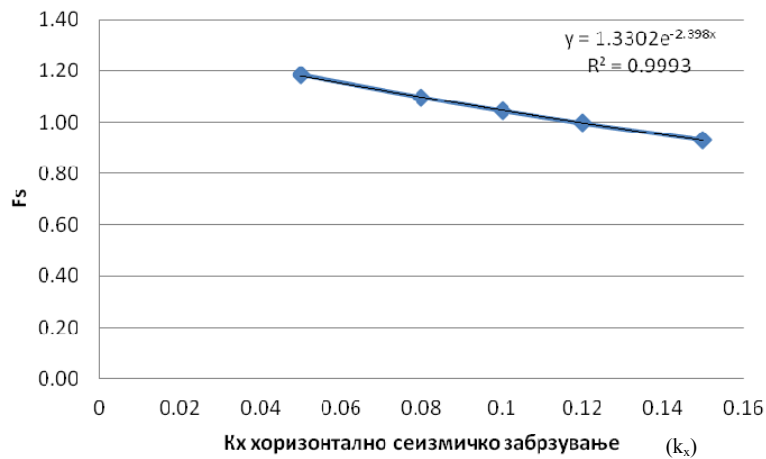
Слика 67. Промена на фактор на сигурност во зависност од степен на водозаситеност

$$Fs = 1.257e^{-0.439 * d_w}$$



Слика 68. Промена на фактор на сигурност во зависност од наклон на терен

$$F_s = 1.9859e^{-0.034 \cdot \beta}$$



Слика 69. Промена на фактор на сигурност во зависност од коефициент на хоризонтално сеизмичко забрзување k_x

$$F_s = 1.3302e^{-2.398 \cdot k_x}$$

Прогнозирање на можната висина на подземната вода може да се направи со прогностички модели по познати постапки од литературата, за што ќе треба да се обезбедат посебни временски серии од Управата за Хидрометеоролошки работи на РМ.

Прогноза на коефициентот на сеизмичко забрзување може да се изврши преку подготовка на ваков вид на карти за конкретно подрачје, што исто така базира на историски записи, кои може да се обезбедат од Институтот за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија ИЗИИС или сеизмолошка опсерваторија Скопје.

Со цел да се согледа влијанието на промената на нивото на подземната вода кое се смета за најкритичен параметар, се предлага да се подготват неколку модели за пресметка на стабилноста и тоа:

- Модел за сува падина,
- Модел за полузаситена состојба
- Модел за целосно заситена состојба

Сите три модели би се анализирале за состојба со и без сеизмичко влијание, како и за најнеповолни и најповолни физичко-механички параметри на почвата.

Оттука, потребно е да се подготват и следните модели

- Модел за сува падина без сеизмичко влијание
- Модел за сува падина со сеизмичко влијание (хоризонтално забрзување за повратен период од 100 и 500 години).
- Модел за полузаситена состојба без сеизмичко влијание
- Модел за полузаситена состојба со сеизмичко влијание
- Модел за целосно заситена состојба без сеизмичко влијание
- Модел за целосно заситена состојба со сеизмичко влијание

После подготовката на овие модели би се генерирале соодветните карти на факторот на сигурност, по што би следела статистичка обработка со ГИС алатките, како што беше направено со методологијата за проценка на подложноста кон свлекување на теренот со комбиниран и модифициран метод на арбитрарни вредности и полиномна интерполација.

Треба да се има во предвид дека за дел од материјалите кои се присутни на истражно подрачје кое ќе биде селектирано за анализа, равенката по која се предлага да се пресметува стабилноста е тешко применлива. Од овие причини, уште еднаш се напоменува дека, за добивање на модел кој е поблиску до реалноста потребно е да се изведе проценка за покрупен размер на картирање и со повеќе детали за геотехничката состојба на материјалите.

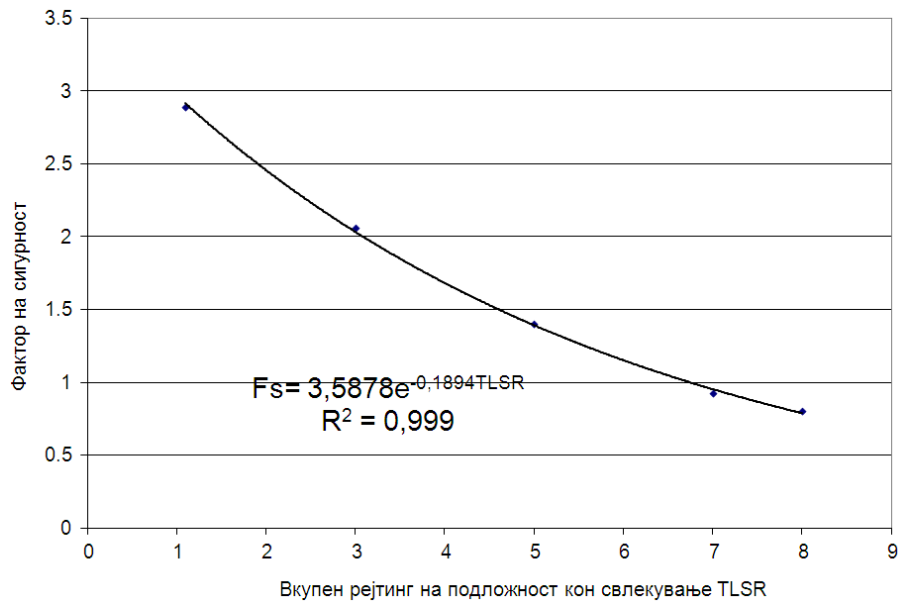
9.3. КЛАСИФИКАЦИЈА НА СТАБИЛНОСТА НА ТЕРЕНОТ

Врз основа на добиените резултати од анализата, би се створиле услови за категоризација на теренот според факторот на сигурност при што би се одредиле следните категории, табела 58:

Табела 58. Класификација на стабилноста на теренот според факторот на сигурност (Модифицирано од Aboye S. 2009)

Фактор на сигурност	Состојба на стабилност	Подложност кон свлекување	Забелешка
$FS \leq 1$	Нестабилен терен	Многу висока подложност кон свлекување	Потребно е превземање на стабилизациони мерки
FS 1.1-1.25	Полустабилна состојба	Висока подложност кон свлекување	Мали промени на параметрите доведуваат до свлекување
FS 1.25-1.4	Задоволително стабилен терен	Средна подложност кон свлекување	Поголеми промени на параметрите доведуваат до свлекување
$FS > 1.4$	Стабилен терен	Ниска подложност кон свлекување	Екстремни промени на параметрите доведуваат до свлекување

За натамошни анализи би се препорачале големини кои би го поврзале факторот на сигурноста со вкупниот рејтинг на подложноста на свлекување на теренот кои се прикажани на следниот дијаграм, слика 70.



Слика 70. Предложен дијаграм за проценка на факторот на сигурност со вредноста на TLSR

$$F_s = 3.5878e^{-0.1894 \text{TLSR}}$$

После подготовката на соодветни моделски карти на факторот на сигурност, потребно е да се изврши верификација на истите, т.е. нивна споредба со катастарска карта на плитки свлечишта, која пак треба да се подготви за селектираното истражно подрачје. Со ваквиот пристап, би се одредило кој од погоре предложените методи е најпогоден за селектираниот терен, со што се ствара можност и за негова споредба и евентуална применливост со слични терени.

Самото ова укажува, дека ова е неисцрпно поле за натамошни анализи и бескрајно сложен проблем кој само низ постапка на детално и систематско собирање на податоците, нивно постојано ажурирање и преоценка може да даде задоволителен резултат. За ваквите цели може да се искористат податоците кои ќе се внесуваат и ажурираат во банката на податоци за свлечишта, подготвена во рамките на оваа дисертација.

10. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ

Еден од најважните аспекти за рационално и успешно просторно планирање, проектирање и изведување на инженерски објекти е познавањето на различните геохазарди. Помеѓу нив, нестабилностите на теренот како современ геолошки процес, и како вештачка (инженерскогеолошка) појава предизвикана со градежните активности завземаат особено важно место.

Во овој смисол, светска практика и тренд е подготовка на карти на катастар, подложност, хазард и ризик од нестабилни појави. Овие карти создаваат можност за проценка на идни појави на нестабилности со што се обезбедуваат навремени превентивни и заштитни мерки, се условуваат димензиите на градбите (нивните фундаменти) а крајно се ограничуваат подрачјата во кои не треба да се гради.

На денешното ниво на развој на инженерството, за потребите на решавање на овие проблеми разработени се бројни методи и постапки за анализа кои доста успешно се користат во голем број на земји од светот.

Со цел да се подобрат условите за собирање, анализирање и предвидување на нестабилностите во нашата земја со овој труд е формирана **Банка на податоци (Катастар) на нестабилни појави за Р. Македонија** и подготвена е **Методологија за проценка на подложноста кон свлекување**. Методологијата е верифицирана за терените на Полошко-Реканскиот регион и постигнати се задоволителни резултати. Истата со одредени прилагодувања би била применливи и за останатиот дел од земјата.

Форматот на Катастарот на нестабилни појави е заснован врз искуствата на поголем број на земји од Европа, со основна намера за создавање на модел во кој ќе се инкорпорираат сите добри страни на постојните катастри а недостатоците ќе бидат минимизирани. Од овој аспект, модифицирани се пристапите на Guzzetti F. et al. (2002), (2005); Malamud et al. (2004); Eeckhaut M.V.D и Hervas H. (2012a,б). За подготовката на катастарски карти на нестабилни појави искористени се основните поставки на WP/WLI (1990); Brabb E.E. (1991); Guzzetti F. et al. (2000); Griffith J.S. (2002); Eeckhaut M.V.D и Hervas H. (2012a,б); Guzzetti F. (2012).

Методологијата за проценка на подложност кон развој на нестабилности на теренот пак е заснована на бројни претходни истражувања на повеќе институции и автори, како и детална анализа на причините кои довеле до појава на свлечишта за регион на кој е извршена верификација, со основна намера во преден план да се стават ефектите на природните фактори кои се карактеристични за предметниот регион на истражување, што се смета за предност на моделот во однос на постојните методи кои во најголем дел се базираат на статистичка анализа на претходно случените појави. Во оваа смисла извршена е модификација на поставките според Abolmasov B., Stojkov K., (1994) и (1995).

За успешно спроведување на најголем дел од анализите, од особено значење се и принципите за класификација на нестабилностите на теренот предложени од Varnes D.J. (1978), Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996), IAEG (1990).

Покрај постојните сознанија од научната литература, за постигнување на поставените цели и задачи на трудот анализирани се и голем број на стручни трудови, проекти, елаборати и извештаи за случени нестабилни појави во нашата земја, како и разни геолошки, инженерскогеолошки и геотехнички подлоги за истите.

Со ваквата анализа, и покрај релативно малиот број на податоци, створени се добри услови за формирање на квалитетна основа на банката на податоци, а преку примена на методот на интеракциони матрици утврдени се и односите помеѓу најчестите природни фактори (причинители) за појавување на нестабилности на теренот за одбраното подрачје за анализа.

Особено важен е фактот дека една вака сеопфатна анализа на проблемот на нестабилни појави во нашата земја е прикажана за првпат токму во овој труд при што во поглед на оригиналноста може да се нагласат следните факти:

- За првпат е посветено поголемо внимание на нестабилните појави во нашата земја како природен hazard
- За првпат се прикажани оригинални дефиниции и терминологија за видовите на нестабилни појави на Македонски јазик
- Претставени се сите актуелни методологии за подготовка на катастарски карти на нестабилни појави
- Во целосност се претставени можните методологии за проценка на подложност, hazard и ризик од нестабилни појави

Доста внимание е посветено на собирањето на податоците за нестабилни појави на територијата на Р. Македонија, при што истите статистички се обработени во поглед на:

- Геолошка средина во која се развиваат,
- Механизам на свлекување,
- Длабина на свлекување
- Геоморфолошки услови
- Хидрогеолошки услови
- Сеизмотектонски услови
- Причини за појава на нестабилностите
- Состојба на активност
- Загрозена популација и инфраструктура

Врз основа на сите собрани податоци формирана е првата ГИС базирана информативна катастарска карта на нестабилни појави за територијата на Република Македонија.

Имајќи го во предвид релативно сиромашниот фонд на терминологија за опишување на различните механизми на свлекување кој бил користен во анализираните технички извештаи, согледана е потребата за детален приказ на различните видови на свлекување. Притоа како основа е користена класификацијата на Cruden D.M. и Varnes D.J. (1996) која со одредени модификации е прилагодена за користење на нашите простори.

Од реализираниот труд и сите спроведени анализи, произлегува дека на ова научно поле има доста активности кои допрва треба да се испланираат и реализираат, отука приоритетни чекори би биле:

- Дефинирање на изготвувач и носител на предложената ГИС банка на податоци
- Реализација на предложената ГИС банка на податоци и нејзино ставање во функција со сите потреби елементи детално образложени во овој труд
- Воспоставување на контакти и вклучување на Р.Македонија во институции и проекти кои се однесуваат на справување со геохазарди од типот на свлечишта

- Селекција на соодветни методи за проценка на подложност/хазард и ризик од свлекување на теренот, на начин сличен како предложениот во докторската дисертација
- Подготовка на зонални карти на хазард и ризик
- Вклучување на ваквите карти во законската регулатива која се однесува на градењето и заштитата на животната средина
- Подготовка на препораки за граѓаните и градежните компании кои се однесуваат на начинот на фундаирање на градбите во зоните со висок хазард од свлекување
- Подготовка на препораки за граѓаните и градежните компании кои се однесуваат на начинот на намалување на повредливоста на веќе изградените објекти во зоните со висок хазард од свлекување
- Дефинирање на областите во кои се ограничува или забранува градење на објекти од различна категорија
- Сите наведени активности може да се изведуваат на Државно ниво, или пак за одредени приоритетни региони

За подобрување на методологијата за проценка на подложност кон свлекување на теренот која е презентирана во трудот, потребно е да се превземат следните активности:

- Примена на пософистицирани методи за детекција на свлечиштата и нивна задолжителна верификација со теренско картирање.
- Разграничување на процесите на свлекување и ерозија, што со овде применетиот начин на детекција е доста отежнато.
- Примена на тематски карти за геологија, врнежи, наклон на терен, очекуван сеизмички интензитет и земјишен покривач од понов датум.
- Собирање на податоци за геотехничките својства на материјалите во кои се јавуваат свлечиштата и нивното однесување при изведување на градежни активности во истите.

Со цел стварање на услови за понатамошен развој во ова научно поле (а и од практичен аспект) од особено значење во овој труд се смета поставувањето на принципите на ГИС базирана банка на податоци за нестабилни појави. Од овој аспект предложена е целосната структура на функционирањето на една ваква банка на податоци со приказ на нивоа на корисници и преглед на обврски и бенефити кои ќе ги добијат корисниците на банката на податоци. Исто така, предложени се можни носители и одржувачи на истата, а имајќи ги во предвид искуствата на Европските земји. Предложено е свлечиштата кои ќе се јавуваат во иднина да се делат на свлечишта кои се јавиле на природни падини и вештачки косини.

Главна идеја при изработката на оваа дисертација е покрај скромниот научен придонес, сите прикажани резултати да се искористат во практични намени, пред се ставање во функција на подготвената банка на податоци и нејзино одржување, а подоцна преку собирањето на податоците и подготовка на карти на хазард и ризик од нестабилни појави (кои би биле ставени во некоја правна рамка), што несомнено ќе биде од големо значење при просторното планирање на нашата земја во иднина.

За реализација на предложените активности, потребно е да се вклучат поголем број на експерти од областа на геологијата, геотехниката, климатологијата, хидрологијата, земјоделството и шумарството, просторното планирање итн.

11. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. **Abolmasov B., и Stojkov K.,** (1994). The influence on the landslide in urban planning in Belgrade City, Proceedings of VII IAEG Congress, Vol.III, Lisboa, pp. 2161-2168.
2. **Abolmasov B., и Stojkov K.,** (1995). Jedan primer izrade karte mogucnosti pojave i razvoja klizanja, Drugi Simpozijum Istrazivanje i sanacija klizista, Donji Milanovac.
3. **Abolmasov B., et al.** (2010). 3D terrestrial laser scanning and gps technology for slope stability investigations - case studies, 3 symposium, Macedonian association for geotechnics, Ohrid.
4. **Abolmasov B., et al.** (2011). The application of terrestrial laser scanning for monitoring on landslide activity. Proceedings of the International Conference EngeoPro 2011. Moscow, 6-8 September 2011, 271-274. ISBN 978-5-903926-20-6.
5. **Aboye S.,** (2009). Slope Stability Analysis Using GIS and Numerical Modeling Techniques Master dissertation, Universiteit Gent, Vrije Universiteit Brussel, Belgium.
6. **Abramson, L.W.** (1985). Rock wedge stability analysis on a personal computer. In Proceedings of the 26th US Symposium on Rock Mechanics, Rapid City, pp. 675-682.
7. **Agliardi F.** (2012). Landslides: definitions, classification, causes Czech geological Survey-Geological Survey of Austria-UNIMIB Educational Project Geological Field Trip and Workshop Koefels-Suedtirol-Matrei, 17-20 June 2012
8. **AGS** (2007). Australian Geomechanics Journal and News of the Australian Geomechanics Society Volume 42 No 1 March 2007
9. **Almagia R.** (1910). Studi geografici sopra le frane in Italia (II parte). Mem. Soc. Geogr. It., 14, Roma
10. **Amanti, M., et al.** (1996). Guida al censimento dei fenomeni franosi ed all loro archiviazione. Miscellanea del Servizio Geologico Nazionale, VII, SGN, Roma, pp.109. (и Верзија 2.33 од 2001 достапна на интернет страната на проектот IFFI http://193.206.192.136/cartanetiffi/doc/Allegati_Tecnici/Landslide_IFFI_Data_Sheet_ISPRA_ENG.pdf).
11. **Arbanas Ž, et al.** (2012). Comprehensive monitoring system on the Grohovo Landslide. Proc 11th International & 2nd North American Symposium on Landslides, Banff, 03.-08. June 2012, Landslides and Engineered Slopes: Protecting Society through Improved Understanding, Eberhardt, Erik; Froese, Corey; Turner, Keith; Leroueil, S. (eds), Alberta, Canada, CRC Press, 1, pp. 1441-1447.
12. **Augusto F.** (2004). Mass movements identification, modelling, analysis and mapping: some experiences in the southern of Brazil, São Paulo State. In: Proceedings of the 9th International Symposium on Landslides, June 28 to July 2 2004. Rio de Janeiro, 1. Balkema, Rotterdam, 57-67.
13. **Barker D.H.,** (1986). Enhancement of slope stability by vegetation. Ground Engineering April:11-15.
14. **Barton, N.R. и Choubey, V.** (1977). The shear strength of rock joints in theory and practice. Rock Mech. 10(1-2), 1-54.
15. **Bieniawski Z.T.,** (1993). Classification of rock masses for engineering: The RMR System and future trends, Comprehensive Rock Engineering, Practice & Projects, Rock testing and site characterization (Hudson J.A. ed.), Pergamon Press: Oxford, UK, Vol. 3, pp. 553–573.
16. **Bishop A.W.** (1954). The use of Pore Pressure Coefficient in Practice, Geotechnique, Vol.4, pp.148-152.
17. **Bishop, A.W.** (1955). “The use of the slip circle in the stability analysis of slopes”. Geotechnique, Vol 5, 7-17.
18. **Bishop A. W. и Henkel D.J.** (1957). The measurement of soil properties in the triaxial test. Edward Arnold (ed.), London: 227.
19. **Bishop, A.W. и Morgenstern, N.R.** (1960). “Stability coefficients for earth slopes.” Geotechnique, 10(4), 129–150.
20. **Bishop A.W.** (1966). The strength of soils as engineering materials 6th Rankine Lecture, geotechnique 16,2.

21. **Blyth F.G.H., и Freitas M.H.** (1984). *A Geology for Engineers*, Edward Arnold
22. **Bonham-Carter G.F., et al.** (1989). Weight of evidence modeling: a new approach to mapping mineral potential, *Statistical Applications in the Earth Sciences*, Agterberg F.P., Bonham-Carter G.F. (eds.) Geological Survey of Canada, Paper 89-99, pp171-183.
23. **Bonham-Carter G.F.**, (1994). *Geographic Information System for Geoscientists: modelling with GIS*, Computer methods in the Geosciences vol.13, Pergmon Press, pp.398.
24. **Brabb, E.E.** (1984). Innovative approaches to landslide hazard mapping. *Proceedings 4th International Symposium on Landslides*, Toronto, 1: 307-323.
25. **Brabb, E.E.**, (1991). The world landslide problem. *Episodes*, 14:1, 52-55. Casigli, N., Catani, F., Puglisi C., Delomonaco, G., Ermini, L., & Margottini, G., *An Inventory Based Approach to Landslide Susceptibility Assessment and its Application to the Virginio River Basin, Italy*. *Environmental & Engineering Geoscience*, X, 203-216.
26. **Brand, E.W.** (1981). Some thoughts on rain-induced slope failures. *Proceedings of the Tenth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Stockholm, vol. 3, pp 373-376. (Abstract published in *Geotechnical Abstracts*, 1983, no. GA 214.33).
27. **Brand, E.W.** (1982). Analysis and design in residual soils. (Invited Lecture). *Proceedings of the ASCE Specialty Conference on Engineering and Construction in Tropical and Residual Soils*, Honolulu, pp 89-143.
28. **Brand, E.W.** (1989). Correlation between rainfall and landslides. *Proceedings of the 12th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Rio de Janeiro, vol. 5, pp 3091-3093.
29. **Bromhead, E.N.**, (1979). "A Simple Ring Shear Apparatus", *Ground Engineering*, Vol.12 No.5. pp.40-44.
30. **Bromhead, E.N., и Ibsen M.L.** (2004). Bedding-controlled landslides in Southeast Britain between Axmouth and the Thames Estuary. *Landslides*, 1:2 131-141.
31. **Broms, B.B.** (1991a) Deep compaction of granular soils. *Foundation engineering handbook*. Chapman & Hall, pp.814-832.
32. **Broms, B.B.** (1991b) Stabilisation of soil with lime columns. In: *Foundation Engineering Handbook*. Second Edition, Fang, H.-Y. (ed.), Chapman & Hall, New York, 833-855.
33. **Bruce, D.A.** (1991) The construction and performance of Prestressed Ground Anchors in Soils and Weak Rocks: A personal Overview. *Proc.16th Annual Meeting, DI, Chicago, Oct. 7-9, 20 pp.*
34. **Bruce, D.A.** et al. (1998). Deep mixing methods: Global perspective. *Seminar University of Wisconsin*.
35. **Brugner W. и Valdinucci A.** (1972) -Schema di classificazione delle frane e relativi esempi. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, 93, pp. 73-154, Roma.
36. **Calvello M., C. Leonardo, S. Mastroianni.** (2013) Landslide zoning over large areas from a sample inventory by means of scale-dependent terrain units, *Geomorphology* 182. pp.33-48
37. **Carrara, A. et al.** (1995) GIS technology in mapping landslide hazard. In: Carrara A., Guzzetti F. (Eds.), *Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, 135-176.
38. **Casagrande, A.**, (1948). Classification and identification of soils: *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, v. 113, p. 901-930.
39. **Casadei, M., et al.** (2003). Testing a model for predicting the timing and location of shallow landslide initiation in soil-mantled landscapes. *Earth Surface Processes and Landforms* 28, 925-950.
40. **Cascini, L. et al.** (2005). Landslide hazard and risk zoning for urban planning and development. In *Landslide Risk Management* O. Hungr, R. Fell, R. Couture and E. Eberhardt (editors). Taylor and Francis, London. 199-235
41. **Cascini, L.** (2013). Laram 2013 Class, Lectures. The geotechnical slope model.
42. **Chacon J, и Corominas J.** (eds) (2003). Special issue on Landslides and GIS. *Nat Hazards* 30(3):263-512
43. **Chacon J., et al.** (2006). *Engineering geology maps: landslides and geographical information systems* Received: 6 June 2005 / Accepted: 24 June 2006 / Published online: 31 October 2006 Springer-Verlag

44. **Chen Z.Y.** и **Morgernstern N.R.** (1983). Extensions to the generalized method of slices for stability analysis. *Can.Geot.J.*20:104-109.
45. **Chough A.K.** (1981). Pore-Water Pressure in Natural slopes. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol.5, pp.449-545.
46. **Chowdhury R.N.** (1984). Recent developments in landslide studies: probabilistic methods. *Proc. 4th Symp. On Landslides*, Toronto 1, 20-228.
47. **Chowdhury, R.N.** и **Xu, D.W.** (1994). Slope system reliability with general slip surfaces, soils and foundations. *34 (3)*, 99-105.
48. **Chung C.F et al.** (1995) Multivariate Regression Analysis for Landslide Hazard Zonation, *Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards* (A.Carrera, F. Guzzetti, eds.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp.107-133.
49. **Chung C. F.** и **Fabbri, A.G.** (1999). Probabilistic prediction models for landslide hazard mapping, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 65-12, 1389–1399.
50. **Clough G.W.,** и **Woodward R.J.,** (1967) Analysis of embankment stresses and deformations, *Proc. ASCE, J. of the Soil Mechanics and Foundations Division*, Vol. 93, SM4, pp. 529-549.
51. **Corine Land Cover**, part 1 Methodology, 1995, Commission of the European Communities
52. **Corine Land Cover**, Technical Guidelines, 2007, Commission of the European Communities
53. **Coprs of Engineers** (1970, 1982) Slope stability manual EM-1110-2-1902. Washington, D.C: Department of the Army, Office of the Chief of Engineers, Washington, D.C.
54. **Cotecchia, V.** (1978) Systematic reconnaissance mapping and registration of slope movements. *Bulletin Interlational Association Engineering Geology*, 17: 5-37.
55. **Coulomb C.A.** (1776). Essai sur une application des règles de maximis et minimis à quelques problèmes de statique, relatifs à l'architecture. *Mémoires de mathématique et de physique présentés à l'Académie royale des sciences par divers savants, et lus sans ses assemblées*. De l'Imprimerie Royale, Paris 7: 343-382.
56. **Crowther D. et al.** (1991). Use of multiple working hypotheses and multiple geologic/geophysical technologies to analyze a complex landslide. *Proceedings of the 27th Symposium on Engineering Geology and Geotechnical Engineering*, Utah State University, Logan, Utah, pp.20-1-20-15.
57. **Cruden D.M.** (1991). A simple definition of a landslide. *IAEG Bull.*, 43, 27-29.
58. **Cruden D.M.** и **Varnes D.J.** (1996). Landslide types and processes. In: Turner A.K.; Shuster R.L. (eds) *Landslides: Investigation and Mitigation*. Transp Res Board, Spec Rep 247, pp 36–75.
59. **Цветановска Ј.,** (2009). Анализа на геотехнички нестабилности во сеизмичко-активни региони со користење на ГИС методологија. Магистарска теза, ИЗИИС Скопје.
60. **Day. R.W.,** (2002). *Geotechnical Earthquake Engineering Handbook 1967*, McGraw-Hill, New York.
61. **Dearman, W.R.,** (1991). *Engineering Geology mapping*. Butterworth-Heinemann, London.
62. **Deere, D. U.** и **Patton, F. D.** (1971). Slope stability in residual soils, *Fourth Panam. Conf. SMFE*, San Juan, Puerto Rico, 1, 87–170, 1971
63. **DeRose, R.C.,** (1996). Relationships between slope morphology, regolith depth, and the incidence of shallow landslides in eastern Taranaki hill country. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband 105*, 49–60.
64. **Desio A.** (1971). Caratteristiche geologiche delle frane, in “Guida alla classificazione delle frane ed ai primi interventi”, *Atti della Commissione Interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e della difesa del suoli*, Roma.
65. **Dietrich, W.E., et al.** (1995). A process-based model for colluvial soil depth and shallow landsliding using digital elevation data. *Hydrological Processes* 9, 383–400.
66. **Dikau, R. et al.** (1996). *Landslide Recognition. Identification, Movements and Causes*. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex, England. 251 pp.
67. **Duncan, J. M.,** и **Stark, T. D.,** (1992). “Soil strengths from back analysis of slope failures.” *Proc., Stability and Performance of Slopes and Embankments II*, ASCE, New York, 890-904.
68. **Duncan, J.M.** (1996). State Of The Art: Limit equilibrium and finite-element analysis of slopes. *Journal of Geotechnical Engineering*. 122(7): 577-596.

69. **Einstein H.H.** (1988). Special lecture: Landslide risk assessment procedure. Proceedings of the 5th Int.Symp. on Landslides, Lausanne 2, 1075-1090.
70. **Fell, R.** (1992). Some landslide risk zoning schemes in use in Eastern Australia and their application. In: Proceedings of the VI-th Australian-New Zealand conference on geomechanics society, Christchurch, NZ, pp.505-512
71. **Fell, R.,** (1994). Landslide risk assessment and acceptable risk. *Can. Geotechn. J.*, 31(2),261-272.
72. **Fell, R., и Hartford D.** (1997). Landslide risk assessment. In: Cruden D.M, Fell R (eds) Landslide risk assessment. Proceedings of the international workshop on landslide risk assessment, Honolulu. Balkema, Rotterdam, pp 51–110
73. **Fell. R.,** (2000). Landslide risk management concepts and guidelines, Australian Geomechanics Society Sub-Committee on Landslide Risk Management In: Landslides, International Union of Geological Sciences, pp.51-93.
74. **Fell. R., et al.** (2005). A framework for landslide risk assessment and management. Proc. Int. Conf. on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada, pp. 3–25.
75. **Fell. R., et al.** (2008a). on behalf of JTC-1 Joint Tech. Comm. on Landslides and Engineered Slopes, Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land-use planning. *Engineering Geology* 102, 85–98.
76. **Fell. R., et al.** (2008b). on behalf of JTC-1 Joint Tech. Comm. on Landslides and Engineered Slopes. Commentary guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land-use planning. *Engineering Geology* 102, 99–111.
77. **Fellenius, W.** (1927). Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohäsion (Adhäsion) und unter Annahme kreiszylindrischer Gleitflächen, Ernst & Sohn, Berlin.
78. **Fellenius, W.** (1936). Calculations of the stability of earth dams. Transaction of the 2nd Congress on Large Dams, 4, Washington, D.C.
79. **Flageollet J.C.** (1994). The time dimension in the mapping of earth movements. In: Casale R., Frantechi R & Flageollet J.C. (1994) Temporal Occurrence and Forecasting of Landslides in the European Community. Programme EPOCH. Final Report, 1, 7-20
80. **Fletcher G.A.** (1965). “Standard Penetration Test: Its Uses and Abuses” *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*, Vol. 91, No. SM4, July pp.67-75.
81. **Glade, T., Albini, P. и Frances, F.** (eds.) (2001). The use of historical data in natural hazard assessments. Kluwer academic Publisher, Dordrecht, 220 p.
82. **Glade, T.,** (2002). Ranging scales in spatial landslide hazard and risk analysis. In: Brebbia CA (ed) Risk Analysis III, management information systems, vol.5 WIT Press, Ashurst, pp.719-728.
83. **Gokceoglu, C. и Sezer, E.,** (2009). A statistical assessment on international landslide literature (1945–2008). *Landslides* 6, 345–351. doi:10.1007/s10346-009- 0166-3.
84. **Goodman, R.E.** (1976). *Methods of Geological Engineering in Discontinuous Rocks*, West Publishing Company, St Paul.
85. **Goodman, R. E.** (1980). *Introduction to Rock Mechanics*, John Wiley, Hoboken, N. J.
86. **Greenway, D. R.** (1987). *Vegetation and Slope Stability*. In *Slope Stability*, edited by M. F. Anderson and K. S. Richards. Wiley and Sons, New York.
87. **Griffith J.S.** (2002). *Mapping in engineering geology. Key issues in earth sciences*, vol 1. The Geological Society, London, 287 pp
88. **Gunther A., et al.** (2013). Tier-based approaches for landslide susceptibility assessment in Europe. *Landslides*, doi: 10.1007/s10346-012-0349-1
89. **Guzzetti, F., et al.,** (1999). Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. *Geomorphology* 31, 181–216.
90. **Guzzetti F., et al.** (2000). Comparing landslide maps: A case study in the upper Tiber River Basin, central Italy. *Environmental Management*, 25:3, pp.247-363
91. **Guzzetti, F., Malamud, B.D., Turcotte, D.L., Reichenbach P.,** (2002) “Power-law correlations of landslide areas in Central Italy”. *Earth and Planetary Science Letters*, 195, 169–183.
92. **Guzetti F.** (2005). *Landslide hazard and risk assessment* PhD thesis, University of Bonn 2005.

93. **Guzetti F. et al.** (2012). Landslide inventory maps: New tools for an old problem. *Earth science review*, Elsevier, pp.42-66.
94. **Haefeli R.** (1948) The stability of slopes acted upon by parallel seepage, *Proc. Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng.*, 1 57-62.
95. **Handy, R.L., и N.S. Fox,** (1967). “A soil borehole direct shear test device” *Highways research news*, No.27, pp.42-51.
96. **Hansen, M.J.** (1984) Strategies for classification of landslides. *Brunsdon D. and Prior, D.B. (eds.) Slope Instability*. Jhon Wiley and Sons, 1-25.
97. **Harpe C.F.S.** (1938). Landslides and related phenomena. A Study of Mass Movements of Soil and Rock. Columbia Univ Press, New York, 137 pp., 1938.
98. **Hartlen J. и Viberg L.** (1988). General report: Evaluation of landslide hazard. *Proc. 5th Symp. On Landslides*, Lausanne, 2, 1037-1058.
99. **Hausman M.R.,** (1992) Slope Remediation, Stability and performance of slopes and Embankments-II, *ASCE Geotechnical special publication*, No.31, New York, pp.1274-1317.
100. **Hendron, A.J., Cording, E.J. и Aiyer, A.K.** (1971), Analytical and Graphical Methods for the Analysis of Slopes in Rock Masses, Technical Report, N. 36, p. 162, USA.
101. **Highland M.L.** (1997). Landslide hazard and risk: current and future directions for the United States Geological Survey’s landslide Program. In: *Cruden D.M., Fell R (eds) Landslide risk assessment. International Workshop Risk Assessment, IUGS Working Group Landslides*, Honolulu, Hawaii, USA, pp 207–213
102. **Highland M.L.,** (2008) The Landslide —A Guide to Understanding Landslides, , United States Geological Survey, and Peter Bobrowsky, Geological Survey of Canada Circular 1325 U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
103. **Hoek E., Bray J.W., и Boyd J.M.** (1973). The stability of a rock slope containing a wedge resulting on two intersecting discontinuities. *Q.J. Eng. Geology*. No.1, 1-55.
104. **Hoek, E. и Bray, J.** (1977) *Rock Slope Engineering*, 1st edn, IMM, London.
105. **Hoek, E. и Brown, E.T.** (1980). Empirical strength criterion for rock masses. *J. Geotech. Engng Div., ASCE 106(GT9)*, 1013-1035.
106. **Hoek E. и Brown, E.T.** (1988). The Hoek-Brown failure criterion - a 1988 update. In *Rock engineering for underground excavations*, proc. 15th Canadian rock mech. symp., (ed. J.C. Curran), 31-38. Toronto: Dept. Civ. Engineering, University of Toronto.
107. **Hoek E., Wood, D. и Shah, S.,** (1992). A modified Hoek-Brown criterion for jointed rock masses. *Proc Rock Characterization, Symp. Int. Soc. Rock Mech.: Eurock '92*, (Edited by Hudson J.A.), 209-214, London, Brit. Geotech. Soc.
108. **Hoek, E. Carranza-Torres CT, Corkum B** (2002). Hoek–Brown failure criterion— 2002 edition. In: *Hammah R, Bawden W, Curran J, Telesnicki M (eds) Proceedings of the Fifth North American Rock Mechanics Symposium (NARMS-TAC)*, University of Toronto Press, Toronto, pp 267–273
109. **Hoek, E. и Diederichs, M.S.** (2006). Empirical estimation of rock mass modulus. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 43, p. 203–215.
110. **Huabin W. et al.** (2005). GIS based landslide hazard assessment: an overview, *Progress in Physical Geography* 29 (4): 548-567.
111. **Huma I., и Radulsecu D.,** (1978). Automatic production of thematic maps of slope stability, *Bulletin of IAEG*, No 17, Krefeld, pp.95-100.
112. **Hungr, O.,** (1997). Analysis of the motion of a debris avalanche event. *Chikyū (“Earth”) magazine*, Japan, special issue focused on debris flow hazards, H.Fukuoka, Ed., 19:661-665
113. **Hungr O., et all.** (2001). Review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental and Engineering Geoscience*, VII, 221-238.
114. **Hutchinson J.N.** (1968). Mass Movement. In: *The Encyclopedia of Geomorphology* (Fairbridge, R.W., ed.), Reinhold Book Corp., New York, pp. 688–696.
115. **Hutchinson, J. N.** (1988). General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. *Proceedings, Fifth International Symposium on Landslides* (Ed: Bonnard, C.), 1, 3-35. Rotterdam: Balkema

116. **Hutchinson, J. N.** (1992). Landslide hazard assessment. In: Proceedings of the VI-th ISL, Christchurch, vol.1, pp.1805-1841.
117. **IAEG** (1990). Suggested nomenclature for landslides. International Association of Engineering Geology Commission on Landslides,, Bulletin IAEG, No. 41.,13-16.
118. **INSPIRE** (2012). Infrastructure for Spatial Information in Europe, D2.8.III.12 Data Specification on Natural Risk Zones – Draft Guidelines, достапно на http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_NZ_v3.0RC2.pdf
119. **Илијовски З.,** (2013). Методологија за изработка на карти на ранливост на подземните води, докторска дисертација, Градежен факултет-Скопје, Октомври 2013.
120. **Ippolito F. и Cotecchia V.** (1954) Le frane e I dissesti nelle medie valli dell'Agri e del Sinni in Basilicata. Geotecnica, No.2, Milano 1954.
121. **Janbu, N.** (1954). Stability analysis of slopes with dimensionless parameters. Harvard Soil Mechanics Series, 46, 811.
122. **Janbu, N.** (1968). Slope Stability Computations. Institutt for Geotknikk og Fundamenteringslære, Norges Tekniske Høgskole. Soils Mechanics and Foundation Engineering, the Technical University of Norway.
123. **Janbu, N.** (1973). Slope stability computations in embankment-dam engineering, R.C. Hirschfeld and S.J. Poulos, Eds.New York: Wiley, pp.47-86.
124. **Janic M.,** (1979). Inzenerska geodinamika, Rudarsko-geoloski fakultet, Beograd.
125. **Janic M.,** (1982). Inzenerska geologija sa osnovama geologije, Naucna Knjiga-Beograd.
126. **Jibson R.W., и Keffer D.K.** (1993). Analysis of the seismic origin of landslides: Examples from the New Madrid Seismic Zone, Geological Society of America, Bulletin, Vol.21 No.4, pp.521-536.
127. **Jibson, R.W.** (2007). Regression models for estimating coseismic landslide displacement. Eng. Geol., 91, 209-218.
128. **Jones. D.** (1993). Environmental hazards in the 1990s: problems, paradigms and prospects. Geography 78, 2, 61-165.
129. **Jovanovski M., et all.,** (2005). A landslide in town Veles, from a natural hazard to prevention, International Symposium on Latest natural disasters-New Challenges for Engineering Geology, Geotechnics and Civil Protection, September 5-8 2005, Sofia, Bulgaria.
130. **Jovanovski, M.,** Pagic, J., Peshevski, I. (2008). Design of the stability of the slopes at the coal mine “Suvodol”, Faculty of Civil Engineering, Skopje.
131. **Jovanovski M., et all.** (2009). Environmental and stability aspects of excavation in landslide zone at a coal mine “Suvodol” -R.Macedonia, Varna, Bulgaria.
132. **Jovanovski M., et all.** (2010). Methodology for definition of slope protection measures in hard rock masses and cost for execution, Second symposium of MAG, Struga.
133. **Jovanovski, M. et all.** (2011). Landslides and rockfall occurrences and Processes in R. Macedonia, Croatia-Japan project on risk identification and land-use planning for disaster mitigation of landslides and floods in Croatia, 1 st Project workshop “International experience, Dubrovnik.
134. **Jovanovski M, et al.** (2013). Landslides in the Republic of Macedonia Triggered by Extreme Events in 2010, in Geomorphological Impacts of Extreme Weather, Case studies from Central and Eastern Europe, Monograph, Springer geography 2013.pp.265-279.
135. **Jovanovski M., Abolmasov B., Peshevski I.,** (2013). Analyses of landslide evaluation factors using polynomial interpolation, world landslide forum 2, Rome, 3-9 October, 2011. Printed in Landslide science and practice, Volume 1 Landslide inventory and susceptibility and Hazard zoning, Springer 2013 pp.561- 566.
136. **Jovanovski M., et all.** (2013). Landslides in the Republic of Macedonia Triggered by Extreme Events in 2010, in Geomorphological Impacts of Extreme Weather, Case studies from Central and Eastern Europe, Monograph, Springer geography 2013.pp.265-279.

137. **Kapriceski, P.** (2009). Methodology for Creation of Database on landslides and Rockfalls in Republic Macedonia, Master Thesis, Ss. Cyril and Methodius Univ., Skopje, Macedonia.
138. **Kapricheski P., Jovanovski M., Peshevski I.,** (2010). Approach for preparation of database for instabilities in Republic of Macedonia, Second symposium of MAG, Struga.
139. **Keefter, D.K.** (1984). Landslides caused by earthquakes. Bulletin of the Geological Society of America 95, 406-421.
140. **Keefter, D.K. и Wilson, R.C.** (1989). Predicting Earthquake-induced Landslides, with Emphasis on Arid and Semiarid Environments, in P.M. Sadler, and D.M. Morton (eds.), Landslides in a Semiarid Environment, Inland Geological Society of Southern California Publications, Riverside, California, 2, part 1, pp. 118–149.
141. **Kovari K., и Fritz P.,** (1975). Stability Analysis of Rock Slopes with Plane and Wedge Failure by Means of a Pocket Calculator (Sixteenth U.S. Symposium on Rock Mechanics, Minneapolis)
142. **Leroi, E.** (1996). Landslide hazard-risk maps at different scales: Objectives, tools and developments. In: Senneset (ed.) *Landslides*, A.A. Balkema Publisher, Rotterdam, 35-51.
143. **Leroueil, et al.** (1996) Geotechnical characterisation of slope movements. Proc. Of the VII International Symposium on Landslides, Trondheim, Norway, Vol 1.: 53-74.
144. **Lumb, P.** (1962). 'Effect of rain storms on slope stability'. Symposium on Hong Kong soils; May 1962. Hong Kong Joint Group of the Institution of Civil, Mechanical and Electrical Engineers.
145. **Љубевска С.** (2012) Пристап за програмирање на истражни работи кај свлечишта, Магистерска теза, Градежен факултет Скопје.
146. **Mahr T. и Malgot J.** (1978). Zoning Maps for regional and urban development based on slope stability. Proc. 3rd Int. Congr. IAEG, Sec.I, 1, 124-137.
147. **Malamud, B.D., et al.** (2004). Landslide inventories and their statistical properties. Earth Surface Processes and Landforms 29 (6), 687–711.
148. **Marinos P., Marinos V., и Hoek E.** (2007). Geological Strength Index (GSI). A characterization tool for assessing engineering properties for rock masses. Published in: Underground works under special conditions, eds. Romana, Perucho & Olalla, 13-21. Lisbon: Taylor and Francis.
149. **Matasovic, N.,** (1991), “Selection of Method for Seismic Slope Stability Analysis,” Second International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, March 11-15, St. Louis, Missouri, Paper 7.20, pp. 1057 - 1062.
150. **Matheson G.D.** (1983). Rock stability assessment in preliminary site investigations, Graphical Methods. Transport and Road Research Laboratory Report, 1039, 30 pp.
151. **Meneroud J.P.** (1978). Cartographie des risqué dans les Alpes-Maritimes (France). Proc. 3rd Cong. IAEG, sec I, 2, 98-107
152. **Miet Van Den Eeckhaut, и Hervas, H.** (2012a). Landslide inventories in Europe and policy recommendations for their interoperability and harmonization, a JRC contribution of the EU-FP7 SafeLand project.
153. **Miet Van Den Eeckhaut, и Hervas, H.** (2012b). State of the art of national landslide databases in Europe and their potential for assessing landslide susceptibility, hazard and risk, Geomorphology 139-140 (2012) 545–558
154. **Milevski I., Markoski B., Gorin S., Jovanovski M.** (2009). Application Of Remote Sensing And Gis In Detection Of Potential Landslide Areas. Proceedings of the International Symposium Geography and Sustainable Development, Ohrid, pp.453-463.
155. **Milevski I., Markoski B., Jovanovski M., Svemir G.** (2010). Landslide Risk Mapping by Remote Sensing and GIS in Gevgelija-Valandovo Basin. Geologica Balcanica, No39, Sofia, BAS, pp.255.
156. **Mohr, O.** (1882). Uber die Darstellung des Spannungszustandes und des Deformation-szustandes eines Korperelementes und uber die Anwendung derselben in der Festigkeitslehre. Civilingenieur, 28, 113-56.

157. **Morgenstern, N.R., и Price, V.E.,** (1965). The analysis of the stability of general slip surfaces. *Geotechnique* 15 (1), 79 – 93.
158. **Неделковска Н.,** (2013). Проценка на хазардот од свлекување во Пехчевскиот регион со метод на полиномна интерполација. Градежен факултет-Скопје, Дипломска работа.
159. **Nefeslioglu H.A., et all.** (2011). Medium-scale hazard mapping for shallow landslide initiation: the Buyukkoycatchment area (Cayeli, Rize, Turkey). *Landslides* 8:459–483
160. **Nemcock A., Pasek J., и Rybar J.,** (1972). Classification of landslides and other mass movements. *Rock Mechanics* 4: 71-78.
161. **Newmark N.M.** (1965). Effects of Earthquakes on Dams and Embankments, *Geotechnique*, Vol.15 No.2, pp.129-160
162. **Nicotera P.** (1975). Dissesti e moviemnti franosi. In: Ippolito F., Lucini P., Civita M. & De Riso R. *Geologica tecnica per ingegneri e geologi*, Isedi Milano, pp.443.
163. **Nonveiller, E.** (1987). “Open Cassions for Deep Fondations” *J.Geotech.Engrg.* 113 (5), 424-439
164. **Ojeda-Moncayo J., et al.** (2004). Landslides: Evaluation and Stabilization/Glisement de Terrain: Evaluation et Stabilisation, *Proceedings of the Ninth International Symposium on Landslides*, June 28 -July 2, 2004 Rio de Janeiro, Brazil Pg. 379–384
165. Основна геолошка карта на Р.Македонија, размер 1:100000 лист Качаник
166. Основна геолошка карта на Р.Македонија, размер 1:100000 лист Призрен
167. Основна геолошка карта на Р.Македонија, размер 1:100000 лист Гостивар
168. Основна геолошка карта на Р.Македонија, размер 1:100000 лист Кичево
169. Основна геолошка карта на Р.Македонија, размер 1:100000 лист Скопје
170. Основна геолошка карта на Р.Македонија, размер 1:100000 лист Крушево
171. Основна Инженерскогеолошка карта на Р.Македонија, размер 1:200 000
172. **Penta F.** (1959). Sulla Classifica Dei Movimenti Franosi, *Geotecnica* pp.108-123
173. **Peshevski I., Jovanovski M., Papic J.** (2010). Problems with stability of gipsite rock masses trough the example of right bank of bridge “Melnicki”-Debar Second symposium of MAG, 2010, Struga.
174. **Pesevski I., et al.** (2012a) Approaches to preparation of national landslide and rockfall database and hazard-risk maps in R.Macedonia, *Scientific Journal of Civil Engineering*, Vol.1, No.1; 12.2012, pp.49-55
175. **Peševski I., et all.** (2012b). Rockfall hazard assessment for access road to dam “Sveta Petka” using rockfall hazard rating system (RHRS), *Geologica Macedonica* 2011. Printed in March 2012, pp.11-20.
176. **Peshevski I., Jovanovski M., Papic J.,** (2012b). Slope stability analysis in anisotropic rock masses using interaction matrix method, XIV Symposium for engineering geology and geotechnics, *Proceedings* pp.381-338., Belgrade, 27-28.09.2012.
177. **Peshevski I., et all.** (2013a). Landslide inventory map of the Republic of Macedonia, statistics and description of main historical landslide events, *Proceedings of the first regional Symposium on Landslides in the Adriatic-Balkan Region*. 6-9 march, 2013, Zagreb, Croatia.
178. **Peshevski I, Jovanovski M.,** (2013b). Morphology and Instability of the terrain as limiting factor in Rural Development. Problems and perspectives of hilly mountain areas. *International symposium*, Ohrid.
179. **Peshevski I., Minchev I.,** (2014a). Landslide hazard factors in the Kozuf metallogenic district, 2nd International Workshop Environmental impact assessment of the Kozuf metallogenic district in southern Macedonia in relation to groundwater resoruces, surface waters, soils and socio-economic consequences (ENIGMA), Prague 16th, may. *Proceedings*, pp.67-73.
180. **Пешевски И. и др.,** (2014b). Препораки за намалување а негативните ефекти на свлечиштата како значаен геохазард во Р.Македонија. 4-ти Симпозиум на Друштво за Геотехника на Р.Македонија. Зборник на трудови, стр.503-510.
181. **Ропов J.V.** (1951). *Inzhenernaya geologiya*, Moscow

182. Програма за развој на полошки плански регион 2009-2013, финансирано од Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) GmbH 2010
183. Предлог студија за валоризација на заштитено подрачје Маврово, Oxfam Италија 2011.
184. **Ray, R.L., и De Smedt, F.** (2009). Slope stability analysis on a regional scale using GIS a case study from Dhading, Nepal. *Environ Geol*, 57:1603-1611.
185. **Reid, M.E., Nielsen, H.P., и Dreiss, S.J.**, (1988). Hydrologic factors triggering a shallow landslide failure, *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, 25(3), 349-361.
186. **Реитер, Кленгел и Пашек**, (1983). Инженернаја геологија, Москва, Недра
187. **Rodriguez O. et al.** (1978). Regional Studies on Mass Movements in Spain. In: Congress, IAEG Madrid, Spain
188. **Romana, M.** (1995). “The geomechanical classification SMR for slope correction”. *Proc. 8 th Int. Congress Rock Mechanics, ISRM, Tokyo, Vol. 3*, pp. 1085-1092.
189. **Salciarini, D., et all.** (2006). Modeling regional initiation of rainfall-induced shallow landslides in the eastern Umbria Region of central Italy. *Landslides* 3, 181–194.
190. **Sarma S.K., Bhave M.V.** (1974). Critical acceleration versus static factor of safety in stability analysis of earth dams and embankments. *Geotechnique*, 24(4):661-665.
191. **Sassa K.** (1996). Prediction of earthquake induced landslides. *Proceedings of 7th International Symposium on Landslides. A.A. Balkema. Trondheim, 17–21 June, vol 1*, pp 115–132
192. **Savage, C.N.** (1968). Mass wasting. In: Fairbridge, R.W. (Ed.). *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold, New York: 696-700.
193. **Savarenski, F. P.**, (1935). Experimental construction of a landslide clasification: *Geolog. Razvedochnyi Institut. (TSNICTRI)*, p 29-37,
194. **Schmertman, J.H.** (1975). “Measurement of the In situ Shear Strength” *Proceedings: Specialty conference on in situ measurement of soil properties. ASCE, Raleigh, North Carolina, State-of-Art Report, Vol.2*, pp. 57-138.
195. **Schuster, R.L., и Fleming, R.W.** (1986). Economic losses and fatalities due to landslides: *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, vl. 23, no. 7.
196. **Schuster, R.L.**, (1996), Socioeconomic significance of landslides, in *Landslides: Investigation and Mitigation: Transportation Research Board, National Research Council, Special Report 247*, 675 p.
197. **Seed H.B.** (1968). Landslides during earthquake due to soil liquefaction. Terzaghi lecture, *J. Soil Mech. Found. Div., ASCE*, 94, SM5.
198. **Seed, H. B., Idriss, I. M., и Kiefer, F. W.**, (1969). Characteristics of rock motion during earthquakes, *Proc. ASCE J. Soil Mech. Found. Eng. Div.*, 95, 1199–1218.
199. **Seed, H.B., и Idriss, I.M.**, (1970). “Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analysis,” *Research Report No.UCB/EERC-70/10, Depart. of Civil & Env. Engng, University of California, Berkeley*
200. **Sharpe C.F.S.**, (1938). *Landslides and Related Phenomena*, Columbia University Press.
201. **Сеизмолошка обсерваторија-Скопје** (1990). Извадок-Карта на очекуван интензитет на земјотреси според MKS-64 за повратен период од 500 години (од карта на сеизмички интензитети на СФРЈ од 1990 год. во размер 1:200000).
202. **Сеизмолошка обсерваторија-Скопје** (1996). Карта на очекуван интензитет на земјотреси според MKS-64 за повратен период од 100 години (размер 1:200000).
203. **Sills, G.L. и Fleming, R.L.** (1992). Slide Stabilization with Stone-Filled Trenches. *Proceedings, Specialty Conference on Stability and Performance of Slopes and Embankments-II, ASCE Geotechnical Special Publication No. 31, Berkeley, California*, pp. 1382-1394.
204. **Skempton A.W. и DeLory F.A.**, (1957). Stability of Natural Slopes in London Clay. *Proceedings 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rotterdam*.

205. **Skempton, A.W., и Hutchinson, J.N.** (1969). Stability of natural slopes and embankment foundations. Proceedings of the 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, State-of-the-art, Mexico City: 291-340.
206. **Skempton, A.W.** (1985). "Residual Strength of Clays in Landslides". Folded Strata and the Laboratory. Geotechnique. Vol.35 No.1 pp.3-18.
207. **Службен весник на Р.М** бр.119, број LXV, Среда 30.9.2009 год. 2266
208. **Smith K. и Petley D.N.** (2009). Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster. Routledge, London
209. **Soeters R. et al.** (1991). Remote sensing and geographical information systems as applies to mountain hazard analysis and environmental monitoring. In: 8th thematic conference on geology and remote sensing, Denver, vol. pp.1389-1402.
210. **Soeters R. и Westen Van C.J.** (1996). Slope instability recognition, analysis, and zonation. In: Landslides, investigation and mitigation / ed. by. A.K. Turner and R.L. Schuster. Washington, D.C. National Academy Press, 1996. ISBN 0-309-06151-2. (Transportation Research Board, National Research Council, Special Report ; 247) pp. 129 – 177
211. **Spiker E.C., и Gori P.L.** (2000). National landslide hazards mitigation strategy: a framework for loss reduction. Open-file report 00-450, Department of Interior, U.S.G.S., USA, 49 pp
212. **Spiker E.C., и Gori P.L.** (2003). Partnerships for reducing landslide risk: assessment of the national landslide hazard mitigation strategy. The National Academy of Sciences, Press, Washington DC.
213. **Spencer, E.** (1967). "A method of analysis of the stability of embankments assuming parallel inter-slice forces", Geotechnique, 17(1), 11–26.
214. **Srbulov M.** (2008). Geotechnical Earthquake Engineering, Simplified Analyses with Case Studies and Examples, Series: Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering, Vo.9 Springer XXIV, 244p.
215. **Taylor, D.W.** (1937). Stability of earth slopes. J. Boston Soc. Civ. Eng. 24, 197±246: Torres, R. & Coffman, T.
216. **Terzaghi K.** (1950). Mechanism of Landslides. Application of Geology to Engineering Practice, Berkeley Vol., Geological Society of America, p.83-123.
217. **Tsyтович, N.A.** (1951). Mekhanika gruntov. Gos. Izd. Liter. Po. Stroit. I arkhitekture, Moskva, 528 pp.
218. **УХРМ на Р.Македонија** (1961-1996) Изохиетска карта на Р.Македонија.
219. **USGS**, (1982): Goals and Tasks of the Landslide Part of a Ground-Failure Hazards Reduction Program, U.S. Geological Survey Circular 880, Reston, Virginia: U.S. Geological Survey.
220. **USGS** (2004). Landslide Types and Processes U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey Fact Sheet 2004-3072 July 2004
221. **Vallario A. и Coppola L.** (1973). Geologia e franosità nell'area ad oriente del Taburno-Camposauro e del Paternio (Province di Benevento ed Avellino). Geologia applicata e idrogeologia Vol.8. No.2, Bari, Università di Bari-Istituto di Geologia applicata all'Ingegneria, pp. 19-87.
222. **Varnes, D.J.,** (1958). Landslide types and processes in Eckel E.B., ed., Landslides and Engineering Practice, Highway Research Board Special Report 29, NAS-NRC Publication 544, Washington, D.C., p. 20-47.
223. **Varnes, D.J.** (1974). The logic of geological maps, with reference to their interpretation and use for engineering purposes. U.S. Geological Survey Professional Paper 837, 48 p.
224. **Varnes D. J.** (1978). Slope movement types and processes. In: Schuster R. L. & Krizek R. J. Ed., Landslides, analysis and control. Transportation Research Board Sp. Rep. No. 176, Nat. Acad. of Sciences, pp. 11–33.
225. **Varnes D.J.,** (1984). IAEG Commission on Landslides and other Mass-Movements, Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO Press, Paris, 63 p.
226. **Venzo G.A.** (1976). Proposita di classificazione pratica delle frane. St. Trent. Sc. Nat., Sez. A, v.53, No.5, Trento.

227. **Weathreby, D.E. и Nicholson P.J.** (1988). Tiebacks Used for Landslide Stabilisation, Proceedings of the Application of Walls to landslide Control problems, R.B. Reeves, Ed., Las Vegas, Nevada, ASCE pp.44-60 April.
228. **Westen Van, C.J., et al.** (1993) GISSIZ: training package for geographical information systems in slope instability zonation. ITC publication, vol 15. International Institute for Aerospace and Earth Resources Survey, ITC, Enschede, 245 pp.
229. **Westen Van C.J.** (1997). Statistical landslide hazard analysis. ILWIS 2.1 for Windows Application guide. ITC Publication, Enschede, pp.73-84.
230. **Westen Van C.J.** (2004). Geoinformation tools for landslide risk assessment: an overview of recent developments. In: Lacerda WA, Ehrlich M, Fontoura SAB, Sayao ASF (eds) Landslides: evaluation and stabilization. Balkema, Taylor & Francis Group, London, pp 39-56.
231. **Westen Van C.J., et all.** (2006). Landslide hazard and risk zonation why is it still so difficult? Bulletin of Engineering Geology and the Environment 65, 167–184. doi:10.1007/s10064-005-0023-0.
232. **Wieczorek, G.F.,** (1984). Preparing a detailed landslide inventory map for hazard evaluation and reduction: Bulletin of the Association of Engineering Geologists, v.21, no.3, p.337-342
233. **Watts C.F., и West T.R.,** (1985). "Electronic Notebook Analysis of Rock Slope Stability of Cedar Bluff, Virginia", Bulletin of the Assoc. of Engineering Geologists, Vol. XXII, No. 1, pp. 67-85.
234. **Wong, F. S.** (1984). Uncertainties in FE modeling of slope stability. Comput. Struct. 19, 777-791.
235. **WP/WLI** (1990). International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory. A suggested method for reporting a landslide. International Association Engineering Geology Bulletin 41, 5–12.
236. **WP/WLI** (1993a). International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory,. A suggested method for describing the activity of a landslide. International Association Engineering Geology Bulletin 47, 53–57.
237. **WP/WLI** (1993b). (International Geotechnical Societies= UNESCO Working Party on World Landslide Inventory). Multilingual Landslide Glossary. BiTech Publishers Ltd, Richmond, British Columbia, Canada, 59pp.
238. **WP/WLI** (1995). International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory. A suggested method for describing the rate of movement of a landslide. International Association Engineering Geology Bulletin 52, 75–78.
239. **Zaruba, Q. и Mencl, V.** (1961). Ingenieurgeologie, Berlin-Praha, 606p.
240. **Zaruba, Q. и Mencl, V.** (1969). Landslides and their Control. Academia & Elsevier, Prague, 206 pp.
241. **Zaruba, Q. и Mencl, V.** (1982). Landslides and their control. Prague, 2nd edition, Academia, 324.
242. **Zienkiewicz** (1971). The finite element method in Engineering McGraw-Hill.
243. **Живадиновиќ С.** (2012) Методологија за проценка на hazard од одронување во карпи со примена на пристапниот пат до браната „Света Петка“. Магистерска теза. Градежен факултет Скопје.
244. **Zolotarev G.S.** (1970). Osnovy metodiky inzhenerno-geologicheskogo izucheniya obvalnykh i opol'znevnykh sklonov Voprosy inzh. geol. Doklady sov. uchonykh k Mezhdunar. kongresu asociacii inzh. geol., Moscow.
245. **Zolotarev G.S.** (1983). Engineering Geodynamics. - Moscow: Moscow State University, 328 p.

ПРИЛОГ БР.1 АНКЕТЕН ЛИСТ

УНИВЕРЗИТЕТ "СВ.КИРИЛ И МЕТОДИЈ"
ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ
Партизански одреди 24, ПФ 560
1000 СКОПЈЕ
Република Македонија
тел. 02/3116-066, факс. 02/3118-834



Ss. CYRIL AND METHODIUS UNIVERSITY
CIVIL ENGINEERING FACULTY
Partizanski odredi 24, PB 560
1000 SKOPJE
Republic of Macedonia
tel.38923116066 faks .38923118834

Организација:

Лице за контакт:

Адреса:

Телефон:

ПРЕДМЕТ: Анкета

Почитувани,

Секоја година свлечиштата во Р.Македонија предизвикуваат загуби кои се мерат во милиони евра. Најголем дел од овие средства вообичаено се трошат на рехабилитација и чистење на патиштата и железниците. 60% од регистрираните свлечишта го имаат попречено или блокирано сообраќајот на автопатиштата, регионалните и локалните патишта и железницата. Освен ова, во одредени случаеви цели или дел од населби морале да бидат преселувани од зоните на свлекување (Јеловјане и Рамина). Свлечиштата во нашата земја загрозуваат и индивидуални градби во рурални или урбани подрачја, водоводни и канализациони мрежи, електродистрибутивни системи итн. Во одреден број на случаеви, се вршеле сеопфатни геотехнички истражувања, проектирање и изведба на санациони работи што исто така ги зголемува економските загуби.

Во овој смисол дојдено е до идеја да се разработи научен труд, докторска дисертација од областа на геотехниката во која ќе се третираат свлечиштата како еден од најзначајните современи геодинамички процеси кои имаат негативни ефекти врз инфраструктурата на нашата земја.

Ве замолуваме, доколку сте во можност да ја потполните оваа анкета која се наоѓа во прилог на ова писмо.

Сите референци на кои би не упатиле се од големо значење за квалитетот и сеопфатноста на анализите.

Со почит и благодарност,

м-р. Игор Пешевски дипл.инж.геол.

асистент на катедрата за геотехника при ГФ-Скопје

e-mail: pesevski@gf.ukim.edu.mk

Декан,

Проф. д-р. Милорад Јовановски

ПРИЛОГ БР.1 АНКЕТЕН ЛИСТ

Анкета

1. Дали вашата институција поседува техничка документација за свлечишта, вклучувајќи одрони, течишта, матни токови и други процеси на придвижување на теренот.
2. За техничка документација во овој случај се смета секој извештај или информација од интервенции, одржување или санација на различни категории на објекти (патишта, железници, водоспроводно канали, индивидуални и колективни стамбени објекти, дистрибутивни системи и други) поради појава на нестабилни појави (слвечишта).
3. Доколку поседувате ваква документација, ве молиме да одговорите на следните прашања:
4. За колкав број на свлечишта/одрони поседувате техничка документација (приближно).
5. Дали податоците ги имате во печатена или дигитална форма.
6. Дали се достапни карти во кои се внесени случените појави.
7. Кој е размерот на картите.
8. За колку долг период се води евиденција за нестабилните појави.
9. Дали постојат свлечишта за кои знаете дека се случени а за истите не постои техничка документација (коклав е нивниот број).
10. Дали поседувате некаков тип на интерна база на податоци за нестабилни појави.

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

**ПРИЛОГ БР.2 КАТАСТАРСКА КАРТА НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ ЗА
ТЕРИТОРИЈАТА НА Р.МАКЕДОНИЈА**

ПРИЛОГ БР.3 ИНТЕРНА БАНКА НА ПОДАТОЦИ ЗА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ

Br.	Topo list	ID	X	Y	Geologija	Max int. M	Azimut (°)	Ime na mesto	Tip na nestabiln	Kota kruna	Datum pojava	Posledna promena	Sostojba	Povrsina m ²	Pricina	Diabina	Predvikama steta	Sanac. merki	Monit. oring	Arhiva	Institucija	Dopol. info	
1	Strpce	164-3-1_06	4565776	7507179	igranit+deli	8	190	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
2	Ljubate	164-3-2_00	4667055	7510848	Skrifici+deli	8	190	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
3	Kacaniq	164-4-1_00	4564959	7526927	Skrifici+deli	8	270	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
4	Ramno	164-4-2_00	4677489	7535361	Skrifici+deli	8	200	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
5	Ramno	164-4-2_00	4570450	7538657	Skrifici+deli	8	345	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
6	Ramno	164-4-2_00	4569533	7538193	Skrifici+deli	8	350	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
7	Lipkovc	165-3-1_00	4568931	7548842	pliocen	8	210	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
8	Petraliq	166-3-2_00	4566147	7595419	Skrifici+deli	8	270	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
9	Kriva	166-4-1_00	4573325	7609861	Skrifici+deli	8	220	Naselba_II	translator	650	2009	2009	sanirano	10000	vrmezi	plitko	zagrozena_naselba	da	ne	Arh.232	GEING	nema	
10	Deve	166-4-2_00	4569784	7614988	Skrifici+deli	8	80	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
11	Deve	166-4-2_00	4575634	7619795	piroklastiti	8	200	Pat.S.Uzen	translator	1063	1981	1982	sanirano	37000	morfologij	dlaboko	zagrozen_soobrakaj	da	ne	Google	GF	nema	
12	Deve	166-4-2_00	4571610	7622388	Skrifici+deli	8	260	Flotacija	translator	1233	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	da	Google	Naum	nema
13	Deve	166-4-2_00	4577161	7619185	Skrifici+deli	8	180	Nad_vlez	rociaciono	959	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Google	Naum	nema
14	Veshak	163-4-3_00	4557474	7484890	Skrifici+deli	8	170	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
15	Veshak	163-4-3_00	4557461	7485572	Skrifici+deli	8	175	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
16	Veshak	163-4-3_00	4557991	7487486	Skrifici+deli	8	170	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
17	Veshak	163-4-3_00	4556889	7485906	Skrifici+deli	8	140	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
18	Veshak	163-4-3_00	4556231	7487578	Skrifici+deli	8	100	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
19	Tetovo	163-4-4_00	4558096	7489981	Skrifici+deli	8	120	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
20	Tetovo	163-4-4_00	4556875	7497601	Skrifici+deli	7	90	Germo	kompleks	1000	1962.79.82.	7/1/2006	smireno	4500000	vrmezi	dlaboko	zagrozena_naselba	da	da	Arh.44	GIM	nema	
21	Tetovo	163-4-4_00	4552754	7494591	Skrifici+deli	8	90	P-403	Test	translator	1031	2004	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	da	Google	Geoprojekt	nema
22	Dobros	164-3-3_00	4559168	7500899	Skrifici+deli	8	200	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
23	Dobros	164-3-3_00	4574311	7501546	Skrifici+deli	8	180	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
24	Zeden	164-3-4_00	4563525	7511754	pliocen	8	83	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
25	Gjorce	164-4-3_00	4552300	7522410	pliocen	8	300	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
26	Burel	164-4-4_00	4562322	7539344	pliocen	9	190	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
27	Burel	164-4-4_00	4561375	7540111	pliocen	9	180	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
28	Burel	164-4-4_00	4560768	7539791	pliocen	9	171	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
29	Burel	164-4-4_00	4560460	7540699	pliocen	9	159	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
30	Singelic	165-3-3_00	4559352	7541999	pliocen	8	93	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
31	Singelic	165-3-3_00	4556912	7550723	pliocen	8	246	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
32	Singelic	165-3-3_00	4554590	7550538	pliocen	8	283	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
33	Singelic	165-3-3_00	4553058	7549836	pliocen	9	262	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
34	Singelic	165-3-3_00	4552487	7550224	pliocen	9	311	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
35	Singelic	165-3-3_00	4559747	7541452	pliocen	9	200	S. Bulacan	rociaciono	550	3/77/2006	4/5/2006	sanirano	800	vrmezi	plitko	zagrozen_soobrakaj	da	ne	Arh.23	GIM	nema	
36	Roman	165-3-4_00	4563468	7558258	pliocen	8	90	Macija_II	translator	445	1982	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	da	Arh./Izv	GF	nema
37	Shupit	165-4-3_00	4552221	7556429	pliocen	7	175	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
38	Kratovo	166-3-4_00	4559875	7597376	piroklastiti	8	360	Kratovo	(I) translator	640	2010	2012	aktivno	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Google	maps	nema
39	Zelen	166-4-3_00	4551922	7604448	piroklastiti	8	300	Odron	Pri odron	515	2/21/2006	5/31/2006	smireno	1200	iskop	plitko	zagrozen_soobrakaj	da	ne	Arh.20	GIM	nema	
40	Zelen	166-4-3_00	4554061	7605236	piroklastiti	8	340	Odron	Pri odron	588	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	da	Google	Igor	nema
41	Zelen	166-4-3_00	4559778	7606337	Skrifici+deli	8	210	Sveciste	translator	884	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	da	Google	Naum	nema
42	Sasa	167-3-3_00	4563441	7627304	Skrifici+deli	8	210	Sasa	prist odron	997	10/1/2010	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	da	Google	Igor	nema
43	Sasa	167-3-3_00	4553165	7632451	Skrifici+deli	8	180	Kamenica	rociaciono	571	1973	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	da	Google	Makedonija_pat	nema
44	Titov	173-2-1_00	4540879	7485120	proluvium	7	150	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
45	Titov	173-2-1_00	4540790	7485547	proluvium	7	205	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	
46	Titov	173-2-1_00	4540511	7484946	proluvium	7	81	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznat	0	nepoznat	ne	Geo. kat. Geol. zavod	nema	

Br.	Topo list	ID	X	Y	Geologija	Max int.M	Azmut (°)	Ime na mesto	Tip na nestabiln kruna	Kota kruna	Datum pojava	Posledna promena	Sostojba	Fovisina m ²	Pricina	Diabina	Predvikana steta	Sanac. merki	Monit. oring.	Arhiva	Institucija	Dopol. info
47	Titov	V173-2-1.00	4540222	7486045	granit+deli	7	199	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
48	Titov	V173-2-1.00	4538714	7488577	Skrilic+deli	8	199	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
49	Titov	V173-2-1.00	4540893	7488273	granit+deli	8	180	Jelovjane kompleks	3300	1300	12/10/2005	2005	smirano	210000	morfolozijski	diaboko	zagrozena_naselba	ne	Arh.215	GF-KGT	GF-KGT	nema
50	Titov	V173-2-1.00	4637545	7485332	Skrilic+deli	8	0	Sarski_Vod:translator	0	0	0	0	aktivno	0	vrnezi	diaboko	zagrozen_objekt	da	Arh.116	GIM	GIM	nema
51	Kamen	V173-2-2.00	4550546	7494154	varovnik+d	8	194	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
52	Kamen	V173-2-2.00	4550439	7495114	varovnik+d	8	133	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
53	Kamen	V173-2-2.00	4548640	7490705	varovnik+d	8	76	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
54	Kamen	V173-2-2.00	4548039	7490501	varovnik+d	8	71	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
55	Kamen	V173-2-2.00	4645888	7494326	granit+deli	8	110	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
56	Kamen	V173-2-2.00	4545331	7493398	varovnik+d	8	185	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
57	Kamen	V173-2-2.00	4644961	7493844	granit+deli	8	108	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
58	Kamen	V173-2-2.00	4543498	7492915	granit+deli	8	103	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
59	Kamen	V173-2-2.00	4543594	7493541	granit+deli	8	108	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
60	Kamen	V173-2-2.00	4643040	7493397	granit+deli	8	86	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
61	Grupch	V174-1-2.00	4548204	7515056	varovnik	8	0	Avtopat_3:odron	444	444	0	0	sanirano	0	vrnezi	diaboko	zagrozen_sobrakraj	da	Google_Igor	Igor	Igor	nema
62	Grupch	V174-1-2.00	4548428	7517614	pliocen	8	180	s.Laskarci: translator	391	391	0	0	sanirano	1976	vrnezi	diaboko	zagrozen_sobrakraj	da	Google_Naum	Naum	Naum	nema
63	Maika	V174-2-1.00	4547407	7527782	pliocen	8	353	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
64	Maika	V174-2-1.00	4548052	7529134	pliocen	8	321	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
65	Maika	V174-2-1.00	4542512	7525005	varovnik	7	340	brana_Sv:odron	747	747	2009	2012	aktivno	0	morfolozijski	plitiko	zagrozen_sobrakraj	da	Google_Igor	Igor	Igor	nema
66	Maika	V174-2-1.00	4548464	7521595	pliocen	8	180	Avtopat_3:translator	357	357	2/1/2003	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
67	Skopje	V174-2-2.00	4543197	7537792	miocen	7	158	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
68	Skopje	V174-2-2.00	4542491	7537379	miocen	7	45	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
69	Skopje	V174-2-2.00	4542321	7538068	miocen	7	50	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
70	Skopje	V174-2-2.00	4540773	7540013	pliocen	7	228	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
71	Skopje	V174-2-2.00	4539881	7539893	pliocen	7	85	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
72	Skopje	V174-2-2.00	4539909	7540928	pliocen	7	311	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
73	Skopje	V174-2-2.00	4546228	7539147	miocen	8	45	K.Voda: ro:aciond	336	336	2010	2012	aktivno	60000	vrnezi+zen	diaboko	zagrozen_objekt	da	Arh.113	GF	GF	nema
74	Skopje	V174-2-2.00	4544362	7534707	miocen	8	270	Rakotinci kompleks	500	500	6/27/2011	6/27/2011	sanirano	0	iskop	plitiko	zagrozen_sobrakraj	da	Arh.75	GIM	GIM	nema
75	Skopje	V174-2-2.00	4544998	7534393	miocen	8	180	Pat_selo: translator	593	593	0	0	sanirano	1000	morfolozijski	diaboko	zagrozen_sobrakraj	da	Google_Naum	Naum	Naum	nema
76	Skopje	V174-2-2.00	4549500	7534199	proluvium	8	300	Kapistec: translator	274	274	2002	2002	sanirano	500	hasip	plitiko	zagrozen_objekt	da	Arh.466	GING	GING	nema
77	Dracevi	V175-1-1.00	4641238	7543584	pliocen	7	140	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
78	Dracevi	V175-1-1.00	4640313	7543659	pliocen	7	344	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
79	Dracevi	V175-1-1.00	4539976	7543755	pliocen	7	67	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
80	Dracevi	V175-1-1.00	4539956	7544273	pliocen	7	307	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
81	Dracevi	V175-1-1.00	4540333	7545485	pliocen	7	92	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
82	Dracevi	V175-1-1.00	4539904	7546167	pliocen	7	310	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
83	Dracevi	V175-1-1.00	4539712	7549303	pliocen	7	175	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
84	Karland	V175-1-2.00	4649786	7558217	pliocen	8	171	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
85	Karland	V175-1-2.00	4649310	7556485	pliocen	8	233	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
86	Karland	V175-1-2.00	4649286	7559562	pliocen	8	210	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
87	Karland	V175-1-2.00	4638236	7556308	pliocen	8	71	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
88	Karland	V175-1-2.00	4649994	7555143	pliocen	8	340	Sveciste: translator	280	280	1982	0	sanirano	0	morfolozijski	plitiko	zagrozen_sobrakraj	da	Google_Makedoni	Makedoni	Makedoni	nema
89	Mallino	V175-2-1.00	4642602	7569293	miocen	7	161	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
90	Dolino	V175-2-2.00	4545214	7580882	fish+deli	7	133	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
91	Dolino	V175-2-2.00	4544870	7581935	fish+deli	7	264	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne
92	Dolino	V175-2-2.00	4643743	7582356	fish+deli	7	174	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geo_kaf	Geo_kaf	ne

Br.	Topo list	ID	X	Y	Geologija	Max int.M	Azmut (°)	Ime na mesto	Tip na nestabiln	Kota kruna	Datum pojava	Posledna promena	Sostojba	Povrsina m ²	Pricina	Diabina	Predvikana steta	Sanac. merki	Momit. oring.	Arhiva	Institucija	Dopol. info		
93	Dolno	175-2-2_00	4638890	7582616	fish+deluv	7	270	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
94	Dolno	175-2-2_00	4638139	7581498	fish+deluv	7	9	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	Neman	176-1-1_00	4548831	7589079	fish+deluv	8	149	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	Neman	176-1-1_00	4643996	7583727	proklastiti	7	76	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	Neman	176-1-1_00	4642945	7585120	proklastiti	7	133	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	Neman	176-1-1_00	4642542	7583806	proklastiti	7	297	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	Istiban	177-1-1_00	4548745	7631570	Skrilci+del	9	350	kosa, prugi, translatot	537	1970	11/1/1987	sanirano	0	5600	vrnezi	diaboko zagrozen objek	da	ne	Arh.635	GF	0	0	0	
100	Istiban	177-1-1_00	4551396	7631760	Skrilci+del	9	90	Kalimanci, odron	592	0	0	0	0	25000	morfologiji, plitko	zagrozen, soobrakaj	da	ne	Google	Igor	0	0	0	
101	Istiban	177-1-1_00	4647301	7629830	Skrilci	9	140	Kalimanci, odron	558	0	0	2012	aktivno	0	morfologiji, plitko	zagrozen, soobrakaj	ne	ne	Google	Igor	0	0	0	
102	Istiban	177-1-1_00	4646189	7628192	Skrilci+del	9	320	Kalimanci, odron	444	0	0	0	0	0	morfologiji, plitko	zagrozen, soobrakaj	ne	ne	Google	Igor	0	0	0	
103	Krakovi	173-1-4_00	4630607	7470157	fluvio-glacij	7	65	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	Krakovi	173-1-4_00	4627500	7470800	Skrilci+del	7	200	Recki, kam, translatot	1565	1982	8/8/2010	aktivno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	Krakovi	173-1-4_00	4630447	7469877	lavina	7	90	Lavina, Lu, lavina	1740	2/10/1956	1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	Vrutok	173-2-3_00	4625875	7483960	Skrilci+del	7	160	Vrutocki, kompleks	1270	1977	2012	aktivno	0	340000	morfologiji, diaboko	zagrozen, objek	da	da	Arh.20	GIM	0	0	0	
107	Gostiva	173-2-4_00	4635492	7490334	Skrilci+del	8	170	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	Gostiva	173-2-4_00	4634855	7490303	Skrilci+del	8	20	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	Gostiva	173-2-4_00	4630979	7490234	Skrilci+del	8	130	Selo, Vran, translatot	650	1/8/2000	5/30/2000	sanirano	0	2166	iskop, vrne, plitko	zagrozen objek	da	ne	Arh.37	GIM	0	0	0	
110	Zunje	174-1-4_00	4629300	7515480	varovnik	7	180	Regionalni odron	500	6/27/2011	6/27/2011	sanirano	0	0	iskop	zagrozen, soobrakaj	da	ne	Arh.75	GIM	0	0	0	
111	Umovd	174-2-4_00	4634900	7534300	Skrilci+del	7	0	Cvetovo, S, otacion	868	1997	1998	sanirano	0	0	vrnezi	zagrozen, soobrakaj	da	da	Arh.131	GEING	0	0	0	
112	Uisce	175-1-4_00	4634961	7558385	varovnik	7	260	Avtopat, E, odron	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	Uisce	175-1-4_00	4633628	7560412	pliocen	7	280	Star, pat, f, otacion	425	2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	Erdezi	176-1-3_00	4625983	7585117	proluvium	8	334	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	Pentev	177-2-4_00	4633763	7658702	pliocen	10	210	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	Pentev	177-2-4_00	4632252	7659133	pliocen	10	254	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	Pentev	177-2-4_00	4631690	7656926	pliocen	10	310	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	Pentev	177-2-4_00	4630159	7656142	pliocen	10	4	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	Pentev	177-2-4_00	4626445	7657872	pliocen	10	306	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	Pentev	177-2-4_00	4625303	7658338	pliocen	10	312	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	Korab	173-3-1_00	4615925	7467987	varovnik+d	8	197	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	Korab	173-3-1_00	4614110	7465063	varovnik+d	8	49	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	Korab	173-3-1_00	4614026	7465984	varovnik+d	8	18	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	Korab	173-3-1_00	4609780	7467115	varovnik+d	8	84	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	Mavrov	173-3-2_00	4618326	7475003	Skrilci+del	7	2	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	Mavrov	173-3-2_00	4617832	7477806	Skrilci+del	7	15	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	Mavrov	173-3-2_00	4611607	7476148	Skrilci+del	7	0	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	Mavrov	173-3-2_00	4617157	7470997	varovnik	7	0	Mavrov, odron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	Mavrov	173-3-2_00	4610182	7469385	lavina	8	232	Lavina, Ra, lavina	1530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	Mavrov	173-3-2_00	4619310	7472996	Skrilci+del	7	20	Tricka, vr, kompleks	1035	1976	0	0	0	1500	vrnezi, plitko	zagrozen, soobrakaj	da	da	Google	Igor	0	0	0	
131	Mavrov	173-4-1_00	4621980	7484423	Skrilci+del	7	3	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	Mavrov	173-4-1_00	4617687	7479229	Skrilci+del	7	140	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	Mavrov	173-4-1_00	4616646	7483110	Skrilci+del	7	329	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	Mavrov	173-4-1_00	4616595	7483876	Skrilci+del	7	20	Nenaseler nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	Mavrov	173-4-1_00	4616673	7479448	Skrilci+del	7	90	Mavrov, A, translatot	1128	12/22/2010	2012	sanirano	0	1400	labi, skrilci, plitko	zagrozen, soobrakaj	da	da	Arh.349	GEING	0	0	0	
136	Mavrov	173-4-1_00	4616803	7479223	dijabar+de	7	120	Belicli, kam, translatot	1304	1996	0	0	0	2200	labi, skrilci, plitko	zagrozen objek	ne	ne	Google	Ideen, prof, nema	0	0	0	
137	Mavrov	173-4-1_00	4615124	7487860	Skrilci+del	7	70	Gostivar, K, odron	1179	2010	2012	aktivno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	Mavrov	173-4-1_00	4617182	7479714	Skrilci+del	7	180	Mavrov, A, translatot	1254	0	0	0	0	1800	labi, skrilci, diaboko	zagrozen, soobrakaj	da	ne	Google	Naum	0	0	0	

Br.	Topo list	ID	X	Y	Geologija	Max int.M	Azmut (°)	Ime na mesto	Tip na nestabiln kruna	Kota	Datum pojava	Posledna promena	Sostojba	Fovisina m ²	Pricina	Diabina	Predvikana steta	Sanac. merki	Monit. oring.	Arhiva	Institucija	Dopol. info	
139	Mavrov	173-4-1.00	4513675	7488394	Skrlic+del	7	210	Pat.Kolari	translator	1197	0	0	0	0	aktivno	0	0	zagrozen_sobrakaj	ne	ne	Google	Naum	nema
140	Gjonov	173-4-2.00	4510495	7492154	Skrlic+del	7	220	pat_i_pruq	translator	857	0	0	0	0	sanirano	5000	0	zagrozen_sobrakaj	da	ne	Google	Naum	nema
141	Gjonov	173-4-2.00	4510932	7491486	Skrlic+del	7	210	Pat.Kolari	translator	900	0	0	0	0	sanirano	0	0	zagrozen_sobrakaj	da	da	Google	Naum	nema
142	Gjonov	173-4-2.00	4512756	7489838	Skrlic+del	7	170	Pat.Kolari	translator	1071	0	0	0	0	aktivno	0	0	zagrozen_sobrakaj	ne	ne	Google	Naum	nema
143	Gorno	175-3-1.00	4513675	7550925	varovnik+d	7	200	lev_bok_n	rociacion	445	2003	2003	0	0	sanirano	6500	0	zagrozen_objekt	da	da	Arh.614	GEING	nema
144	Titov	175-4-1.00	4516158	7570666	ploccen	7	188	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
145	Titov	175-4-1.00	4514296	7564368	ploccen	7	180	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
146	Titov	175-4-1.00	4518950	7566000	Skrlic+del	7	265	Ramina	rociacion	190	5/31/1963	1/8/1996	0	0	aktivno	26000	0	zagrozena_naselba	da	da	Arh.109	GF	nema
147	Kishind	175-4-2.00	4522485	7574483	ploccen	7	243	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
148	Kishind	175-4-2.00	4522497	7575836	fish+deluv	7	283	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
149	Kishind	175-4-2.00	4519610	7580378	fish+deluv	8	243	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
150	Kishind	175-4-2.00	4518781	7574998	ploccen	7	204	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
151	Kishind	175-4-2.00	4517972	7579211	fish+deluv	8	123	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
152	Kishind	175-4-2.00	4516645	7574182	ploccen	7	214	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
153	Stip	176-3-2.00	4521415	7600844	fish+deluv	9	350	Suntlak_Sli	translator	371	2010	2011	0	0	sanirano	4200	0	iskop_vrne	da	da	Arh.75	GIM	nema
154	Stip	176-3-2.00	4523152	7599268	fish+deluv	9	130	Asitbo_Te	rociacion	294	1984	1984	0	0	sanirano	1000	0	iskop_vrne	da	da	Arh.28	GIM	nema
155	Stip	176-3-2.00	4522403	7598945	granit	8	270	Isar_Stip	odron	290	0	0	0	0	smireno	0	0	zagrozena_naselba	da	ne	Google	Igor	nema
156	Stip	176-3-2.00	4521596	7598728	granit	8	300	Novo_Sekd	odron	320	0	2012	0	0	aktivno	0	0	zagrozen_sobrakaj	da	ne	Google	Igor	nema
157	Stip	176-3-2.00	4520767	7600956	granit+del	9	80	Stip_Klitsb	rociacion	459	0	0	0	0	smireno	0	0	zagrozen_objekt	da	ne	Google	Igor	nema
158	Stip	176-3-2.00	4523023	7599038	fish+deluv	8	220	Mal_odm	odron	286	0	0	0	0	smireno	0	0	zagrozen_sobrakaj	da	da	Google	Igor	nema
159	Klepalc	177-4-2.00	4522896	7660703	ploccen	10	146	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
160	Debar	173-3-3.00	4597131	7465001	Skrlic+del	8	329	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
161	Debar	173-3-3.00	4598420	7463783	gips	8	131	Melnicki	odron	1050	1969	5/1/2009	0	0	aktivno	500000	0	zagrozen_sobrakaj	da	da	Arh.15	GF	nema
162	Debar	173-3-3.00	4501808	7467759	Skrlic+del	8	90	Skudrinje	kompleks	982	2006	2009	0	0	sanirano	330000	0	zagrozena_naselba	da	da	Arh.220	GEING	nema
163	Debar	173-3-3.00	4507958	7466278	fluvioglaci	8	90	Rostuse_v	kompleks	978	0	2009	0	0	aktivno	500000	0	zagrozena_naselba	da	ne	Google	Igor	nema
164	Debar	173-3-3.00	4597635	7464167	Skrlic+del	8	120	Pat_vedna	kompleks	625	1970	0	0	0	sanirano	437000	0	zagrozena_naselba	da	ne	Google	Naum	nema
165	Debar	173-3-3.00	4596925	7464999	proluvium	8	220	pat_selo	translator	843	0	0	0	0	sanirano	9900	0	zagrozen_sobrakaj	da	ne	Google	Naum	nema
166	Debar	173-3-3.00	4508420	7466545	fluvioglaci	8	360	pat_selo	translator	898	0	0	0	0	sanirano	0	0	zagrozen_sobrakaj	da	ne	Google	Spasen	nema
167	Lazarof	173-3-4.00	4501061	7470254	Skrlic+del	8	225	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
168	Lazarof	173-3-4.00	4597234	7469309	fluvioglaci	8	90	Mogorce	kompleks	1232	2008	2009	0	0	sanirano	170000	0	zagrozen_objekt	da	da	Arh.220	GEING	nema
169	Lazarof	173-3-4.00	4502609	7468734	Skrlic+del	8	90	lance	translator	654	0	0	0	0	aktivno	0	0	zagrozen_sobrakaj	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
170	Tuin	174-3-3.00	4501750	7502125	ploccen	7	330	Urniste_Jl	rociacion	666	2000	2000	0	0	sanirano	600000	0	zagrozen_objekt	da	da	Arh.181	GEING	nema
171	Maked	174-3-4.00	4505428	7516191	ploccen	6	223	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
172	Maked	174-3-4.00	4505333	7515619	ploccen	6	135	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
173	Maked	174-3-4.00	4504798	7516104	ploccen	6	315	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
174	Maked	174-3-4.00	4503310	7516151	ploccen	6	338	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
175	Maked	174-3-4.00	4502058	7516697	ploccen	6	315	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
176	Gradsk	175-4-4.00	4504196	7577962	ploccen	8	70	Naplata	rociacion	193	0	0	0	0	sanirano	600	0	zagrozen_sobrakaj	da	ne	Google	Naum	nema
177	HE_Shp	182-1-1.00	4588382	7461355	varovnik+d	8	352	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
178	HE_Shp	182-1-1.00	4583138	7463719	varovnik+d	8	51	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema
179	HE_Shp	182-1-1.00	4588248	7463219	varovnik+d	8	230	Struga_De	translator	655	2011	2012	0	0	sanirano	4900	0	zagrozen_sobrakaj	da	da	Arh.319	GEING	nema
180	HE_Shp	182-1-1.00	4590277	7462542	ploccen	8	250	Dzepiste	translator	787	2/4/1993	2012	0	0	smireno	61600	0	zagrozen_objekt	da	ne	Google	Geohidro	nema
181	HE_Shp	182-1-1.00	4588846	7462298	varovnik+d	8	350	Sveciste	rociacion	683	1976	0	0	0	sanirano	500	0	zagrozen_sobrakaj	da	ne	Google	Makedoni	nema
182	Klenof	182-2-1.00	4589626	7486046	Skrlic+del	7	230	Taseva_Cd	translator	952	2/2/2012	2012	0	0	sanirano	7200	0	zagrozen_sobrakaj	da	da	Arh.347	GEING	nema
183	Klenof	182-2-1.00	4592695	7488315	varovnik	7	180	Ovcansko	odron	713	1/15/2013	0	0	0	aktivno	0	0	zagrozen_sobrakaj	ne	ne	Google	Igor	nema
184	Brailovi	183-2-2.00	4584511	7535807	skrici	7	243	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	0	nepoznat	0	0	bez_infrastruktura	ne	ne	Geo_kaf	Geol_zavod	nema

Br.	Topo list	ID	X	Y	Geologija	Max int.M	Azmut (°)	Ime na mesto	Tip na nestabiln kruna	Kota kruna	Datum pojava	Posledna promena	Sostojba	Povrsina m ²	Pricina	Diabina	Predvikana stara	Sanac. merki	Momit. oring.	Arhiva	Institucija	Dopol. info	
185	Farish	184-2-1_06	4588290	7567595	pliocen	7	252	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
186	Farish	184-2-1_06	4588117	7566984	pliocen	7	176	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
187	Farish	184-2-1_06	4587874	7568048	pliocen	7	195	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
188	Farish	184-2-1_06	4587694	7567247	pliocen	7	8	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
189	Farish	184-2-2_06	4587158	7567612	pliocen	7	180	Trojaci-Far	rotaciono	317	2012	2013	2013	aktivno	600	nasip	plitiko	zagrozen_soobrakaj	da	Arh.363	GEING	nema	
190	Tikvesh	184-2-2_06	4591660	7581708	pliocen	7	320	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
191	Tikvesh	184-2-2_06	4591485	7581986	pliocen	7	128	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
192	Tikvesh	184-2-2_06	4584783	7579180	Skrilci+deli	7	210	Tikvesko	rotaciono	393	1986	1986	2012	aktivno	0	kompleksn	dlaboko	zagrozen_objekt	da	Arh.295	GF KTG	nema	
193	Tikvesh	184-2-2_06	4585140	7578635	Skrilci	7	90	Tikvesko	podron	200	2012	2012	aktivno	0	0	morfologij	plitiko	zagrozen_soobrakaj	da	Google	GF	nema	
194	Tikvesh	184-2-2_06	4594915	7579642	pliocen	7	270	Manastire	translatot	151	0	0	0	0	0	0	0	zagrozen_soobrakaj	da	Arh.359	GEING	nema	
195	Kavada	185-1-1_06	4584163	7586126	pliocen	7	29	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
196	Kavada	185-1-1_06	4584360	7593827	pliocen	8	272	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
197	Kavada	185-1-1_06	4582816	7586841	piroklastiti	7	37	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
198	Kavada	185-1-1_06	4582555	7587692	proklastiti	7	30	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
199	Kavada	185-1-1_06	4582343	7587414	proklastiti	7	270	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
200	Kavada	185-1-1_06	4582553	7593490	proklastiti	8	287	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
201	Kavada	185-1-1_06	4584688	7588238	piroklastiti	7	240	Gradot	kompleks	612	9/5/1956	9/5/1956	0	smireno	320000	kompleksn	dlaboko	zagrozen_zivoti	da	Google	Igor	nema	
202	Kavada	185-1-1_06	4592051	7592192	pliocen	8	250	Timjanik	rotaciono	215	9/26/1994	9/26/1994	0	smireno	375000	vrnezi	dlaboko	zagrozen_soobrakaj	da	Google	Igor	nema	
203	Demir	185-1-2_06	4586550	7594290	pliocen	8	14	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
204	Demir	185-1-2_06	4582448	7595192	pliocen	8	345	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
205	Demir	185-1-2_06	4588959	7599133	fish+deluv	9	90	seto	Trem	translatot	140	5/12/2003	5/12/2003	sanirano	1000	iskop	vrne	plitiko	zagrozen_objekt	da	Arh.18	GIM	nema
206	Demir	185-1-2_06	4591488	7595282	pliocen	8	200	Negoitno	kompleks	167	3/3/2003	3/3/2003	0	sanirano	5200	morfologij	dlaboko	zagrozen_soobrakaj	da	Google	Igor	nema	
207	Novo	186-2-2_06	4592138	7657088	granit	8	180	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
208	Labunsk	182-1-3_06	4578233	7465451	Skrilci+deli	8	85	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
209	Delogo	182-1-4_06	4575611	7468610	pliocen	8	260	Drinikol	rotaciono	750	2004	2004	2004	smireno	5000	iskop	vrne	dlaboko	zagrozen_objekt	da	Arh.867	GEING	nema
210	Beichis	182-2-3_06	4571014	7482710	Skrilci+deli	7	350	seto	Botul	translatot	840	1976	2012	sanirano	17000	vrnezi	dlaboko	zagrozen_soobrakaj	da	Arh.348	GEING	nema	
211	Valmev	183-1-3_06	4575703	7505682	varovnik+d	7	80	Zeleznec	translatot	755	0	0	0	sanirano	7000	morfologij	dlaboko	zagrozen_soobrakaj	da	Google	Naum	nema	
212	Prilep	184-1-3_06	4571885	7550357	proluvium	7	311	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
213	Pletvar	184-1-4_06	4581187	7557420	varovnik+d	7	170	Pletvar	vd	translatot	869	0	0	sanirano	4200	vrnezi	dlaboko	zagrozen_soobrakaj	da	Google	naum	nema	
214	Garniki	185-1-3_06	4581512	7589483	piroklastiti	7	249	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
215	Bohula	185-1-4_06	4581539	7594999	pliocen	8	340	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
216	Bohula	185-1-4_06	4581688	7602305	fish+deluv	8	127	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
217	Valand	186-1-3_06	4578347	7635377	Skrilci+deli	10	300	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
218	Vevcha	182-3-1_06	4585886	7466191	Skrilci+deli	8	0	Vevcani	translatot	871	1993	1993	0	sanirano	0	nepoznato	dlaboko	zagrozen_objekt	da	Arh.509	GEING	nema	
219	Meshel	182-4-1_06	4560507	7486614	Skrilci+deli	8	342	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
220	Meshel	182-4-1_06	4556222	7489123	varovnik+d	8	313	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
221	Meshel	182-4-1_06	4555048	7488433	varovnik+d	8	210	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
222	Meshel	182-4-1_06	4562969	7480821	Skrilci+deli	8	180	seto	Treb	translatot	795	1960	1960	smireno	0	kontakt+d	dlaboko	zagrozena_naselba	ne	Google	Igor	nema	
223	Kuratic	182-4-2_06	4554013	7489946	varovnik+d	8	222	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
224	Kuratic	182-4-2_06	4557610	7497650	varovnik+d	7	160	Prevoj	Bul	translatot	1054	2010	2012	sanirano	11000	kontakt+d	plitiko	zagrozen_soobrakaj	da	Arh.344	GEING	nema	
225	Smilev	183-3-1_06	4556601	7510107	Skrilci+deli	7	0	Seto	Smilev	translatot	920	1998	1998	sanirano	0	vrnezi	plitiko	zagrozena_naselba	da	Arh.72	GEING	nema	
226	Demir	183-3-2_06	4554437	7511979	Skrilci+deli	7	90	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
227	Demir	183-3-2_06	4555885	7519169	Skrilci+deli	7	90	Strezevo	translatot	692	0	0	0	sanirano	0	kontakt+d	dlaboko	zagrozen_objekt	da	Google	Strezevo	nema	
228	Demir	183-3-2_06	4555492	7519821	Skrilci+deli	7	80	Strezevo	translatot	687	0	0	0	sanirano	0	kontakt+d	dlaboko	zagrozen_objekt	da	Google	Strezevo	nema	
229	Ivanjev	183-4-1_06	4558805	7529189	Skrilci+deli	7	177	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	
230	Kanata	184-3-1_06	4565070	7547563	Skrilci+deli	6	226	Nenaselen	nepoznat	0	0	0	0	nepoznat	0	nepoznato	nepoznata	bez_infrastruktura	ne	Geo_kaf	Geol_zavodnema	ne	

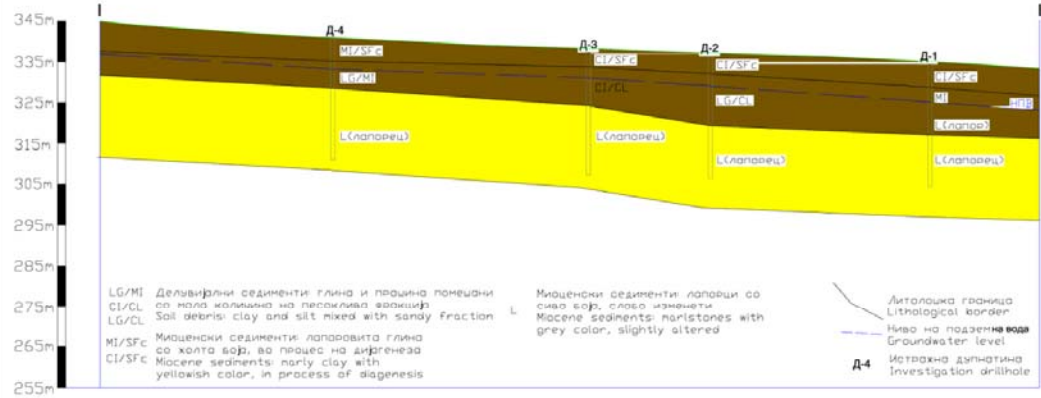
Br.	Topo list	ID	X	Y	Geologija	Max int.M	Azmut (°)	Ime na mesto	Tip na nestabiln kruna	Kota kruna	Datum pojava	Posledna promena	Sostojba	Fovisina m ²	Pricina	Dlabina	Predizvikana steta	Sanac. merki	Monit. oring.	Arhiva	Institucija	Dopol. info
231	Vitolish	184-4-1-00	4561176	7570213	pliocen	7	311	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
232	Vitolish	184-4-1-00	4561079	7570852	pliocen	7	242	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
233	Vitolish	184-4-1-00	4558974	7568926	pliocen	7	16	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
234	Huma	185-4-1-00	4562288	7607040	skrilci	7	200	R. 112. Kodron	1060	1165	11/1/2012	0	0	0	0	0	0	0	ne	Google. Igor	Geol. zavod	nema
235	Gorno	185-4-4-00	4562518	7492925	varovnik+d	8	98	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
236	Gorno	182-4-4-00	4550070	7492925	varovnik+d	8	84	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
237	Gorno	182-4-4-00	4549327	7492971	varovnik+d	8	175	M-5 Bitoli; translator	1019	1019	2/20/2010	2010	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
238	Resen	183-3-3-00	4547112	7506911	Skrlci+d	7	81	Geoboska; translator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	da	Google	Strezevo	nema
239	Kazhan	183-3-4-00	4542393	7520755	proluvium	7	90	Magarevo; translator	1250	1455	2011	2012	0	0	0	0	0	0	da	Arh.341	GEING	nema
240	Kazhan	183-3-4-00	4544346	7519318	granit+dell	7	190	krug. na. Podron	1455	1455	1999	1999	0	0	0	0	0	0	da	Arh.125	GEING	nema
241	Kazhan	183-3-4-00	4543607	7519429	Skrlci+dell	7	285	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
242	Bitola	183-4-3-00	4540615	7526347	granit+dell	7	360	Strezevo; translator	681	681	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Google	Strezevo	nema
243	Bitola	183-4-3-00	4552189	7523993	granit+dell	7	360	Strezevo; translator	678	678	0	0	0	0	0	0	0	0	da	Google	Strezevo	nema
244	Bitola	183-4-3-00	4550616	7523978	granit+dell	7	90	Strezevo; translator	667	667	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
245	Bitola	183-4-3-00	4549617	7527505	granit+dell	7	260	Rudnik. Su. roraciond	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
246	Makow	184-3-3-00	4547114	7545688	pliocen	7	290	Rudnik. Su. roraciond	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
247	Makow	184-3-3-00	4543802	7545788	pliocen	7	60	Rudnik. Su. roraciond	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
248	Makow	184-3-3-00	4543559	7544982	pliocen	7	160	Chesevo. S. odron	900	900	41252	0	0	0	0	0	0	0	ne	Google	Internet	nema
249	Oteshe	190-2-2-00	4538957	7494766	skrilci	8	28	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
250	Graesh	191-2-1-00	4538210	7528810	skrilci	7	80	Strezevo; translator	659	659	0	0	0	0	0	0	0	0	da	Google	Strezevo	nema
251	Graesh	191-2-1-00	4532552	7530145	proluvium	7	100	Strezevo; translator	981	981	0	0	0	0	0	0	0	0	da	Google	Strezevo	nema
252	Graesh	191-2-1-00	4538432	7526841	Skrlci+dell	7	309	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
253	Zivojnd	191-1-1-00	4528381	7552258	pliocen	7	51	Nenaseleni nepoznat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ne	Geo. kal	Geol. zavod	nema
254	Zivojnd	191-1-1-00	4528735	7551278	pliocen	7	0	Zivojno. Bif. roraciond	742	742	1998	1998	0	0	0	0	0	0	da	Arh.74	GEING	nema
255	Zivojnd	191-1-1-00	4528303	7551411	pliocen	7	0	Zivojno. Bif. roraciond	742	742	1998	1998	0	0	0	0	0	0	da	Arh.74	GEING	nema

ПРИЛОГ БР.4 КАТАСТАРСКИ ЛИСТ ЗА РЕГИСТРАЦИЈА НА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ

БАЗА НА ПОДАТОЦИ ЗА НЕСТАБИЛНИ ПОЈАВИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА Р.МАКЕДОНИЈА					
Алфанумеричка ознака во банката на податоци: XXXX			ID број на појава XXXX		
Општи податоци			Последна промена 10.01.2012		
Датум на прв извештај 06.09.2011		Координати X: XXXXXXXX Y: YYYYYYYY		Регион XXXXX Општина XXXXXX	
Изработувач на извештајот ГФ-Скопје			Име на место XXXX		
Топографска карта: Да		Размер 1:1000			
Геометрија			Позиција		
круна (m н. в.) 341	Азимут на насоката на движење α (°) 79	<input type="checkbox"/>	чело	местоположба	ножица
ножица (m н. в.) 320	Вкупна површина A (m ²) 24500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Срт	<input type="checkbox"/>
Хоризонтална должина L ₀ (m) 70	Должина L _a (m) 350	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Висока	<input type="checkbox"/>
Висинска разлика H (m) 21	Вол. на придвижен материјал V _f (m ³) 539000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Средна	<input type="checkbox"/>
Агол на косина β (°) 7-25	Длабина на рамнина на свлекување D _r (m) 22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ниска	<input checked="" type="checkbox"/>
			Речна допи. <input type="checkbox"/>		
Геологија					
Геолошка единица 1 Делувиум		Геолошка единица 2 Лапорец		1 2 Литологија	
Опис 1 Нископластична прашиеста глина со присуство на зрна од песок		Опис 2 Светлокафеав лапорец, испукан со затворање на пукнатините во длабина		<input type="checkbox"/> варовник <input type="checkbox"/> травертин <input type="checkbox"/> лапорец <input type="checkbox"/> флиш <input type="checkbox"/> песочник <input type="checkbox"/> шкрилец <input type="checkbox"/> кис. изл. маг. карпа <input type="checkbox"/> баз изл. маг. карпа <input type="checkbox"/> пирокласт. карпа <input type="checkbox"/> кис. дл. маг. карпа <input type="checkbox"/> баз. дл. маг. карпа <input type="checkbox"/> метаморфна карпа <input type="checkbox"/> евапорит <input type="checkbox"/> седимент. Si карпа <input type="checkbox"/> конгл. или бреча <input checked="" type="checkbox"/> делувиум <input type="checkbox"/> чакал <input type="checkbox"/> песок <input type="checkbox"/> прашина <input type="checkbox"/> глина <input type="checkbox"/> мешана почва <input type="checkbox"/> вештачки насип <input type="checkbox"/> друго	
Дисконтинуитет 1: азимут / паден агол 79 / 8		Дисконтинуитет 2: азимут / паден агол 79 / 22		1 2 Вид на слоевитост	
1 2 Структура на карпест масив		1 2 Геотехнички својства		<input type="checkbox"/> хоризонтална <input type="checkbox"/> со пад во косината <input checked="" type="checkbox"/> неправилна во однос на косината <input type="checkbox"/> со пад надвор од косината <input type="checkbox"/> со пад пострм од косината <input type="checkbox"/> паралелно на косината <input type="checkbox"/> со пад обратен од косината	
<input type="checkbox"/> масивна <input checked="" type="checkbox"/> банковита <input type="checkbox"/> слабо испукана <input type="checkbox"/> средно испукана <input type="checkbox"/> многу испукана <input type="checkbox"/> шкрилеста <input type="checkbox"/> сунгераста <input checked="" type="checkbox"/> хаотична <input type="checkbox"/> кавернозна		<input type="checkbox"/> карпа <input type="checkbox"/> каменит материјал <input checked="" type="checkbox"/> слаба карпа <input type="checkbox"/> распадната карпа <input type="checkbox"/> врзана почва <input type="checkbox"/> добро врзана почва <input type="checkbox"/> слабо врзана почва <input type="checkbox"/> крупнозрнеста почва <input type="checkbox"/> збиена почва <input checked="" type="checkbox"/> растресита почва <input type="checkbox"/> органска почва <input type="checkbox"/> комплексна единица <input type="checkbox"/> наизменични слоеви <input type="checkbox"/> меланж		<input type="checkbox"/> свежа карпа <input type="checkbox"/> малку распадната <input checked="" type="checkbox"/> средно распадната <input type="checkbox"/> силно распадната <input checked="" type="checkbox"/> деградирана <i>Забелешки</i>	
1 2 Растојание меѓу пукнатини				1 2 Распаднатост	
<input type="checkbox"/> многу големо (>2m) <input type="checkbox"/> големо (60cm-2m) <input checked="" type="checkbox"/> средно (20cm-60cm) <input type="checkbox"/> мало (6cm-20cm) <input type="checkbox"/> многу мало (<6cm)				<input type="checkbox"/> свежа карпа <input type="checkbox"/> малку распадната <input checked="" type="checkbox"/> средно распадната <input type="checkbox"/> силно распадната <input checked="" type="checkbox"/> деградирана <i>Забелешки</i>	
Користење на земјиштето			Експозиција		
<input type="checkbox"/> урбани средини <input checked="" type="checkbox"/> рудници <input type="checkbox"/> обраб. земјште			<input type="checkbox"/> сезонски житарици <input type="checkbox"/> постојани насади <input type="checkbox"/> крајбреж. вегетац.		
<input type="checkbox"/> пошумени терени <input type="checkbox"/> нискоствл. шуми <input type="checkbox"/> високи шуми			<input type="checkbox"/> без вегетација <input type="checkbox"/> грмушки <input type="checkbox"/> пасишта		
Хидрогеологија			Класификација		
Површинска вода		1 2 Вид на нестаб. појава		1 2 Интензитет на движење	
<input type="checkbox"/> нема <input type="checkbox"/> стагнира <input checked="" type="checkbox"/> дифузно истекување <input type="checkbox"/> концентрирано истекување		<input type="checkbox"/> одрон <input type="checkbox"/> обршување <input type="checkbox"/> ротационо свлекување <input checked="" type="checkbox"/> транслаторно свлекување		<input type="checkbox"/> екстр. бавен (<5*10 ⁻¹⁰ m/s) <input checked="" type="checkbox"/> многу бавен (<5*10 ⁻⁸ m/s) <input type="checkbox"/> бавен (<5*10 ⁻⁶ m/s) <input type="checkbox"/> среден (<5*10 ⁻⁴ m/s) <input type="checkbox"/> брз (<5*10 ⁻² m/s) <input type="checkbox"/> многу брз (<5*10 m/s) <input type="checkbox"/> екстремно брз (>5 m/s)	
Извори	Подзем. вода	<input type="checkbox"/> хоризонтално ширење <input type="checkbox"/> бавно течење на почвата <input type="checkbox"/> брзо течење на почвата <input type="checkbox"/> понор			
<input type="checkbox"/> нема <input checked="" type="checkbox"/> дифузни <input type="checkbox"/> локални	<input type="checkbox"/> нема <input checked="" type="checkbox"/> слоб. ниво. <input type="checkbox"/> под притисок				
извори (4)	Длаб. (m) 6-12	<input type="checkbox"/> комплексно свлечиште		Забелешки	
Забелешки		<input type="checkbox"/> гравит. свлеч. со длабока рамнина на свлек. <input type="checkbox"/> област со бројни одрони и превртувања <input type="checkbox"/> област со бројни понори <input type="checkbox"/> област со бројни плитки свлечишта		Интензитетот на движење варира во тек на време, инсталирани се инклинометри за следење на состојбата	

Активност						
Состојба <input type="checkbox"/> неодредено		Дистрибуција			Начин	
<input type="checkbox"/> активно <input type="checkbox"/> реактивир. <input type="checkbox"/> смирено	<input checked="" type="checkbox"/> мирува	<input type="checkbox"/> стабилизирано	<input type="checkbox"/> реликтно	<input type="checkbox"/> во движење <input type="checkbox"/> ретроградно <input type="checkbox"/> со проширување <input type="checkbox"/> со зголемување	<input type="checkbox"/> напредува <input type="checkbox"/> намалува <input checked="" type="checkbox"/> ограничено	<input type="checkbox"/> единечно <input type="checkbox"/> комплексно <input type="checkbox"/> композитно <input checked="" type="checkbox"/> повеќекрат. <input type="checkbox"/> сукцесивно
Датум на последно набљудување при кое е утврдено движење на теренот				10.1.2012		
Извор на информацијата: <input type="checkbox"/> весници, <input type="checkbox"/> статии, <input checked="" type="checkbox"/> очевидци, <input type="checkbox"/> аудиовизуелно, <input type="checkbox"/> архиви, <input checked="" type="checkbox"/> картирање, <input type="checkbox"/> далечинска детекција, <input type="checkbox"/> историски документи, <input type="checkbox"/> друго						
Причини за развој на нестабилната појава						
Терен-почва-карпи			Геоморфологија			
<input type="checkbox"/> слаб пластичен материјал <input checked="" type="checkbox"/> чувствителен материјал <input type="checkbox"/> распаднат материјал <input type="checkbox"/> смолкнат материјал <input type="checkbox"/> испукан или раседнат материјал <input type="checkbox"/> неповолно ориентирана пукнат., слоевит, шкрил.	<input checked="" type="checkbox"/> неповолно ориентиран структурни дисконтинуитети <input type="checkbox"/> контраст во водопрпусноста <input type="checkbox"/> контраст во крутоста	<input checked="" type="checkbox"/> тектонско издигање <input type="checkbox"/> вулканско издигање <input type="checkbox"/> глацијални процеси <input type="checkbox"/> флувијална ерозија на ножицата <input type="checkbox"/> ерозија од бранови на ножицата <input type="checkbox"/> подзема ерозија, суфозија	<input type="checkbox"/> глацијална ерозија на ножицата <input type="checkbox"/> ерозија на хоризонталните граници <input checked="" type="checkbox"/> товарење на челото или растеретув. на ножицата <input type="checkbox"/> отстранување на вегетацијата			
Физички			Предизвикани од човекот (Инженерскогеолошки)			
<input type="checkbox"/> интензивен, краткотраен дожд <input checked="" type="checkbox"/> продолжени периоди со врнежи <input type="checkbox"/> брзо топење на длабок снег <input type="checkbox"/> брзо спуштање на ниво на подземена вода <input type="checkbox"/> брз пораст на ниво на подземена вода	<input type="checkbox"/> распаѓање поради мрзнење и одмрзување <input type="checkbox"/> термокластизам <input type="checkbox"/> распаѓање поради бабрење и собирање <input type="checkbox"/> физичко-хемиско распаѓање <input checked="" type="checkbox"/> земјотрес <input type="checkbox"/> рушење на природна брана	<input type="checkbox"/> ископ на косината или ножицата <input type="checkbox"/> товарење на косината или челото <input type="checkbox"/> испуштање на резервоари <input type="checkbox"/> полнење на резервоари <input type="checkbox"/> наводнување <input type="checkbox"/> вид на посеви и методи на орање <input type="checkbox"/> несоодветно одржување на дренажни системи	<input type="checkbox"/> течење на вода од канализација <input type="checkbox"/> отстранување на вегетацијата <input checked="" type="checkbox"/> рударство (површ.) <input type="checkbox"/> рударство (подземн.) <input type="checkbox"/> одлагање на многу растресит материјал <input type="checkbox"/> вештачки вибрации <input type="checkbox"/> усекување-засекување, ископ во теренот			
Забелешка: X-предиспозиција, <input checked="" type="checkbox"/> предизвикувачки фактор						
Предвесници на нестабилноста						
<input checked="" type="checkbox"/> прснатини, пукнатини <input checked="" type="checkbox"/> локални вдлабинатини, микрорелефни форми <input type="checkbox"/> локални одрони <input type="checkbox"/> бабрење	<input type="checkbox"/> обратни градиенти <input type="checkbox"/> слегнување на теренот <input checked="" type="checkbox"/> пукнатини во објекти <input type="checkbox"/> шкрипење на објекти	<input type="checkbox"/> хаотично навалени дрва или столбови <input type="checkbox"/> појава на извори <input type="checkbox"/> згаснување на извори <input type="checkbox"/> згаснув. на водени токови	<input type="checkbox"/> пром. на издаш. на извори <input type="checkbox"/> пром. на н.п.в. во бунари <input type="checkbox"/> воден притисок во почвата <input type="checkbox"/> подземни звуци			
Штета						
						н.о. (не одредена)
<input type="checkbox"/> директна <input type="checkbox"/> штета на резер. за вода <input type="checkbox"/> блок. на воден тек <input type="checkbox"/> блок. и лом на брана фор. со свлеч. <input type="checkbox"/> лом на вештачка брана						
Луѓе <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> бр. на жртви	<input type="checkbox"/> бр. на повред.	<input type="checkbox"/> бр. на евакуир.	<input type="checkbox"/> бр. излож. на ризик		
Објекти <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> бр. приватни. 5	<input type="checkbox"/> бр. на јавни	<input type="checkbox"/> бр. прив. обј. под ризик	<input type="checkbox"/> бр. јавни обј. под ризик		
Чинење (денари)	Поседи	Активности	Вкупно			
Студии / истражувања		Мерки за санација				
Технички извештаи <input checked="" type="checkbox"/> извештаи за локацијата <input checked="" type="checkbox"/> геолошки извештаи		Земјани работи <input type="checkbox"/> планирање <input type="checkbox"/> растеретување <input checked="" type="checkbox"/> подпора <input type="checkbox"/> ограничување		Дренажа <input checked="" type="checkbox"/> површ. канали <input checked="" type="checkbox"/> дренажни ровови <input type="checkbox"/> дренажни бунари <input type="checkbox"/> суб-хор. дренажи <input type="checkbox"/> дренажни тунели		
Истражувања и мониторинг <input checked="" type="checkbox"/> геолошки дупнатини <input checked="" type="checkbox"/> геотех. лаб. испитувања <input checked="" type="checkbox"/> хидрогеол. истражувања <input checked="" type="checkbox"/> геоелектр. истражувања <input checked="" type="checkbox"/> површ. сеизм. истраж. <input type="checkbox"/> геоф. каротаж во дуп. <input type="checkbox"/> пенетрометар <input type="checkbox"/> пресиометар <input type="checkbox"/> крилна сонда		Потпора <input type="checkbox"/> габиони <input type="checkbox"/> сидови <input type="checkbox"/> прегради <input type="checkbox"/> колови <input type="checkbox"/> армир. земја		Заштита <input type="checkbox"/> мрежа <input type="checkbox"/> торкрет <input type="checkbox"/> насипи <input type="checkbox"/> ровови <input type="checkbox"/> конструкции		
		Намал. на штета <input type="checkbox"/> консол. на обј. <input type="checkbox"/> демолирање		<input type="checkbox"/> хидролошки зафати <input type="checkbox"/> затревување <input type="checkbox"/> засадување <input type="checkbox"/> селект. сечење <input type="checkbox"/> зас. врби, дрва <input type="checkbox"/> загати, брани <input type="checkbox"/> зашт. на реч. кор. <input type="checkbox"/> зајакнување <input type="checkbox"/> дрвени анкери <input type="checkbox"/> спојки, анкери <input type="checkbox"/> лепење <input type="checkbox"/> инектирање <input type="checkbox"/> микроколови <input type="checkbox"/> топл. хем. електр. третман		
Потрошени средства за досега изведени истраж. (денари) 500 000		Планирани средства за изведени истраж. (денари)		Вкупни средства за изведени истраж. (денари)		
Библиографија						
Автори	Год.	Наслов	списание/книга/извештај	издавач/тело	бр.	страна

Графичка презентација на нестабилна појава (геолошки и геотехнички карти и профили, истражни дупци.)



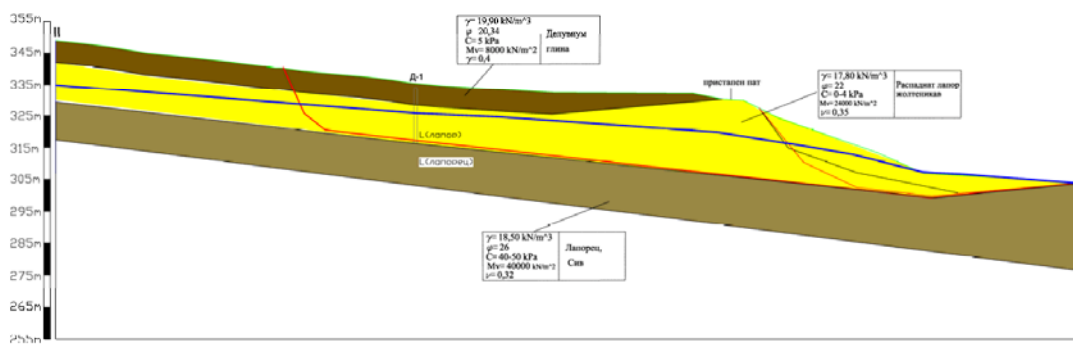
ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛИ НА ИСТРАЖНИ БУНАРИ
GEOTECHNICAL SECTION FOR EXPLORATION SHOVEL PIT

Објект: structure:	Страна: Country:	Сектор: Sector:	Страна: City:	Опис на материјалот Material description	Група Group
Истражен бунар: Exploration shovel pit: R-1				Кота на терен: 378 m Elevation peak: 378 m	Стационажа: Chainage:
0.20	0.20	Н	Прашина / Бит		
1.30	1.30		Делувиум: правожеста глина, нископластична Diluvium: clayey soil, low plasticity	Физ.-мех. параметри	
2.50	2.50		Миоцен: светлосива до црвеникава лапорец, изобилува со присуство на крукастиот кон во длабочина со зголемување Miocene: lightgrey to yellowish marlstone, with fractures closing with increase of the depth	Физ.-мех. параметри	
4.00	4.00				

ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛИ НА ИСТРАЖНИ БУНАРИ
GEOTECHNICAL SECTION FOR EXPLORATION SHOVEL PIT

Објект: structure:	Страна: Country:	Сектор: Sector:	Страна: City:	Опис на материјалот Material description	Група Group
Истражен бунар: Exploration shovel pit: R-3				Кота на терен: 333 m Elevation peak: 333 m	Стационажа: Chainage:
0.20	0.20	Н	Прашина / Бит		
3.80	3.80		Делувиум: тавно сива глина со присуство на зрна од песок Diluvium: dark grey clay with rare presence of sandy fraction	Физ.-мех. параметри	
4.00	4.00				

Опис на геотехничките параметри на карпестите маси кои се зафатени со процесот на свлекување



Детални информации за повредливост на инфраструктура и население

Во рамките на самиот локалитет се изградени 5 индивидуални станбени објекти со помошни простории. Објектите се фундирани во делувијалниот материјал кој во делот на објектите е со нешто поповолни геотехнички карактеристики. Објектите се фундирани на темелни плочи и темелни греди со просечна висина од 50-60 см со процент на армирање од 1-2%. Објектите се двокатни, а два од нив имаат подрумски простории. Просечна квадратура на секој од објектите изнесува околу 300м². Помошните објекти (лимени гаражи и простории за чување на огревно дрво) зафаќаат вкупно 100 м².

На околу 2000 м² се посадени лозови насади а на околу 400 м² разновидни градинарски култури.

Во рамките на локалитетот поминува главен цевковод за водоснабдување на население од 2000 жители во блиска населба.

Во рамките на локалитетот се фундирани вкупно 4 столба од електродистрибутивната мрежа до истата населба. Има изградено две улици со вкупна должина од 140 метри и просечна ширина од 3.5м.

Во индивидуалните станбени објекти постојано живеат 3 жители (во текот на денот се присутни 14 часа) а дополнително повремено живеат уште 5 жители кои се наоѓаат во истите во просек околу 2 часа дневно. Лугето се најчесто присутни во објектите во периодот од 17.00 до 07.00h.

Детален опис на претрпена штета и чинење на превземени истражни и санациони мерки

Во периодот од појава на свлекувањето па до 10.1.2012 на три од објектите се забележани надолжни пукнатини по ѕиданата исполна и мали деформации на лентовидните темели и попречни греди. Значителна деформација е забележана на еден потпорен ѕид, долг 30м, кој ротира во основата. Други штети на објектите не се забележани. Во еден од лозовите насади била присутна голема отворена пукнатина која сега е затворена (заполнета со локален материјал).

После изведените геотехнички истражувања, изготвен е проект за санација на свлечиштето.

Работите предвидени со ваквиот проект се реализирани. Изведен е ободен канал, дренажа во форма на рибина коска во пониските делови од теренот како и потпирање во ножицата. Детални информации за изведените санациони зафати, количини и распоред може да се најде во соодветниот проект.

Чинењето на превземените истражни мерки до 10.1.2012 изнесува 500 000 денари.

Чинењето на превземените санациони мерки до 10.1.2012 изнесува 10 000 000 денари.

**ПРИЛОГ БР.5 КАРТА НА ПАТНА ИНФРАСТРУКТУРА ВО ИСТРАЖНОТО
ПОДРАЧЈЕ**

ПРИЛОГ БР.6 РЕГИСТАР НА ПОВАЖНИ ПОИМИ

Активност на нестабилна појава: Степенот на развој на нестабилната појава. состојба пред лом е кога падината е во фаза на напрегање но во основа претставува целина; лом се карактеризира со формирање на континуална површина на прекин; состојба после лом која вклучува движење веднаш после ломот до моментот кога застанува; реактивација кога падината се поместува дволж една или повеќе претходно постоечки површини на прекин.

Банка на податоци од единечен настан: форма на банка на податоци која ги прикажува и содржи сите нестабилни појави кои се случиле како последица на единечен настан – земјотрес, интензивни или пролонгирани врнежи, топење на снег итн. Вообичаено се подготвува со систематска интерпретација на авиофотографии направени релативно скоро после самиот настан, поткрепени со теренски мерења и набљудувања

Веројатност: Мерка за степенот на точност. Оваа мерка има вредност помеѓу 0 (невозможно) и 1 (извесно).

Геоморфолошка банка на податоци: Форма на банка на податоци на нестабилни појави која ги сумира сите настани за период од десетици, стотици или многу илјади години. Вообичаено се подготвува со примена на систематска интерпретација на аеро-фотографии

Густина на нестабилни појави: Фреквенција или процент на област под нестабилни појави во било кој даден регион.

Детерминистички метод: Метод во кој прецизни-единечни вредности се користат за сите варијабли и влезни вредности, што дава единечна вредност како излезен резултат.

Деструктивност, интензитет на свлекување: Можност во поглед на силата на нестабилна појава да предизвика штета. Се изразува и како магнитуда на нестабилна појава најчесто преку волуменот или брзината на придвижување.

Директни и индиректни економски загуби: Оние загуби за кои постои можност да им се даде монетарна вредност поради појстоене на пазарот, со сите други загуби класифицирани како нематеријални. Директните економски загуби произлегуваат во принцип од физичкиот импакт на нестабилната појава на имотот, зградите, конструкциите, услугите и инфраструктурата. Индиректните економски загуби се оние кои последователно произлегуваат како последица од деструкцијата и штетата предизвикана од примарниот hazard (т.е. самата нестабилна појава), секундарните hazard или пратечките hazard.

Единица за картирање: Дел од теренот кој содржи група на состојби кои се разликуваат од соседните единици во рамките на дефинирани граници.

Елементи изложени на ризик: Популацијата, имотот, зградите и инженерските активности, економските активности, јавните услуги, артефактите, друг ценет posed, инфраструктура и елементи на околината во било која област а кои се ценат како вредни од луѓето, изложени на ризик во дадена област.

Зонирање на подложноста/hazardот од нестабилни појави: Поделба на теренот во хомогени области или домени и нивно рангирање според актуелниот или потенцијален степен на подложност или hazard од нестабилни појави.

Историска банка на податоци: Форма на банка на податоци за нестабилни појави во која се содржат локациите или областите во кои се знае за случени појави од литературата, библиографијата и архивски извори.

Имот и добра: Синоними за елементите изложени на ризик

Картографија на нестабилни појави: Наука за подготовка на карти и модели на нестабилни појави. Збир на теории, модели, методи и техники за добивање, анализа и генерирање на релевантни информации за нестабилни појави, и истите да се пренесат на крајните корисници.

Карта на густина: Карта на која е прикажана густината на нестабилните појави, и која претставува мерка за распоредот на истите.

Катастрофа, непогода: Сериозно нарушување функционирањето на заедницата или општеството со предизвикување на широко распространети човечки, материјални, економски загуби и загуби кои ги трпи животната средина, а кои ги надминуваат можностите на погодената заедница или општество да се справи со истите користејќи ги само своите сопствени ресурси.

Катастарска карта на нестабилни појави: Наједноставната форма на карта на нестабилни појави. Ја прикажува локацијата, и онаму каде е познато, видот на нестабилна појава која оставила забележливи траги во одредена област.

Катастарски карти од повеќе времески периоди: Ја покажува локацијата и видовите на нестабилни појави во една област, ја отсликува нивната еволуција во време и простор. Вообичаено се подготвува преку систематска интерпретација на аеро фотографии од различни периоди, теренски набљудувања, и информации за појавата на историски настани, добиени со пребарување на архиви и библиографски извори

Карта на подложност: Карта на која се прикажува каде е можно да се појават на нестабилности на теренот, т.е. приказ на неговата подложност кон нестабилни појави.

Модел на hazard од нестабилни појави: Модел и пратечки карти кои го прикажуваат hazardот од нестабилни појави.

Мрежа на келии: Поделба на територијата во регуларни квадрати со претходно дефинирана големина. Се користи во растер-базирани ГИС системи.

Нестабилна појава, свлечиште: Движење на маса од карпи, дробина, почва или течен материјал долж пониските делови на една падина или косина

Опасност: Најчесто природен феномен што може да доведе до појава на штети, опишан во смисол на неговата геометрија, физичко-механички и други карактеристики. Опасноста може да биде постоечка или потенцијална. Закана е синоним за опасност.

Прифатлив ризик: Ризик кој за целите на живеење или работата, институциите се подготвени да го прифатат „каков што е“, и за кој не е потребна контрола

Проценка: Опис на тоа што се случило и што се наоѓа таму, колку од истото и по можност како дошло таму и како, или пак за тоа што ќе се случи, во колкава мера и како

Пробабилитички метод: Метод во кој се користат променливи вредности за сите варијабли и влезни параметри, што дава дијапазон на вредности како излезен резултат.

Протокол за нестабилни појави: група на регулациски мерки кои ги поврзуваат теренските единици од картите на катастар, густина и подложност на нестабилни појави, со соодветни правила при користењето или планирањето на користење земјиштето.

Повеќекратен ризик: Ризик на повеќе од еден елементи изложени на ризик од единечен настан на опасна нестабилна појава, или изложеност на еден елемент на ризик на повеќе од една опасна нестабилна појава

Природен hazard: Hazard кој произлегува од потенцијално разрушувачки природен настан или процес како што е земјотрес, поплава, вулканска ерупција, ток на лава, снежна лавина, ураган, поместување на земјиштето и др.

Последици: Ефектите врз добробитието на луѓето, имотот, животната средина, инфраструктурата и другите работи од вредност, или комбинација од истите.

Подложност: Веројатност за појава на нестабилност во одредена област врз основа на локалните теренски услови и сосотојби

Повредливост: Потенцијал за претрпување на штета, загуба од човечка перспектива. Може да биде претставен со нивото на потенцијална штета, или степен на загуба, на одреден имот изразено на скала од 0 до 1, доколку се изложени на несакан настан со даден интензитет.

Проценка на ризик: Процес со кој се анализира, проценува и пресметува ризикот.

Ризик: Математички се изразува како продукт од веројатноста за појава и веројатноста од последиците

Теренска единица за картирање: Вид на поделба на теренот врз основа на обсервацијата дека во природните средини, врска помеѓу материјалите, формите и процесите резултираат во границите кои ги рефлектираат геоморфолошките и геолошките разлики

Топографска единица: Векторски базирана поделба на теренот добиена со поделба на сливно подрачје или единечна падина во елементи со регуларна големина и форма

Фреквенција: Мерка на веројатноста изразена како број на појави на одреден настан за даден период на време.

Hazard. Ситуација која во одредени услови може да донесе штета од човечка перспектива. За да постои hazard треба да настануваат ситуации или услови каде ценетите човечките системи се загорезени.

Хазард од нестабилни појави: Варојатност за случување на нестабилна појава со одредена големина, во одреден период и во рамките на дадена област.

Целосност, Комплетност: Степенот до кој банката на податоци ги содржи сите случени појави на нестабилности во одредена област, за време на еден настан или за одреден временски период.

Штета (Очекувана штета): Очекувани загуби, во парични средства или на друг начин, на одреден елемент изложен на ризик, поради случување на нестабилна појава