



**Проф. д-р Милорад Јовановски**

Градежен факултет - Скопје  
jovanovski@gf.ukim.edu.mk



**Проф. д-р Игор Пешевски**

Градежен факултет - Скопје  
pesevski@gf.ukim.edu.mk



**дипл.град.инж. Ване Трајановски**

ЈП за државни патишта  
vanet@roads.org.mk

## ВЛИЈАНИЈА НА ПРИРОДНИ И ТЕХНОГЕНИ ХАЗАРДИ ВРЗ ПАТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА И ЕЛЕМЕНТИ ОД СТРАТЕГИЈА ЗА УПРАВУВАЊЕ СО РИЗИЦИ

### Апстракт

Природните и техногените хазарди предизвикуваат во светот на годишно ниво различни штети во висина од над 40 милијарди американски долари. Меѓу нив најчести се поплавите и свлечиштата. Со цел да се подобри управувањето со нив, подготвени се голем број на студии кои се посветени на различни аспекти за квантитативни и квантитативни пристапи за проценка на ризиците на глобално и национално ниво. За да се потенцира нивното влијание врз македонската патна инфраструктура, во рамките на овој труд се претставени неколку примери на влијанија од поплави и свлечишта на магистралните македонски патишта. Приказот е главно врз основа на лични искуства на авторите. Веруваме, дека овие наоди може да дадат придонес кон подобрување на легислативата со цел да се помогне кон развој на стратегија за управување со ризиците од поплави и свлечишта на национално ниво.

### Клучни зборови

Поплави, свлечишта, патна инфраструктура, управување со ризици, легиспатива.

### Abstract

Natural and man-made hazards are causing in average yearly damage of more than 40 billion US dollars worldwide. Among them, landslides and floods are the most frequent. In order to improve management of such hazards, many studies focus on the different topics related to qualitative and quantitative flood and landslide risk assessment from global to national scales. With aim to underline again the importance of these hazards for Macedonian road infrastructure, here we are presenting some analyses, connected with influences of floods and landslides to the Macedonian trunk road network. The analyses are mainly based on own experiences for several case histories in the country. Authors believe that these findings can help in improvement of legislative in line with the flood and landslide risk management strategies to be developed on national scale.

### Key words

Flood, landslides, road infrastructure, risk management, legislation.

## INFLUENCES OF NATURAL AND MAN - MADE HAZARDS ON ROAD NETWORK AND ELEMENTS OF RISK MANAGEMENT STRATEGY

## 1. ВОВЕД

Општо е познато дека условите за рационално и успешно проектирање на инфраструктурните објекти, како и нивната експлоатација и одржување многу зависат од влијанијата на различните геохазарди. Понеѓу нив, како најзначајни се сметаат влијанијата од свлечиштата и поплавите, бидејќи на годишно ниво во светски рамки од нив се предизвикуваат штети изразени во суми од над 40 милијарди американски долари или еквивалент на над 40 000 човечки животи [1].

Ваквите феномени како и секаде, имаат големо значење и кај нас. Уште повеќе, како резултат на сложените геолошко-тектонски, геоморфолошки, климатски и останати прилики, делови од територијата на Р.Македонија спаѓаат во категорија на терени со природни predispozicii за развој на нестабилности. Досега се регистрирани голем број на поплави и преку 300 појави на свлечишта кои на посреден или непосреден начин ја загрозиле инфраструктурата во земјата. Притоа, нанесени се 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, загрозување на цели населени места итн. Во некои случаи дошло и до загуба на човечки животи.

Карактеристично е што во моментов, директно или индиректно, на одреден степен на ризик се изложени и поголем број патни правци од магистралната патна мрежа со чести прекини и пренасочувања на сообраќајот. Економските загуби од овие несакани настани кај нас се мерат во десетици милиони евра на годишно ниво. Поради итноста, во вакви случаи се појавуваат и дополнителни трошоци поради неопходноста за итно проектирање и изведба на обемни санациони зафати, односно изведба на потпорни конструкции, анкерни конструкции, поставување на заштитни мрежи, дренажни системи и други санациони мерки. Постојаниот и неопходен мониторинг на нестабилните појави исто така носи „трајни“ трошоци.

Во овој контекст, покрај приказот на влијанијата на овие хазарди врз инфраструктурата, една од целите на овој труд е да се дадат и насоки за решавање на овие аспекти, покрај другото и со одредени пре-

длози за подобрување на легислативата и развој на стратегија за управување со ризиците од поплави и свлечишта на национално ниво.

## 2. ПРЕГЛЕД НА ДОСТИГНУВАЊА ВО ОБЛАСТА НА ВЛИЈАНИЈА НА ПРИРОДНИ И ТЕХНОГЕНИ ХАЗАРДИ ВРЗ ИНФРАСТРУКТУРАТА

Имајќи го предвид значењето на овој проблем, во светски рамки и на национално ниво се подготвени голем број на трудови, проекти на континентално или национално ниво, конференции и друго. Конкретно, за проблематиката која ја третира овој труд значајни се трудови за класификацијата и дефинирањето на типовите на свлечишта, лабораториско и теренско испитување на карпестите и почвените материјали, 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. Детали за тоа може да се најдат кај Пешевски, 2015 [12]. Затоа, во рамките на овој труд ќе бидат наведени само некои позначајни трудови.

На пример, поврзано со класификацијата на свлечиштата постојат преку 200 различни класификации но како актуелни се класификациите на Varnes D.J. (1978); IAEГ (1990); Cruden D.M. (1991), Hungr O. и др. (2014) и други [12].

Концептите за определување на стабилноста на падините и косините и мерки за стабилизација се 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). 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 Hervás H. ([12]. За подготовката на карти и катастар на нестабилни појави во моментов

се најактуелни податоци на Eeckhaut M.V.D и Hervas H. (2012); Guzzetti F. et al. (2012) [12]. Во поглед на проценката и зонирањето на hazardот и ризикот од свлекување особено важни се сметаат трудовите на Varnes D.J. (1984); Westen Van C.J. (2004); Cascini L. et al. (2005); AGS (2007); Fell R. et al. (2008); Gokceoglu, C., и Sezer, E., (2009), и др. [2].

Значајно е да се истакне, дека на светско 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 Мегународниот Конзорциум за свлечишта-ICL.

Кај нас, во минатото, подготвени се неколку методологии и програми кои ги анализираат некои од наведените аспекти. 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 неа се нанесени сите забележани свлечишта. 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. Детали може да се пронајдат во референците [8], [9], [10], [11], [12].

Од поновите трудови на интернационално и национално ниво се значајни следните проекти [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].:

- SafeLand
- Horizon 2020 Transport Advisory Group – TAG;
- FEHRL Vision 2025 for Road Transport in Europe;
- Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015-2030);
- UNDP- implemented EU Recovery Program to support Macedonia recovery efforts after 2015-floods;
- Програма на Европската Унија за надминување на последиците од поплави реконструкција и рехабилитација на транспортна и водостопанска инфраструктура после поплавите во 2015 год;
- Техничка помош за проектирање на отпорни конструкции на климатски влијанија, Прирачник за потреби на Јавното Претпријатие за државни патишта во Македонија (201) 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. 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 hazard и дава препораки за понатамошни активности на ова поле за земјите членки на Европската унија [2].

Во овој контекст, а имајќи го предвид значењето на овој проблем, во рамките на овој труд, се претставени некои примери на драстични влијанија од поплави и свлечишта на македонските патишта [9], [10], [11], [12]. Анализите се прикажани главно врз основа на искуства на авторите, а се и во контекст на препораките од Студија која се однесува на изработка на т.н. „климатски“ отпорни конструкции. Оваа Студија е подготвена за потребите на Јавното Претпријатие за Државни Патишта – ЈПДП [8]. Една од целите на оваа Студија е, покрај другото, да се изврши и интегрирање на податоците за свлечиштата, поплавите и другите hazardи во т.н. RAMS системот (анг. Road Asset Management System) кој се воведува за целите на управување со патиштата кои се под инженерска на ЈПДП. Друга намена на Студијата е да се обезбедат сеопфатни препораки до сите инволвирани во проектирањето на патната инфраструктура кај нас, за да ги земат во предвид во проектите и очекуваните ефекти од климатските промени.

Добро е да се споменат и неколку значајни конференции кои се посебно посветени на проблемот на влијание на природните и техногените hazardи. Овде може да се споменат само неколку како на пример: 16<sup>th</sup> European Danube Geotechnical conference: “Geotechnical hazard and risks, experiences and practices”, одржана во Република Македонија во Јуни 2018 [1], “Seventh International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation” во Golden, Колорадо 2019, Resylab 4 – Сараево 2019 и многу други.

### 3. ОСНОВИ НА МЕТОДОЛОГИИ ЗА ПРОЦЕНКИ НА ХАЗАРДИ И РИЗИЦИ ОД ПРИРОДНИ И ТЕХНОГЕНИ ХАЗАРДИ ВРЗ ИНФРАСТРУКТУРАТА

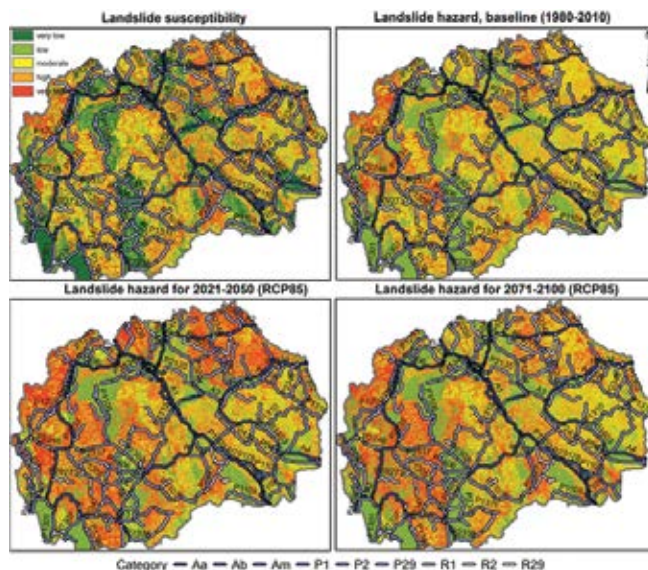
Во светската практика, општо е познато дека секоја анализа за справување со природните и техногените хазрди треба да се заснова на анализа на подложноста, хазардот и дефинирање на ризикот од нивната појава.

Зонирање на подложноста од свлекување ја опфаќа класификацијата, големината (волуменот) и просторниот распоред на постојните и потенцијалните свлечишта во една област. Зонирањето на подложноста вообичаено подразбира формирање на 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. Зонирањето на хазардот од свлекување може да се изведе ако се земат во предвид резултатите од картирањето на подложноста и ако се даде 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.

Зонирањето на ризикот од свлекување може да се изведе со земање во предвид на резултатите од картирањето на хазардот, 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 загрозеност на животната околина.

Со цел да се илустрира генерално суштината на претходните ставови, на следните слики се прикажани неколку понови картографски примери за дефинирање на подложноста, хазардите и ризици од свлекување изработени покрај другото и за потребите на ЈПДП. Некои од овие карти се прилагодени за различни сценарија на интензивни врнежи согласно на некои прогнози за климатските сценарија развиени во светот [8]. Во принцип се применува следниот редослед на анализа (Слика 1):

1. Дефинирање на подложноста на свлекување
2. Дефинирање на основно ниво на хазард
3. Дефинирање на проектиран хазард за одреден период



Слика 1. Приказ на модели за дефинирање на подложност и хазард од свлекување за одредени периоди на македонската патна инфраструктура [8]

Суштината на подготовка на ваквите модели за прогноза на хазардот (LH) е покрај влијанијата на литолошката градба (L), наклонот на косините (S), земјениот покривач на падините (LC) и влијанието на земјотреси (E), да се дефинира и ефектот од врнежите (R) со промена на нивното влијание засновано на одредени климатски сценарија и воведување на фактор на влијание од врнежи (RF). Овој фактор се нормализира со вредност од 0 – 1. За одредени сценарија за периоди од 2021-2050 и 2071- 2100, користејќи го најлошото сценарио за климатски промени за емисија на гасови RCP85, добиени се следните формули:

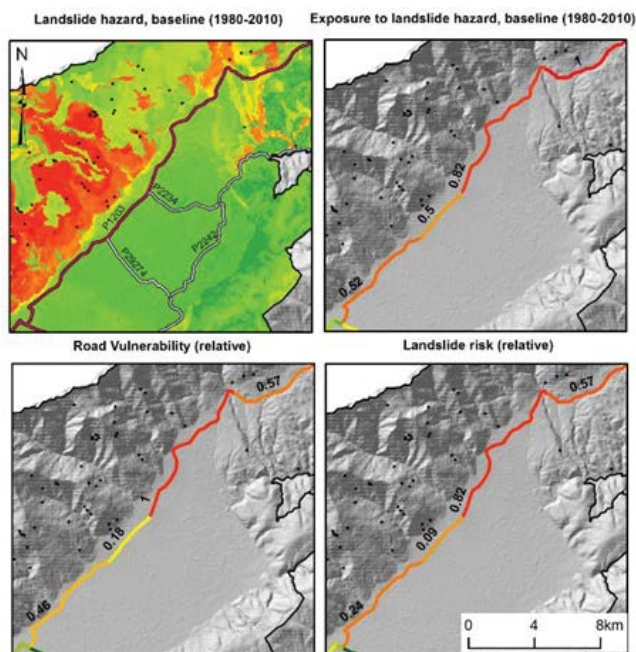
$$LH = 0.3 \times L + 0.175 \times (S + LC + E_{100 \text{ години п.период}} + R) \quad (1)$$

За сценарија на врнежи усвоени се следните фактори: RF1 = 90<sup>th</sup> перцентили од дожд x очекувана годишна сума за 2021-2050 и RF2 = 90<sup>th</sup> перцентили од дожд x очекувана годишна сума 2071-2100. Така, прогнозата за хазард од свлекување се врши по следните формули:

$$LH1 = 0.3 \times L + 0.175 \times (S + LCr + E_{100} + (1+RF1) \times R) \quad (2)$$

$$LH2 = 0.3 \times L + 0.175 \times (S + LC + E_{100} + (1+RF2) \times R) \quad (3)$$

Еден пример за прогноза на хазарди, повредливост и ризици на патиштата во зона на Полошкиот регион се прикажани на Слика 2.



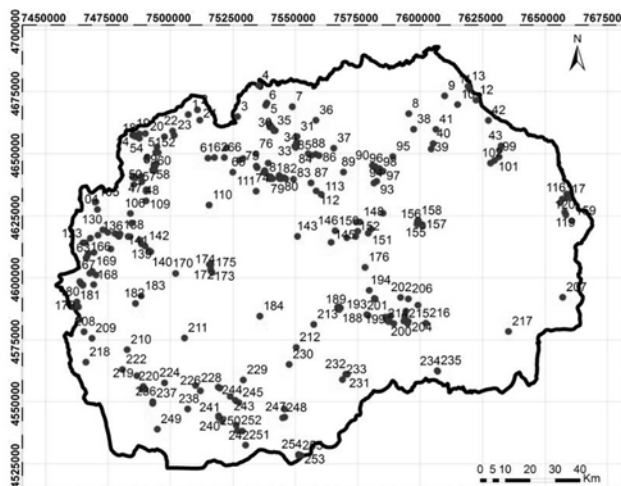
Слика 2. Приказ на модели за дефинирање на подложност и хазард од свлекување, повредливост на патот и ризик од свлечишта за одредени периоди на дел од патна инфраструктура во Полошкиот регион [8]

Секако дека овие модели може да биде предмет за дискусија и евентуални промени, бидејќи дел од влезните фактори не се докрај предвидливи, но секако дека може да бидат од помош за дефинирање на сегашната состојба на инфраструктурата и одредени прогнози кои би помогнале за справување со ризиците во иднина. За успешна реализација на овој аспект секако дека е потребна и генерална државна стратегија за управување.

#### 4. НЕКОИ ПРИМЕРИ ЗА ОШТЕТУВАЊЕ НА ИНФРАСТРУКТУРАТА

Секоја година свлечиштата и поплавите 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. Со цел да се стекне впечаток каде се регистрирани најголем број на свлечишта кај нас, на слика 3 е прикажана катастарска карта на нестабилни појави.



Слика 3. Катастар на појавени свлечишта на територијата на Р.Македонија [12]

Статистиката покажува дека околу 70% од свлечиштата настанале како резултат на влијанија на интензивни или пролонгирани врнежи, кои пак се причинители за појава на поплави.

Вообичаен период на појава на поплави во државата е ноември - јануари а се предизвикани од излевање на поголемите реки Вардар, Црна Река, Треска, Струмица и Брегалница. За илустрација на некои од ефектите, ќе се спомене, дека поплавите во 2004 година погодија 26 општини со проценета штета од околу 15 милиони евра. Поплавите од јануари и февруари 2015 година погодија 43 од 80 општини во Република Македонија (Могила, Зрновци, Петровец, Новаци, Босилево, Демир Капија, Струмица, Винаца, Радовиш, Битола). Од тоа се предизвикани големи штети на патиштата, мостовите, пропустите, каналите и системите за наводнување, индустриските капацитети, училишта и индивидуални живеалишта. Поплавите од 3 август 2015 година, и предизвиканите свлечишта од нив во северозападниот регион Полог, предизвикаа загуба на 6 животи и многу штети на општинската и државната инфраструктура. Вкупните штети од овие поплави се проценуваат на 21,5 милиони евра. Многу

е индикативна појавата на интензивни врнежи во ноќта помеѓу 6 и 7 август 2016 година, од кои страдаше Северната обиколница на град Скопје, предизвикувајќи трагична загуба од 23 животи и проценета штета од над 30 милиони евра. Според службени податоци на Хидрометеоролошкиот завод, врнежи од 92,9 мм/м<sup>2</sup> паднаа за само неколку часа, што се смета за настан со повратен период од 1000 години.

Ако се земат предвид овие бројки, според податоци на Центар за истражување на катастрофи – CRED, во тек на 2015 и 2016, Македонија е меѓу 10 земји кои се најзагрозени од влијанија на поплави и свлечишта. На пример, според претрпени економски штети или по смртност нашата земја зазема 6-то место според смртност во 2016 (1.06/100.000), потоа 3-то според претрпени штети во 2016 (0.55% од БДП) и 8-мо според штети во 2015 (0.85% од БДП).

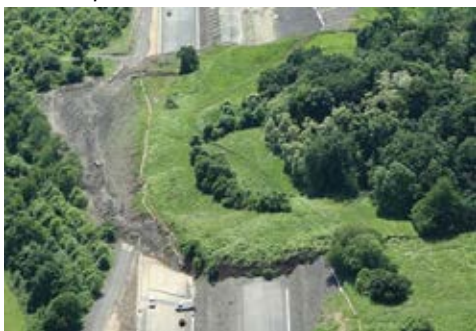
За илустрација на штетите кои настануваат како резултат на појавата на свлечишта и полави, на наредните фотографии (Слика 4 и Слика 5). Фотографиите се превземени од личната архива на авторите, колеги од струката и интернет страници на дневни весници.



В) Свлечиште на магистрален пати Бишола-Ресен (2010 год.)



Г) Комплексно деформирање на коловоз на северна обиколницана град Скопје при поплава во 2016 година



А) Свлечиште појавено на новоизведениот автопат D8 во Република Чешка [1].



Д) Лавина од снег и земја на пати Маврово-Дебар (2010 год.)



Б) Свлечиште и целосна ерозија на пати предизвикано од поплава во Република Чешка [1]



Ѓ) Одрон на патиен правец Кочани-Штипи (2013 год.)

Слика 4. Некои примери на влијанија на појавени свлечишта и поплави врз патната инфраструктура



А) Појава на дробински нанос на пат Шипковица – Бродец во 2013



Б) Свлечиште на обиколница на Бишола во 2013



В) Појава на свлечиште на пат Ресен - Граница со Грција, место Маркова Нога) 2017



Г) Одрон на пат Велес Градско во 2013

Слика 5. Некои примери на влијанија на појавени свлечишта и одрони врз инфраструктурата [архива на авторите]

Со цел да се согледаат големините на трошоците кои треба да се потрошат за санација на некои од прикажаните случаи, во табелата 1 се прикажани

некои податоци според проектантски предмери или веќе реализирани санации.

Табела 1. Некои примери за трошоци за санација на свлечишта и одрони (извор-проектна документација)

Локација	Трошоци за санација (EUR)
<b>Пат R-2433, Ресен - Граница, место Маркова нога</b>	1.700.000,00
<b>Велес, пат R-1102, km 49+300</b>	894.000,00
<b>Кратово, пат R-1205, km 18+125</b>	305.000,00
<b>Кратово, пат R-1205, km 18+165</b>	850.000,00
<b>Пат за ски центар Кожуф R -1105, седум свлечишта</b>	3.500.000,00
<b>Обиколница на град Битола</b>	600.000,00

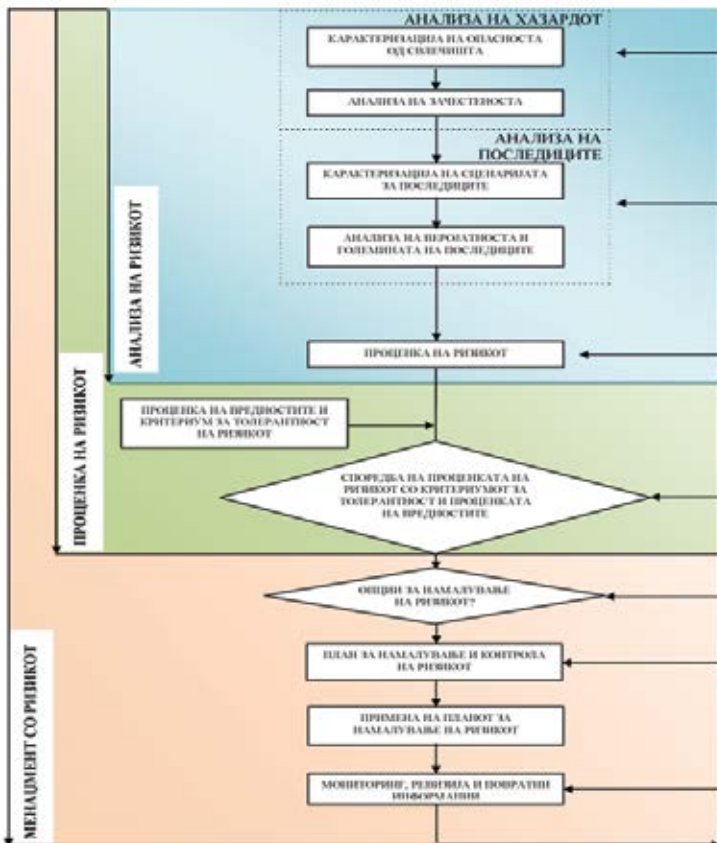
Сето ова е доволен аларм, во скоро иднина да се донесе одредена интегрирана Стратегија за менаџирање со ризици од хазардите на опкружу-

вањето, со цел голем дел од проблемите да се превенираат, а не да се делува после случена катастрофа.

## 5. ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ВО СТРАТЕГИЈА ЗА УПРАВУВАЊЕ СО РИЗИЦИ

Треба да се истакне, дека во светот 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, но како погодна се смета шема за менаџирање на ризикот прикажана на Слика 6.



Слика 6. Генерална шема за менаџирање на ризикот од свлечишта според Fell R. et al. Engineering Geology, вол. 102, (12)

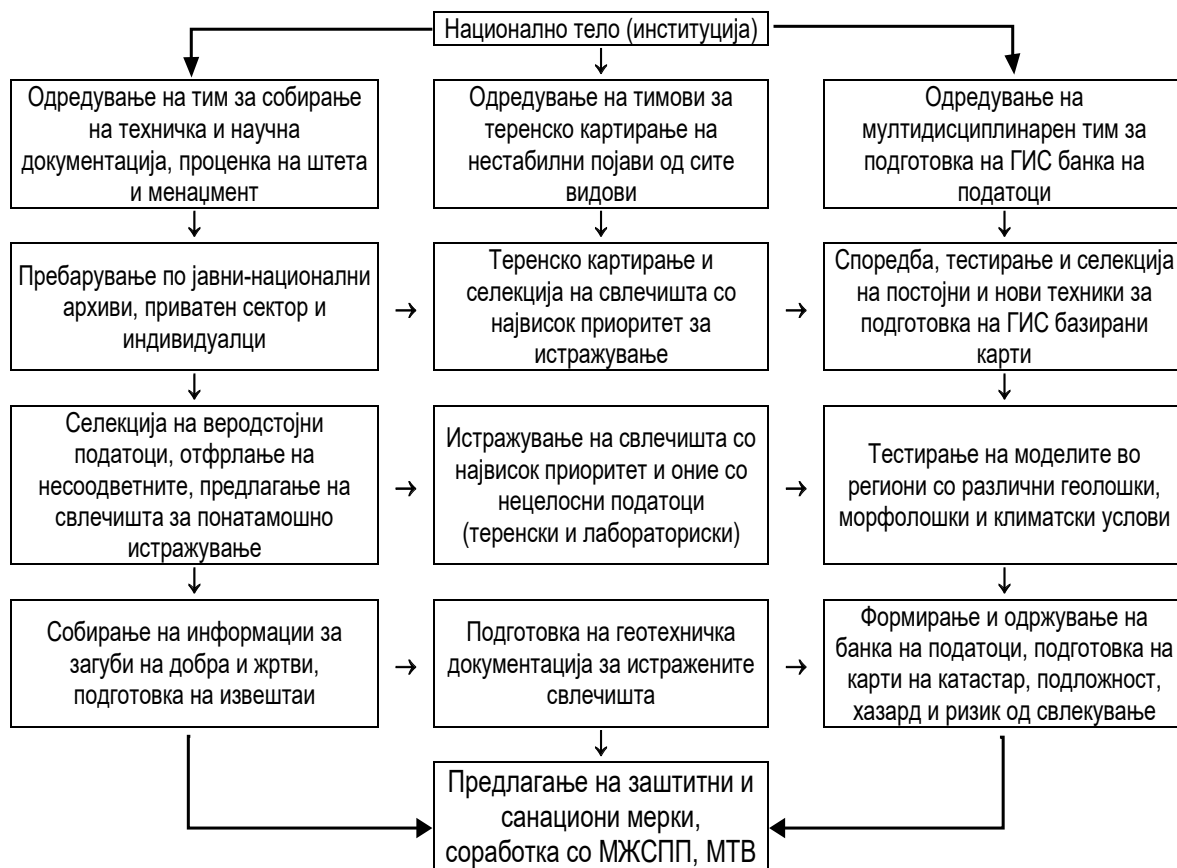
Презентер на трудот  
Проф. д-р Милорад Јовановски





Квалитетот на податоците кои се внесуваат при процената на hazardот и ризикот од свлекување е од основно значење за веродостојноста на резултатите. Квалитетните податоци овозможуваат подготовка на прецизни модели на hazardот и ризикот, што е основа за донесување на правилни одлуки во поглед на планирањето на просторот и развојот на инфраструктурата на земјата. Оттука на Слика

7 е прикажана генерална 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 банка на податоци и подготовка на карти за hazard и ризик од свлекување.



Слика 7. Стратешки план за формирање на банка на податоци за свлечишта во Р.Македонија

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. Ваквата поставеност побарува идноста промени во Законската

регулатива, посебно Законот за градење и Законот за јавни набавки, каде справувањето со природни катастрофи е многу малку опфатено, а самата легислатива за вакви случаи е често и лимитирачки фактор за надминување на последиците, ако веќе се појави некој предизвик.

**ЗАКЛУЧОК:**

Од реализираниот труд и сите спроведени анализи, произлегува дека на ова научно и практично поле има доста активности кои допрва

треба да се испланираат и реализираат, оттука приоритетни чекори би биле: прилагодување на легислативата согласно на позитивни искуства од светот за да се овозможи успешно справување со ризици од природни и вештачки предизвикани хазарди; дефинирање на изготвувач и носител на предложената ГИС банка на податоци, селекција на соодветни методи за проценка на подложност/хазард и ризик од свлекување на теренот по примерот на последната Студија изработена за потребите на ЈПДП, подготовка на зонални карти на хазард и ризик и нивно вклучување во законската регулатива која се однесува на градењето и заштитата на животната, подготовка на препораки за граѓаните и градежните компани 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 и др. Сите наведени активности може да се изведуваат на Државно ниво, или пак за одредени приоритетни региони.

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., но пред се е потребна државна помош и координирање на поголем број институции кои на еден или друг начин имаат допирни точки со овие проблеми.

## КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТИРА:

- [1] Vanicek I, Jirasco D., Vanicek M.: Interaction of transport infrastructure with natural hazards (landslides, rock falls, floods) Geotechnical hazards and risks, experiences and practices Proceedings of the 16<sup>th</sup> Danube – European Conference on Geotechnical Engineering, 7-9 June 2018, Skopje, Republic of Macedonia
- [2] Van Den Eeckhaut M., Hervás J., Safe Land, Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies 7th Framework Program Cooperation Theme 6 Environment (including climate change), Sub-Activity 6.1.3 Natural Hazards, 2011
- [3] ECTP reFINE (2012): Research for Infrastructure Network in Europe initiative – Building up Infrastructure Network of a Sustainable Europe - Strategic targets and expected impacts – ECTP, Retrieved from [www.ectp.org](http://www.ectp.org), 2012
- [4] ELGIP position paper (2016): Geotechnical risk reduction for transport infrastructure. Presentation for ECCREDI, Jan. 21st, 2016, Bruxelles.
- [5] FEHRL Vision 2025 for Road Transport in Europe - <http://www.fehrl.org/>.
- [6] Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015-2030), UN Office for Disaster Risk Reduction
- [7] Build Back Better Manual: Roadmap towards resilient transport and water infrastructure (2018) EU Flood Recovery Programme, UNDP
- [8] Abolmasov B., Pesevski I., White J., Reeves J., Panov A., Technical assistance preparation of climate resilience design Guidelines for the Public Enterprise for State Roads in Macedonia, DRAFT Climate Resilience Design Guidelines, 2019 (personal communications)
- [9] Jovanovski M., Milevski I., Papic J., Pesevski I., Markovski B.: Landslides in Republic of Macedonia triggered by extreme event in 2010, D. Lochy (ed.), Chapter 17, Geomorphological impacts of extreme weather: Case studies from Central and eastern Europe, Springer Geography, DOI 10.1007/978-94-007-6301-2\_17, Springer Science + Business Media, Dordrech 2013, ISBN 978-94-007-6300-5. pp.265-279.
- [10] Јовановски М., Проектна програма за изработка на Студија за дефинирање на свлечишта и одрони на магистралните и регионалните патишта во Република Македонија со разработка на идејни решенија за санација (програма изработена за потребите на Јавно претпријатие за држави патишта), Градежен факултет, Скопје, 2010.
- [11] Peshevski I., Jovanovski M., Markoski B., Petrusseva S., Susinov B. (2013) Landslide inventory map of the Republic of Macedonia, statistics and description of main historical landslide events, Landslide and flood hazard assessment, Proceedings of the Regional Symposium on Landslides in the Adriatic-Balkan Region. 6-9 march, 2013, Zagreb, Croatia. pp 207-212
- [12] Peshevski I. (2015) Landslide susceptibility modeling using GIS technology, PhD Thesis, Faculty of Civil Engineering – Skopje