

# ГОДИШЊИ ИЗВЕШТАЈ МОНИТОРИНГА ТАШМАЈДАНСКОГ СПРУДА



Београд, 2024

## САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПРЕГЛЕД АКТИВНОСТИ ЗА 2024. ГОДИНУ.....	3
3. ПЛАНИРАНИ МОНИТОРИНГ ЗА 2025. ГОДИНУ.....	11
3.1. Научно истраживачки рад.....	12
3.2. Предлог методологије за експериментално испитивање.....	12
3.3. Могућност примене фотограметријских процедура за мониторинг.....	13
4. ПРЕДЛОГ ДОДАТНИХ КОРАКА ЗА ОДРЖАВАЊЕ И УНАПРЕЂЕЊЕ.....	15
5. ЗАКЉУЧАК.....	17
СПИСАК ПРИЛОГА.....	19

# 1. УВОД

Миоценски спруд „Ташмајдан” представља природни феномен геолошког карактера и један је од најзначајнијих геолошких споменика природе у Београду. Ова формација настала је у периоду миоцена и значајна је због своје старости, структуре и присуства бројних фосилних остатака.

Као природна реткос Споменик природе - Миоценски спруд „Ташмајдан” заштићен је Решењем о стављању под заштиту државе, који је 1968. године донела Скупштина општине Палилула у Београду на основу тада важећег Закона о заштити природе („Службени гласник СРС”, бр. 24/65) и Уредбе о оснивању Републичког завода за заштиту природе („Службени гласник НРС”, бр.19/62). Овај акт је усвојен на предлог Републичког завода за заштиту природе и Савета за образовање, културу и физичку културу општине Палилула.

Према Закону о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010 и 91/2010-исправка), члан 31, споменик природе дефинисан је као: „Споменик природе је мања неизмењена или делимично измењена природна просторна целина, објекат или појава, физички јасно изражен, препознатљив и/или јединствен, репрезентативних геоморфолошких, геолошких, хидрографских, ботаничких и/или других обележја, као и људским радом формирана ботаничка вредност од научног, естетског, културног или образовног значаја. Споменик природе може бити геолошки (историјскогеолошко-стратиграфски, палеонтолошки, седиментолошки, минералошки, структурногеолошки, хидрогеолошки и други), геоморфолошки, спелеолошки (пећина, јама и друго), хидролошки (цео или део водотока, слап, језеро, тресава и друго)...“. У категорију споменика природе убраја се и Миоценског спруда „Ташмајдан”, који обухвата геолошке и палеонтолошке вредности важне за проучавање геолошке историје Србије и ширег региона Балкана.

Природна стабилност миоценског спруда на подручју изградње стадиона Ташмајдан значајно је нарушена током извођења грађевинских радова. Радови су укључивали различите процесе усецања и подсецања стенског одсека, што је резултирало ослобађањем унутрашњих напона и поремећајем природне равнотеже стене.

Уз ове физичке промене, додатни фактори доприносе дестабилизацији: изложеност инсулацији, као и хемијским и механичким утицајима површинских и подземних вода,

играју кључну улогу. Такође, присуство вегетације може довести до даљих структуралних слабости, како корени биљака продиру и шире се кроз пукотине у стени.

Ови спољни агенси убрзано поспешују процесе површинског распадања стене. Као резултат, долази до смањења њене примарне чврстоће и отпорности на даља оштећења. Оштећења узрокована овим процесима додатно погоршавају природну стабилност стеновитог одсека, захтевајући предузимање мера за обезбеђивање дугорочне сигурности и очувања структуралне целовитости косина.

Разумевање и процена оваквих геолошких промена су кључни за планирање ефективних инжењерских решења која би стабилизовала подручје и смањила ризик од потенцијалних одрона или других облика геолошких нестабилности.

С обзиром на евидентну угроженост Миоценског спруда, неопходно је успоставити перманентни мониторинг како би се благовремено реаговало на претње и очувала стабилност овог значајног геолошког споменика природе. Мониторинг овог заштићеног подручја започет је 2022. године с циљем идентификације главних фактора ризика који утичу на стабилност стенског одсека, као и формулисања хитних и превентивних мера за очување споменика природе Миоценски спруд „Ташмајдан”.

Поред тога, започет је развој методологије за научно-истраживачки рад у оквиру овог подручја, чиме су постављени темељи за дугорочни мониторинг и успостављене основне смернице за очување спруда. Уједно, развијају се и идеје за популаризацију овог геолошког локалитета, с циљем подизања свести о његовом значају и доприносу научној и културној баштини Србије.

## 2. ПРЕГЛЕД АКТИВНОСТИ ЗА 2024. ГОДИНУ

Мониторинг је од суштинског значаја у процесу заштите и конзервације геолошких локалитета. Редовна рекогносцирања и систематска опсервација омогућавају рано уочавање промена и потенцијалних процеса који могу угрозити стабилност и очување ових драгоцених природних целина. Перманентни мониторинг омогућава благовремену имплементацију заштитних мера, чиме се обезбеђује очување геолошких споменика природе на дугорочан и одржив начин.

У току 2024. године, мониторинг Ташмајданског спруда спровођен је у складу са планом активности дефинисаним током 2023. године. Овај процес укључивао је редовне и систематске процене које су вршене на кварталном нивоу, како би се пратио актуелно стање, стабилност и евентуалне промене на терену. Сви резултати су редовно достављани Управљачу заштићеног природног добра, чиме је омогућено доношење правовремених и информисаних одлука у вези са заштитом и очувањем овог значајног локалитета.

У склопу ових активности, обављене су детаљне теренске анализе и узорковање стена у циљу оцене њихових физичко-механичких својстава, што је од суштинског значаја за процену стања стабилности и потенцијалних ризика.

Геодетска мерења и снимања су спровођена користећи савремене технологије, као што су беспилотне летелице опремљене камерама високе резолуције, чиме је омогућено прецизно картирање површинских промена и идентификација потенцијално критичних тачака.

Ови напредни приступи омогућавају континуирани надзор и унапређење мера заштите и стабилизације унутар комплексног окружења какав је Ташмајдански спруд. Кроз анализу стечених података, могу се имплементирати одговарајуће превентивне и корективне мере, смањујући ризике и одржавајући стабилност спруда.

### **Према предвиђеном плану за 2024. годину обављене су следеће активности:**

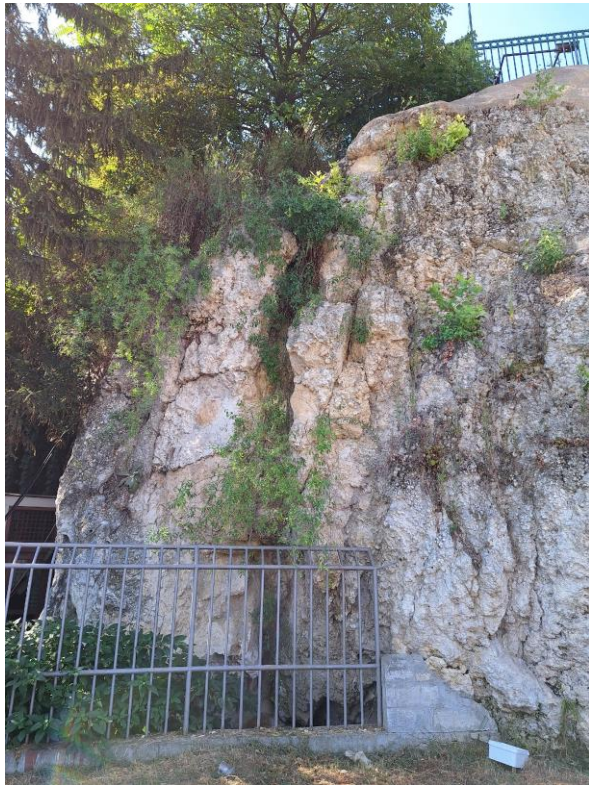
- Дана 12.06.2024. године извршен је обилазак Миоценског спруда у оквиру перманентног мониторинга и констатовано је да је уклоњен већи део вегетације. На слици 1 лево приказано је стање пре уклањања вегетације док је на слици 1 десно приказано стање након уклањања вегетације.



Слика 1. Вегетација на спруду

**Рекогносцирањем стенског одсека утврђено је да је лева страна, гледано према лицу одсека, изнад западне трибине, значајно угроженија процесима распадања. Целокупна површина овог дела подложна је површинском распадању, проузрокованом деловањем атмосферских фактора. Поред атмосферских утицаја, убрзању распадања вероватно доприносе и одводи за кишницу који се директно сливају преко стене. Као последица ових утицаја, уочено је значајно присуство нових пукотина различитих величина и дубина, што указује на погоршање структурне стабилности стенског одсека (Слика 2).**

**Посебну пажњу треба посветити делу са вертикалном пукотином, приказаном на слици 2 лево.**



Слика 2. Приказ оштећења насталих на стенском одсеку



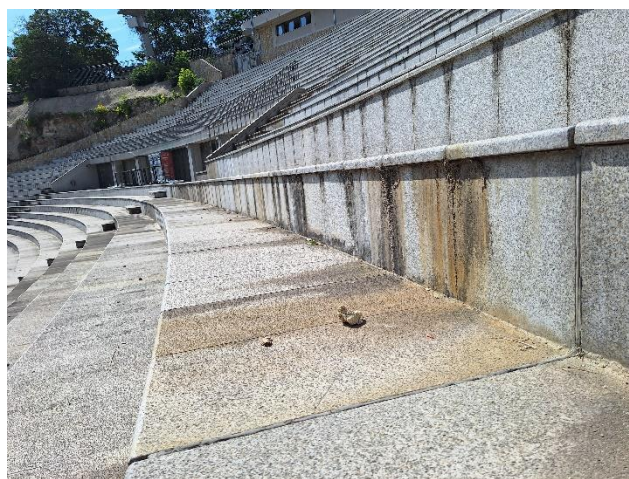
Слика 3. Одроњени делови стене

На слици 3 приказани су одроњени делови стене величине од неколико центиметара, док поједини комади достижу и до двадесет центиметара. Појава оваквих одрона указује на опште погоршање стања стенске масе и потенцијално убрзање процеса њеног распадања. **Одроњавање крупнијих делова стенске масе представља ризик за безбедност посетилаца и може довести до повреда или материјалне штете.**

Супротно томе, десна страна, гледано према лицу одсека, у релативно је бољем стању, али су у подножју одсека уочене веће количине одроњених делова стенске масе мањих димензија, што је документовано фотографијама (Слика 4 и 5).



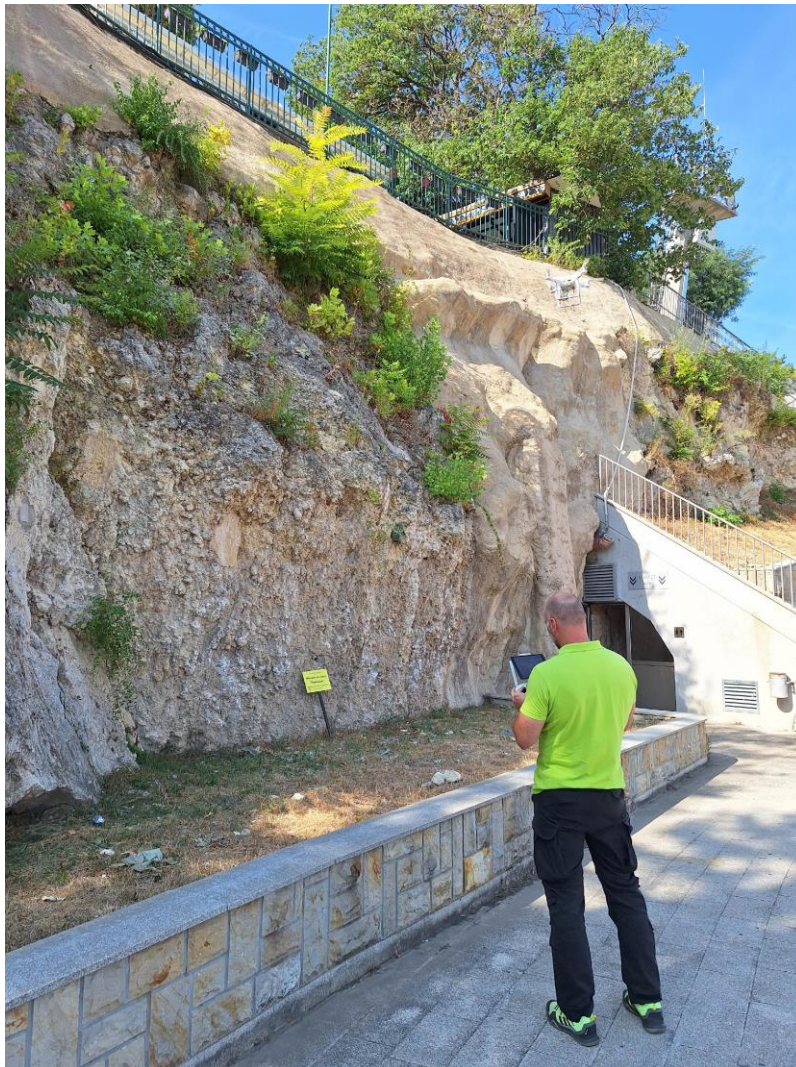
Слика 4. Одроњени делови стене



Слика 5. Делови стене на трибинама

Потребно је спровести хитне мере за испитивање кинематике унутар масива, како би се избегли потенцијални одрони или друге геохазардне активности. Такође, указано је на неопходно обављање снимања беспилотном летелицом како би се детаљније могли уочити евентуални новонастали процеси, као и лакше сагледавање тешко приступачних делова спруда;

- Дана 22.08.2024. године, у оквиру сталног праћења стања и утицаја на окружење, спроведена је детаљна инспекција и снимање целокупног терена на локацији Ташмајданског спруда. Активности су укључивале коришћење напредних технологија, као што су беспилотна летелица опремљен камерама високе резолуције (Слика 6).



Слика 6. Обављање снимања беспилотом летелицом

Обављањем снимања беспилотом летелицом, прикупљени су свеобухватни подаци који омогућавају прецизну анализу промена у теренским условима, детекцију потенцијалних одрона, и друге важне параметре који могу утицати на стабилност и интегритет геолошких структура. Резултати снимања, заједно са прелиминарним анализама и оцењивањем стања терена, документовани су и детаљно приказани у приложеном Извештају (Прилог 2). Поређењем делова Миоценског спруда, у временском периоду од годину дана, који је извршен на одређеним тачкама ортомозаика праћено је присуство вегетације и променом структуре и текстуре спруда. На одабраним тачкама нису уочене значајније промене у структури као ни појава значајнијих пукотина. То се може објаснити релативно кратким временским периодом између два обављена снимања. Оно што је приметно јесте да се вегетација и након уклањања формира на истим местима, односно местима где постоји могућност таложења органских остатака. Таложење органских остатака јасно је уочљиво на фотографијама што је манифестовано тамнијом бојом на стенском одсеку. На израђеном 3Д моделу јасно се уочавају путеви воде који интензивирају процесе распадања стене.

Током снимања, забележено је присуство већих количина отпада на зеленој површини непосредно испод стенског одсека (Слика 7). Претпоставља се да је овај отпад резултат људског немара, који остаје након сваке манифестације одржане на стадиону Ташмајдан.

**Овакво неодговорно понашање нарушава изглед споменика природе и захтева од управљача природног добра да обезбеди додатна материјална средства за чишћење и одржавање овог простора;**



Слика 7. Стање након одржаних манифестација

- Дана 26.08.2024. године, у склопу редовних активности у оквиру трајног праћења, извршено је прикупљање узорка на терену. Том приликом, узета су два узорка стене ради испитивања њихових физичко-механичких својстава. Ови узорци су кључни за процену стања, квалитета и механичких карактеристика материјала који чини основу теренског подручја. Детаљне анализе и резултати испитивања ових узорка документовани су у посебном извештају (Прилог 1);
- Током периода од 16. септембра до 1. октобра 2024. године, спроведене су детаљне анализе и евалуације резултата прикупљених током мониторинг активности на локалитету Ташмајдан. Циљ ових активности био је формулисање годишњег извештаја који представља интегрални део свеобухватне анализе стања за 2024. годину. Паралелно са анализом података и извештавањем, обављени су и детаљни планови за континуирани мониторинг активности које ће се спроводити током 2025. године;

- Сви прикупљени подаци похрањени су у формирану базу података мониторинга Ташмајданског спруда, која ће служити као основа за развој решења за очување спруда. Такође, успостављена је и база података добијеним методом снимања беспилотном летелицом (Колорисани облак тачака; 3D mesh; 16К текстура; Дигитални Елевациони Модели; Ортомозаици).

### 3. ПЛАНИРАНИ МОНИТОРИНГ ЗА 2025. ГОДИНУ

- Планирани су редовни обиласци, најмање свака три месеца, како би се пратили промене у геосистему (заштићеног подручја), с посебним фокусом на управљање и контролу вегетације. Ове активности су од суштинског значаја за превенцију зарастања и одржавање стабилности геолошког спруда;
- Праћење стања падине и, у случају уочавања нестабилности, предузимање хитних мера ради обезбеђивања максималне безбедности посетилаца и објеката Спортског центра Ташмајдан;
- Наставак мониторинга, обављањем снимања уз помоћ беспилотне летелице, биће спроведен са циљем прецизног увида у потенцијална промењена и деградације заштићеног подручја које захтевају правовремене интервенције;
- Узорковање земљишта, стене (уколико постоји могућност) и спровођење лабораторијских анализа и утврђивање физичко-механичких и хемијских параметара;
- Осматрање еколошко-санитарних параметара које обухватају узимање узорака и лабораторијска мерења изабраних параметара квалитета површински вода у зони спруда;
- Плански развој и спровођење мера усмерених на смањење негативних утицаја нелегалних конструкција, укључујући инспекцијски надзор над постојећим нелегално изграђеним објектима изнад заштићеног природног добра, који могу утицати на његово стање.
- У сарадњи са релевантним институцијама, активности ће бити усмерене на превенцију ерозије и оптимизацију расположивих ресурса и капацитета за заштиту геолошког локалитета.

### 3.1. Научно истраживачки рад

- **Истраживање утицаја климатских услова на стене:** Овај део истраживања бавиће се проценом утицаја различитих климатских услова на стабилност и ерозију стеновитог материјала кроз контролисане експерименте. У ту сврху ће се користити напредне симулације које ће омогућити темељно истраживање реакција материјала под различитим климатским условима, што ће омогућити моделирање сценарија и предвиђање дугорочних ефеката климатских промена на стенске структуре.
- **Компаративна анализа две различите фотограметријске методе** биће спроведена са циљем оптимизације коришћених техника за мапирање и надгледање промена на терену. Ова анализа ће омогућити бољу верификацију података и побољшање прецизности током геодетских истраживања. Ефикасност ових метода биће оцењивана у оквиру различитих услова како би подржала даљи развој методологија за праћење стања стенске масе.
- **У Завршном извештају даће се анализа и оцена стања природног добра и упоредна анализа тренутног и прошлогодишњег стања.**

### 3.2. Предлог методологије за експериментално испитивање

Један од најзначајнијих изазова са којима се суочава подручје кречњачких формација, јесте њихова осетљивост на површинско распадање услед дејства различитих климатских фактора. У светлу климатских промена, предвиђа се да ће такви утицаји постати све израженији, што наглашава потребу за развојем одрживих решења.

Активности усмерене на боље разумевање и заштиту укључују следеће кораке:

- **Експерименталне симулације:** Планирање експеримената који ће обухватити контролисане лабораторијске услове за испитивање утицаја променљивих климатских фактора као што су падавине, температуре и насумичне промене до којих може доћи, на материјале од кречњака. Кључни аспект ових експеримената биће могућност да се квантификују ефекти деградације узоркованих материјала унутар контролисаних окружења.

- **Процеси убрзаног временског распадање:** Анализе ће помоћи у разумевању механизма пропадања материјала који се одвијају кроз стогодишњи или хиљадугодишњи период, симулирајући убрзане ефекте који утичу на природне структуре.
- **Интердисциплинарни приступи:** Кроз сарадњу са грађевинским сектором и стручњацима за конзервацију геолошких ресурса, циљ је успостављање норми и техника заснованих на новим открићима, што ће омогућити прецизно праћење и прогнозирање структурних промена на миоценском спруду. Ова решења биће интегрисана у практичне мере заштите и обнове овог јединственог геолошког споменика. Резултати планираних истраживања могу бити од значаја како за научну заједницу, која ће применити нова сазнања на даље истраживање геосистема, тако и за подизање јавне свести о важности очувања геолошког наслеђа. Истраживања могу допринети едукацији и примени одрживих приступа у заштити оваквих природних добара, с посебним нагласком на превентивне мере које ће спречити будуће деградационе процесе.

### **3.3. Могућност примене фотограметријских процедура за мониторинг**

У оквиру процеса мониторинга геолошких заштићених локација, примена фотографија за праћење промена препоручена је у публикацији *Geological Conservation: A Guide to Good Practice* (Colin Prosser, Michael Murphy и Jonathan Larwood, 2006). Фотограметријске методе могу значајно унапредити идентификацију претњи по стабилност и заштиту миоценског спруда. Током 2024. године, по други пут, извршено је детаљно снимање Ташмајданског спруда помоћу беспилотне летелице, о чему је састављен детаљан извештај под називом „Извештај о снимању миоценског спруда Ташмајдан“ (Прилог 2), који чини саставни део Годишњег извештаја.

Користећи наведене фотограметријске процедуре, израђен је 3Д модел ултра високе резолуције, а затим је извршено поређење и анализа са прошлогодишњим моделом како би се утврдило да ли је дошло до промена на стенској маси. Формирање 3Д модела представља основу за квалитетан перманентни мониторинг.

Помоћу израђеног модел пружају се бројне могућности за одржавање, мониторинг и управљање овим заштићеним добром:

- **Праћење промена и пукотина:** Модел омогућава прецизно праћење и анализе структурних промена, тако што омогућава идентификацију чак и најмањих пукотина, што је кључно за одржавање сигурности и стабилности.
- **Интерпретација боја и материјалног оштећења:** Кроз континуирано праћење спектралних промена могуће је рано детектовати потенцијална оштећења и процене промене материјала.
- **Процена ризика:** Модел омогућава идентификацију промена у структури тла и потенцијално оштећење, што је кључно за формулисање и истраживање превентивних техника;
- **Виртуелна контрола и преглед:** Захваљујући дигитализацији и детаљном моделирању, могуће је виртуелно прегледање, што смањује потребу за физичким приступом и омогућава даљинску анализу;
- **Аналитичке могућности и евалуација:** Модел омогућава процену механичких својстава и понашање структура на различитим скалама, што је кључно за спречавање катастрофа или потенцијалних деформација;
- **Одговорност у одржавању инфраструктура:** Праћење и правовремена реакција на промене у околишним условима омогућује брзо и сигурно реаговање, чиме се продужава век трајања и поузданост важних структура;
- **Мониторинг вегетације и стабилности тла:** Системско снимање омогућава контролу и реакције на развој вегетације и стање стенске масе, помажући у препознавању проблема и ефикасном решењу.

Додатно, планирано је коришћење термалне камере, која ће омогућити утврђивање различитог загревања и хлађења делова стене, као и промене влажности. Ови параметри могу бити значајни индикатори стања стене миоценског спруда, помажући у идентификацији потенцијалних проблема и потребе за интервенцијом. Поред тога требало би размотрити и потенцијална снимања ласерским скенером (LiDAR) из ваздуха.

## 4. ПРЕДЛОГ ДОДАТНИХ КОРАКА ЗА ОДРЖАВАЊЕ И УНАПРЕЂЕЊЕ

На основу досадашњих сазнања прикупљених током трогодишњег мониторинга, постаје јасно да су неопходне циљане мере за очување стабилности и одржавање природних ресурса Ташмајданског спруда. У наредном периоду, препоручују се следеће додатне акције, поред постојећих, како би се унапредили заштитни напори и постигла одрживост:

- **Наставак сарадње са корисницима простора:** Редовно одржавање и комуникација са свим корисницима простора, укључујући и локалне заједнице и партнере, како би се осигурало континуирано праћење активности и минимизирали утицаји на стабилност, те обезбедиле мере безбедности и заштите.
- **Имплементација и контрола дренаже:** Унапређење система за одводњавање може значајно утицати на стабилност терена и смањити површинско распадање стенске масе. Стога је кључно успоставити адекватне системе контроле дренаже отпадних вода са нагласком на превенцију загађења и ерозионих процеса.
- **Израда конзервационог плана:** Развој и имплементација стратегија које ће омогућити дуготрајну заштиту. Ово може обухватити конзерваторске активности, рестаурацију деградираних области, као и програме едукације и јачања свести јавности.
- **Постављање ограде и знакова упозорења на могућу појаву одрона:** У циљу постизања безбедности посетилаца Ташмајданског спруда неопходно је поставити заштитну ограду са доње стране спруда као и јасне знакове упозорења на могућу појаву одрона.
- **Разматрање могућности уклањања вегетације хемијским третманом:** У циљу трајног уклањања дрвенасте вегетације, на самом одсеку размотрити примену хемијских препарата који неће имати негативног утицаја на распадање стене.
- **Обезбеђење финансијских средстава:** Од кључне је важности обезбедити додатна средства за спровођење мера заштите и ревитализације. То укључује

**финансирање истраживачких пројеката, конзерваторских третмана и едукативних кампања.**

Ове иницијативе се односе директно на приоритетне области управљања, очувања и санације како би се осигурало интегрално коришћење и заштита природних ресурса у складу с принципима одрживог развоја и заштите животне средине за будуће генерације.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Спроведеним мониторингом, планирањем, предузимањем мера и активности на очувању, унапређењу, развоју и коришћењу природних вредности заштићеног природног добра Ташмајдан у претходној години, могу се извести следећи закључци:

**Процеси физичко-хемијског распадања:** У оквиру Заштићеног природног добра Миоценски спруд Ташмајдан, констатовани су различити облици распадања кречњака, укључујући хемијско растварање деловањем воде и влаге, механичко распадање под утицајем леда и кореновог система, као и цикличне промене влажења-сушења и температурне флукуације.

**Стање спруда:** Тренутно стање Ташмајданског спруда је веома лоше, с приметним процесима површинског распадања, појавом пукотина и откидањем делова стене пречника до 20 цм на неким местима. Уочене је такође и доста нестабилних делова стене, нарочито у десном делу одсека гледано ка лицу спруда.

**Неадекватни испусти:** Разни испусти за воду који са хипсометријски виших ката кишницу неадекватно испуштају директно на стене, негативно утичу на распадање стене. На овај начин долази до убрзаног распадања стене.

**Изложеност испустима и вегетацији:** Очекује се интензивније деловање деградационих процеса на деловима стене који су директно изложени испустима за воду, где је присутнија вегетација и где се налазе пукотине.

**Улога вегетације:** Раст вегетације и деловање кореновог система истиче се као један од главних фактора убрзаног распадања кречњака на овом подручју. У 2024. години, уклањање вегетације спроведено је чак пет пута, али се наметнула потреба за учесталијим радовима, што подразумева ангажовање већег броја ресурса.

**Нелегалне конструкције:** Забележен је значајан број нелегалних објеката који могу угрожавати стање заштићеног природног добра, те је потребно да надлежни органи Града изврше инспекцијски надзор.

**Нове пукотине:** Уочене су нове пукотине које, ако се развију, могу довести до одламања већих блокова. Потребно је наставити праћење развоја нових пукотина и анализирати њихов утицај на општу стабилност.

**Конзервација стена:** Потребно је поновити конзервацију стена премазивањем заштитним слојем.

**Вредности испитивања:** Поређењем притисних чврстоћа узорака стене из претходне године са овогодишњим резултатима, није уочено постојање значајнијих разлика у чврстоћи стене. Овај налаз може се објаснити релативно кратким временским периодом, који није довољан за појаву осетнијих разлика у вредностима притисне чврстоће стене.

**Непрекидни мониторинг:** Наставак мониторинга је неопходан за постизање максималне безбедности посетилаца и очување заштићеног природног добра.

**Побољшање стања:** Уочена је учесталија активност на уклањању вегетације у поређењу с 2023. годином, коју је Управљач спровео у пет наврата.

**Активности корисника стадиона Ташмајдан:** Примећено је да након сваке одржане манифестације на простору стадиона ташмајдан гомиле отпада остају у зони која је под заштитом, што нарушава изглед заштићеног добра.

**Додатна средства:** За побољшање генералног стања у контексту очувања, атрактивности изгледа, научно-истраживачког рада и промоције Миоценског спруда Ташмајдан, неопходно је обезбедити додатна средства.

У Београду,  
01.10.2024.

састављање извештаја обавили:



др Никола Живановић



маст.инж. Стеван Торлука

## **СПИСАК ПРИЛОГА**

Прилог 1 – Извештај о испитивању физичко-механичких карактеристика узорака стена

Прилог 2 – Извештај снимања „Миоценског спруда Ташмајдан“

## **ПРИЛОГ 1**

**ИЗВЕШТАЈ О ИСПИТИВАЊУ ФИЗИЧКО-  
МЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА УЗОРАКА СТЕНА**

Београд, септембар 2024. год.

---

## **САДРЖАЈ**

### **I. УЧЕСНИЦИ У ИЗРАДИ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ**

### **II. ТЕКСТУАЛНИ ДЕО**

### **III. ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ**

## **САДРЖАЈ**

<b>I. УЧЕСНИЦИ У ИЗРАДИ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ.....</b>	<b>2</b>
<b>1. УВОД.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ЛАБОРАТОРИЈСКА ИСПИТИВАЊА .....</b>	<b>4</b>
2.1. Испитивања узорака стена.....	4
2.2. Резултати лабораторијских испитавања.....	6

### **III. ПРИЛОЗИ**

**Прилог бр.1 Дијаграми тока испитивања притисне чврстоће**

**Прилог бр.2. Фотодокументација**

## I. УЧЕСНИЦИ У ИЗРАДИ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ



---

Др Никола Живановић, маг.инж.шум.  
Лиценца бр.ЗБИИ 008 23



---

Стеван Торлука, маг.инж.геол.  
Лиценца бр.А10 101402 19

---

## **II.ТЕКСТУАЛНИ ДЕО**

---

## 1. УВОД

У оквиру геотехничког мониторинга Миоценског спруда Ташмајдан, дана 26.08.2024 извршено је узорковање 2 узорка стене који су се налазили непосредно поред косине миоценског спруда.

Истраживања и испитивања су урађена у свему према обиму и врсти радова наведених у Плану и у складу са прописима и важећим СРПС стандардима у Републици Србији који се односе на предметно испитивање и истраживање.

## 2. Лабораторијска испитивања

### 2.1. Испитивања узорка стена

У лабораторији за геомеханику испитани су и узорци стена у складу са одговарајућим СРПС стандардима.

Фотодокументација испитивања узорка стена приказана је у оквиру овог Извештаја.

У даљем тексту дат је опис методологије испитивања.

#### 2.1.1. Одређивање запреминске масе

Поступак испитивања запреминске масе стена спроведен је у складу са начином одређивања дефинисаним према стандарду: Одређивање масе материјала тла са порамом методом потапања узорка у воду SRPS EN ISO 17892-2:2015.

Опит се изводи на на три пробна тела стене. Измери се маса пробних тела, који се затим парафинишу и поново измере. Тако парафинисана пробна тела потопе се у течност познате густине и измери маса истиснуте течности.

Запремина парафина срачуната је по формули:

$$V_p = \frac{G_p - G}{\gamma_p}$$

где је:

$G$  - маса стене (g)

$G_p$  - маса стене обложене парафином (g)

$\gamma_p$  - запреминска маса парафина (g/cm<sup>3</sup>)

Запреминска узорка срачуната је према формули:

$$V = V_1 - V_p$$

где је:

$V_1$  - запремина истиснуте течности (cm<sup>3</sup>)

$V_p$  - запремина парафина (cm<sup>3</sup>)

Запреминска маса срачува се према формули:

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

где је:

$\gamma$  - запреминска маса стене ( $\text{g/cm}^3$ )

$G$  - маса стене (g)

$V$  - запремина стене ( $\text{cm}^3$ )

### 2.1.2. Одређивање чврстоће на притисак

Поступак испитивања чврстоће на притисак стене спроведен је у складу са начином одређивања дефинисаним према стандарду: Метода одређивања једноосне притисне чврстоће SRPS B.B7.126:2020.

Чврстоћа на притисак одређује се тако што се пробно тело оптерећује једноосном притисном силом и региструје максимална сила разарања. Испитивања ове механичке особине извршена су на пробним телима стена облика цилиндра, при чему је однос висине и дужине пробног тела  $h/d=1$  до 2.

Чврстоћа на притисак при једноаксијалном оптерећењу представља однос силе која је довела узорак до лома и површине узорка која је била изложена дејству силе.

Чврстоћа на притисак срачуната је по формули:

$$\sigma_c = F_{\max}/A$$

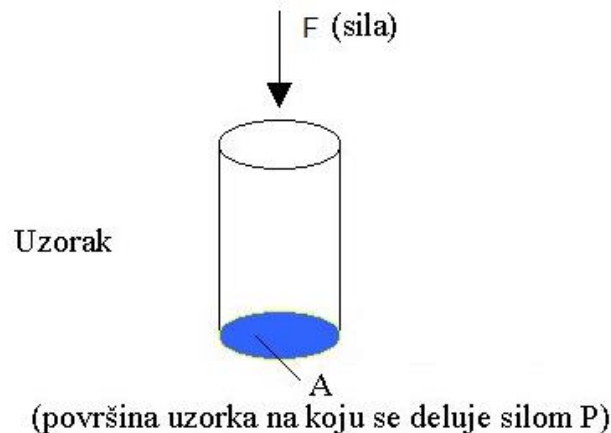
где је:

$\sigma_c$  – једноосна притисна чврстоћа (MPa)

$F_{\max}$  - сила која је довела до лома (MN)

$A$  – почетна површина узорка ( $\text{m}^2$ )

На слици бр. 3.2.2.1 приказана је схема одређивања једноосне чврстоће на притисак.



Слика бр.3.2.2.1

Даље у тексту дат је табеларни преглед резултата лабораторијских геомеханичких испитивања за сваки узорак.

## 2.2. Резултати лабораторијских испитавања

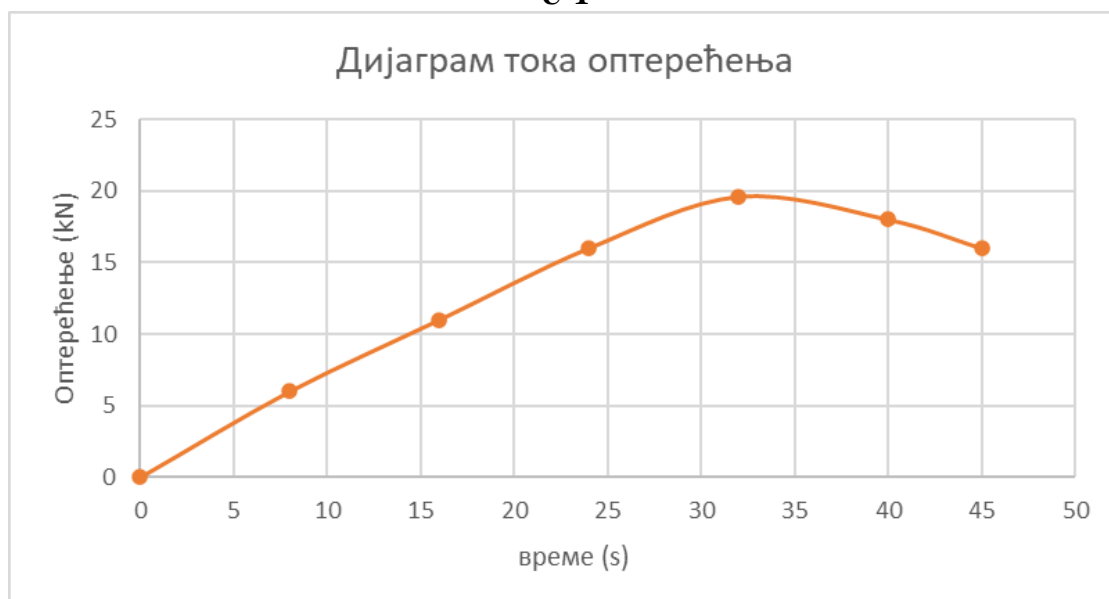
Резултати лабораторијског испитивања узорка стена на једноосну чврстоћу на притисак, прикупљених на локацији Миоценски спруд Ташмајдан, приказани су у табели 1.

Табела 1 – Резултати испитивања запреминске масе и једноосне притисне чврстоће

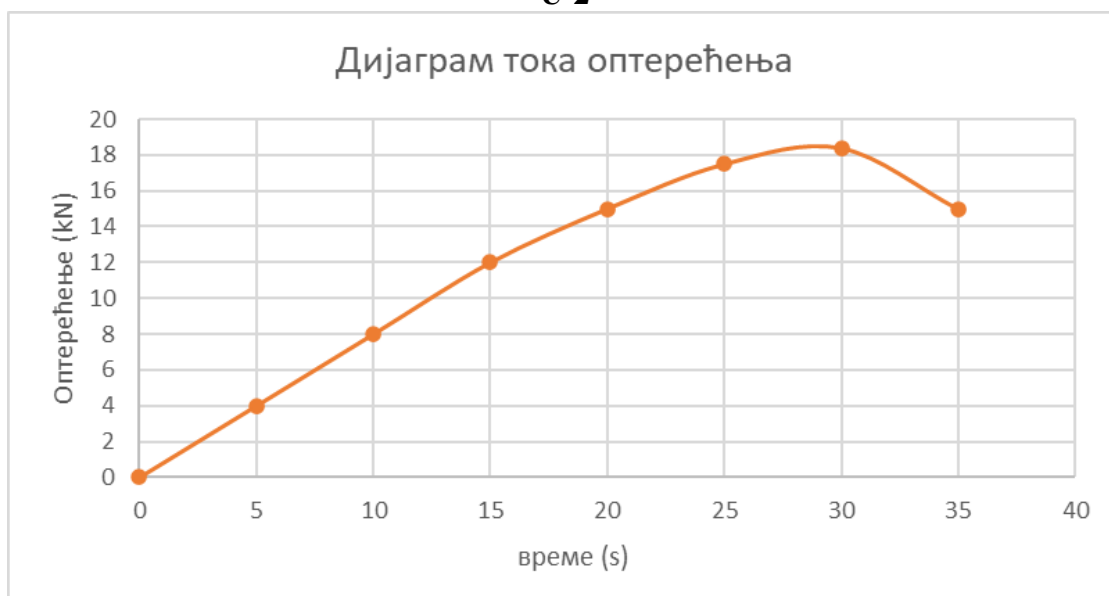
Редни број	ОЗНАКА УЗОРКА	ЗАПРЕМИНСКА МАСА СРПС У.Б1.017- повучен	ЈЕДНОАКСИЈАЛНА ПРИТИСНА ЧВРСТОЋА СРПС Б.Б7.126
		$\gamma$	$\sigma_c$
		$\text{g/cm}^3$	Мпа
1	U-1	2.26	6.248
2	U-2	2.32	5.866

### **III. ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ**

U-1



U-2



ФОТОГРАФИЈЕ УЗОРКА 1 (U-1)



---

**ФОТОГРАФИЈЕ УЗОРКА 2 (U-2)**



## **ПРИЛОГ 2**

## Извештај снимања „Миоценског спруда Ташмајдан“

Снимање „Миоценског спруда Ташмајдан“ је извршено на локацији стадиона Ташмајдан, дана 22.08.2024. у периоду од 10 – 14 часова.

Снимање је извршено беспилотном летелицом DJI Phantom 4 Pro, опремљеном RGB сензором резолуције 20 Мрпх и GPS системом за навигацију.

Снимљене фотографије су обрађене професионалним фотограметријским софтвером Agisoft Metashape Pro ver. 2.1.1. чиме су добијени следећи производи:

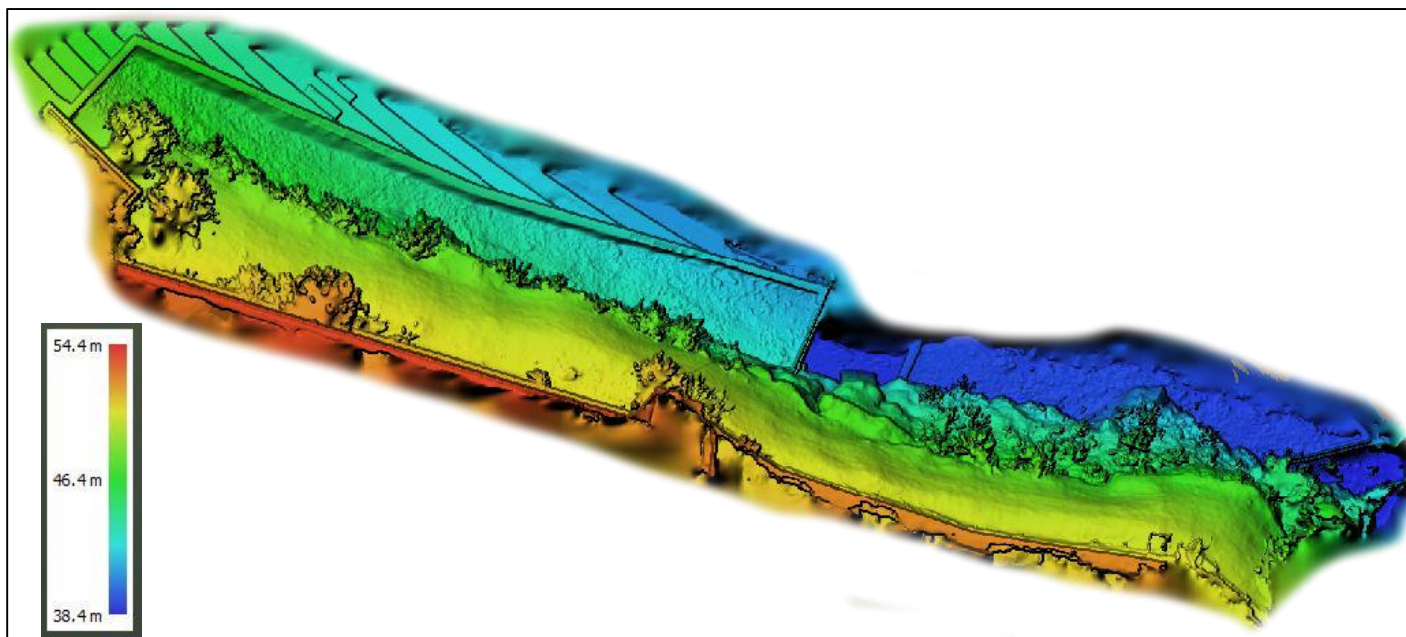
- Колорисани облак тачака;
- 3D mesh;
- 16К текстура;
- Дигитални Елевациони Модели;
- Ортомозаици.

Обзиром да је снимање вршено одвојено за два различита дела спруда израђена су два одвојена 3D модела са 41 односно 28 милиона појединачних површина који у себи садрже и изворну структуру са оригиналних фотографија.

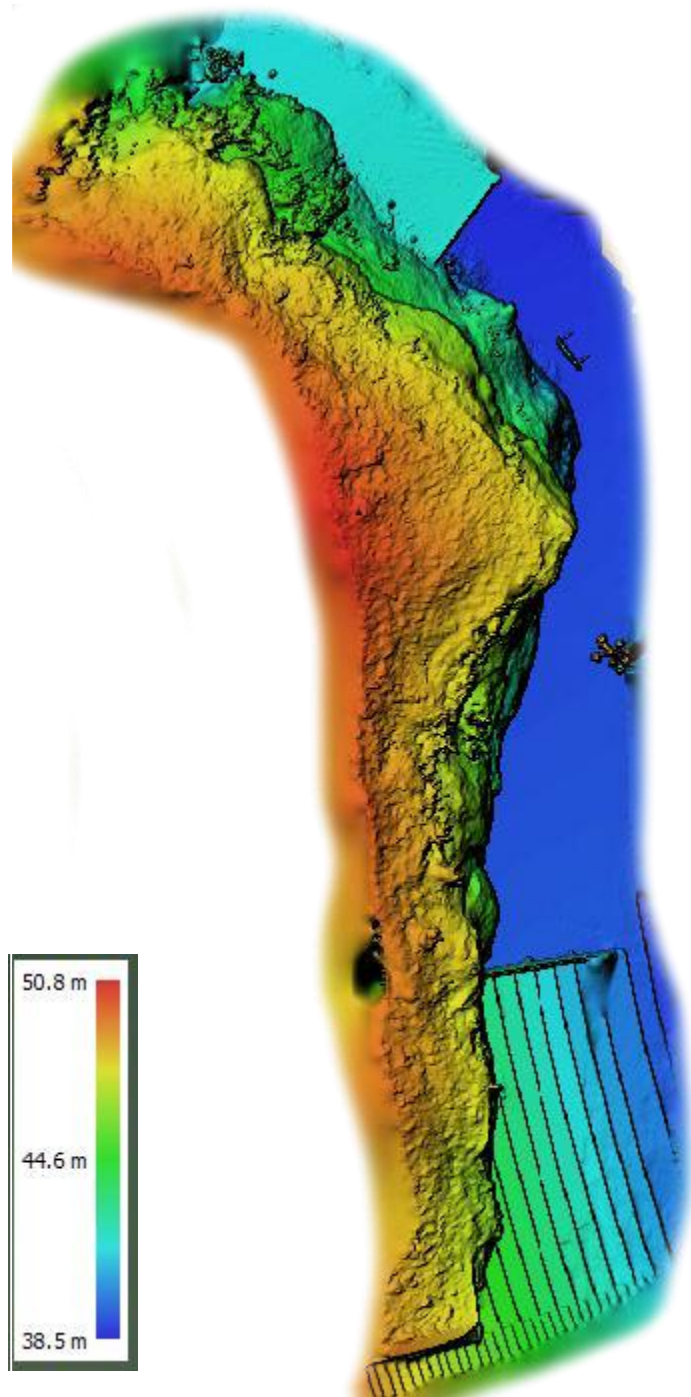
Ниво детаља који је постигнут снимањем износи 1.4 односно 2.2 mm/pixel.

Број поједначаних површина, реална текстура, и ниво детаља су довољни да пренесу реално стање са терена на дигитални модел, и да се сам модел може користити за праћење промена у боји, текстури, и геометрији, детекцију раста вегетације као и за мониторинг третмана, односно уклањања негативних последица раста вегетације на спруд.

У прилогу се налазе прикази 3Д модела, дигиталних елевационих модела, ортомозаици, и примери анализе и фотографија које су коришћене за реконструкцију модела.



Слика 1. Дигитални Елевациони Модел првог дела



Слика 2. Дигитални Елевациони Модел другог дела

Обзиром да је снимање вршено на истоветан начин, и у истом периоду као и у 2023. години, може се извршити поређење структуре и присутне вегетације на деловима спруда.

## Прилог 1.



Слика 1. Изглед комплетног 3D модела са леве стране трибина



Слика 2. Тачка 1 на 3D моделу



Слика 3. Тачка 2 на 3D моделу



Слика 5. Изглед комплетног 3D модела са десне стране трибина



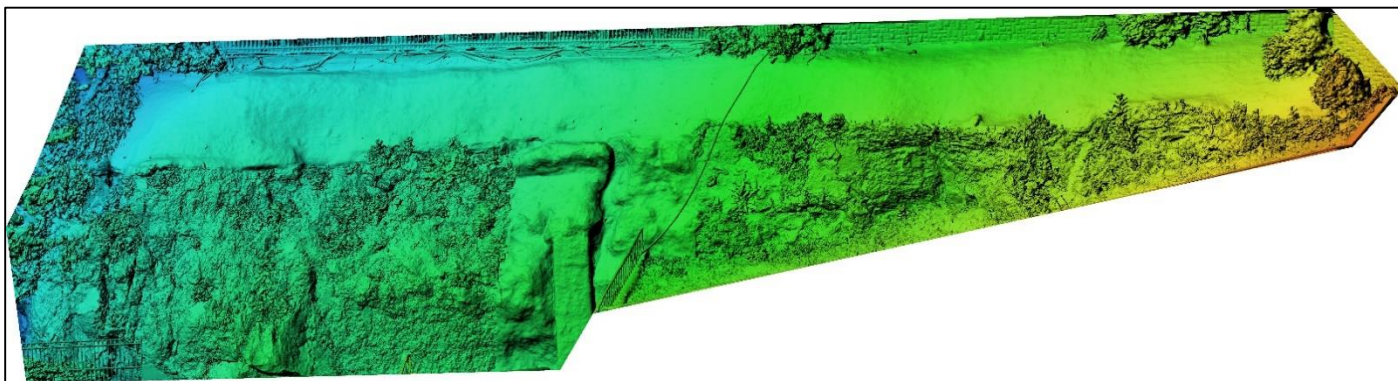
Слика 6. Тачка 3 на десној страни трибина



Слика 7. Тачка 4 на десној страни трибина



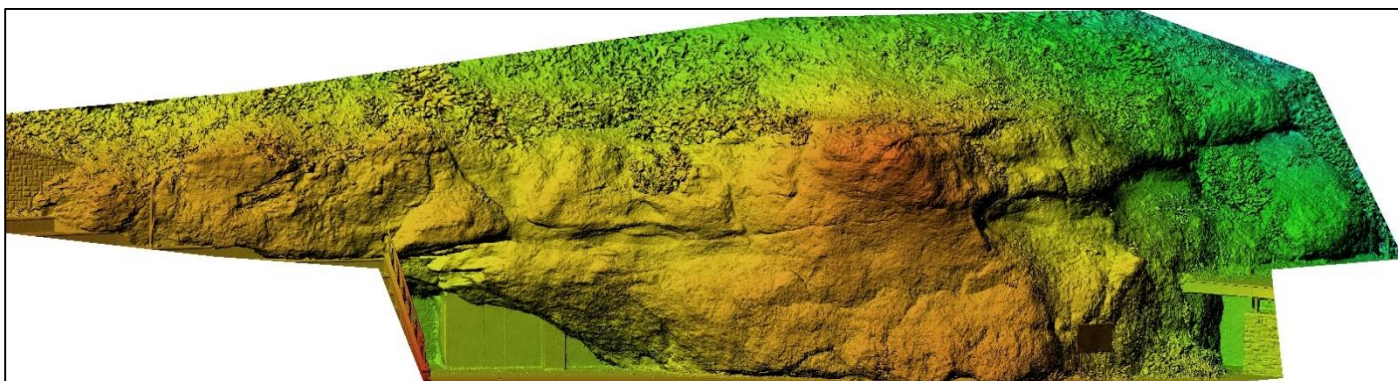
Слика 8. Ортомозаик левог дела



Слика 9. Дигитални приказ рељефа левог дела



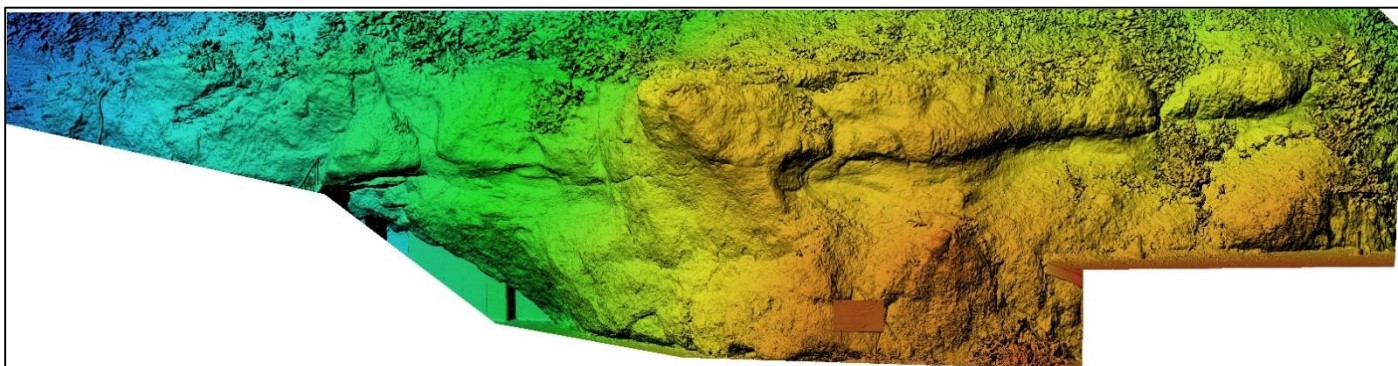
Слика 10. Ортомозаик десног дела тачка 3



Слика 11. Дигитални приказ рељефа десног дела тачка 3



Слика 12. Ортомозаик десног дела тачка 4



Слика 13. Дигитални приказ рељефа десног дела тачка 4

## 2. Изворне информације за израду 3D модела на тачки 1



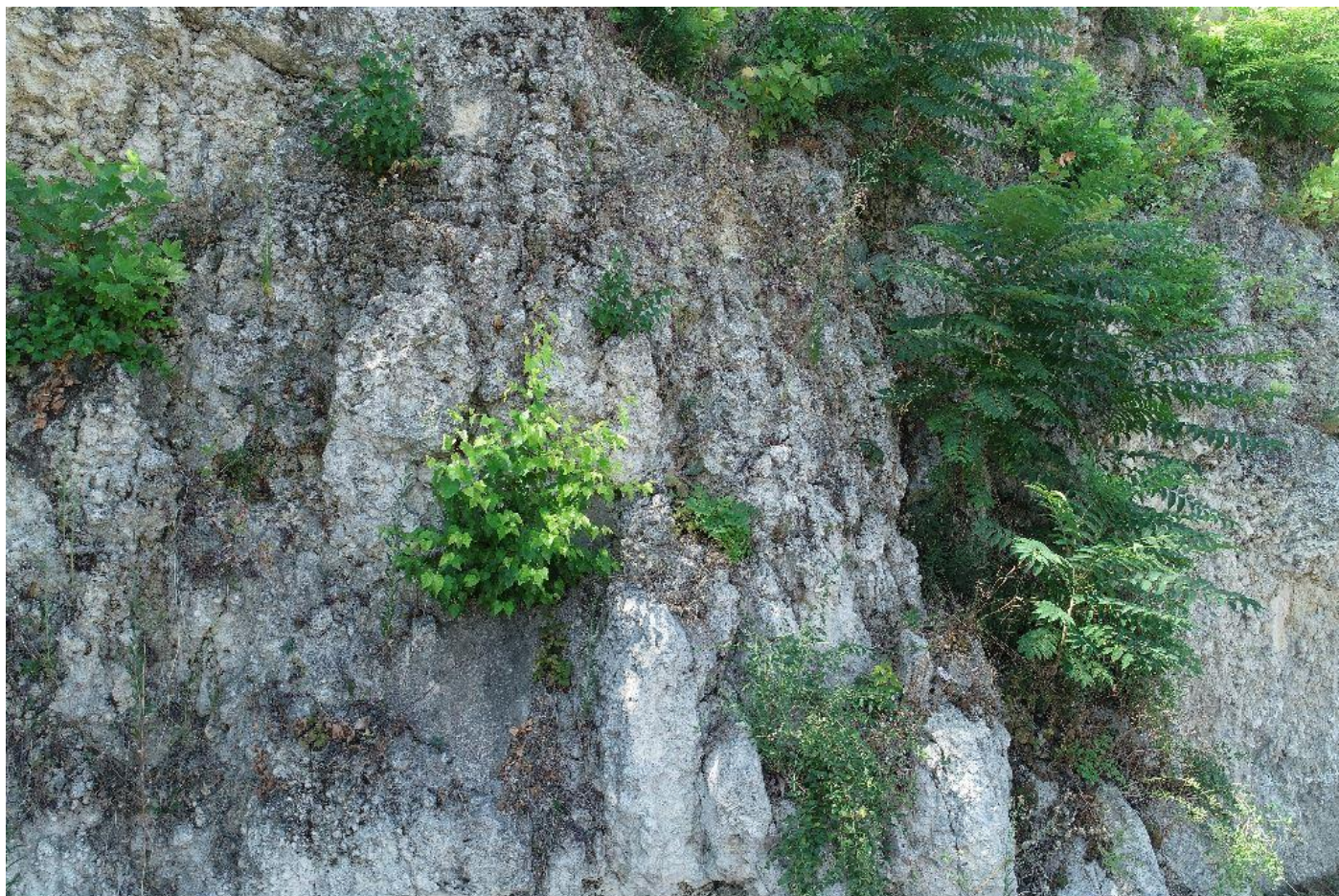
Слика 2.1 Фотографија тачке 1



Слика 2.2 Фотографија тачке 1



Слика 2.3 Фотографија тачке 1



Слика 2.4 Фотографија тачке 1



Слика 2.5 Фотографија тачке 1



Слика 2.6 Фотографија тачке 1



Слика 2.7 Фотографија тачке 1



Слика 2.8 Фотографија тачке 1



Слика 2.9 Фотографија тачке 1



Слика 2.10 Фотографија тачке 1



Слика 2.11 Фотографија тачке 1



Слика 2.11 3D модел Тачке 1



Слика 2.12 3D модел Тачке 1



Слика 2.13 3D модел Тачке 1

### **3. Изворне информације за израду 3D модела на тачки 2**



Слика 3.1. 3D модел Тачка 2



Слика 3.2. 3D модел Тачка 2



Слика 3.3. 3D модел Тачка 2



Слика 3.3 Фотографија тачке 2



Слика 3.4 Фотографија тачке 2



Слика 3.5 Фотографија тачке 2



Слика 3.6. Фотографија тачке 2



Слика 3.7. Фотографија тачке 2



Слика 3.8. Фотографија тачке 2



Слика 3.9. Фотографија тачке 2



Слика 3.10. Фотографија тачке 2



Слика 3.11. Фотографија тачке 2



Слика 3.12. Фотографија тачке 2

#### 4. Изворне информације за израду 3D модела на тачки 3



Слика 4.1 3D модел Тачка 3



Слика 3.2. 3D модел Тачка 3



Слика 3.3 3D модел Тачка 3



Слика 4.4. Фотографија тачке 3



Слика 4.5. Фотографија тачке 3



Слика 4.6. Фотографија тачке 3



Слика 4.7. Фотографија тачке 3



Слика 4.8. Фотографија тачке 3



Слика 4.9. Фотографија тачке 3



Слика 4.10. Фотографија тачке 3



Слика 4.11. Фотографија тачке 3



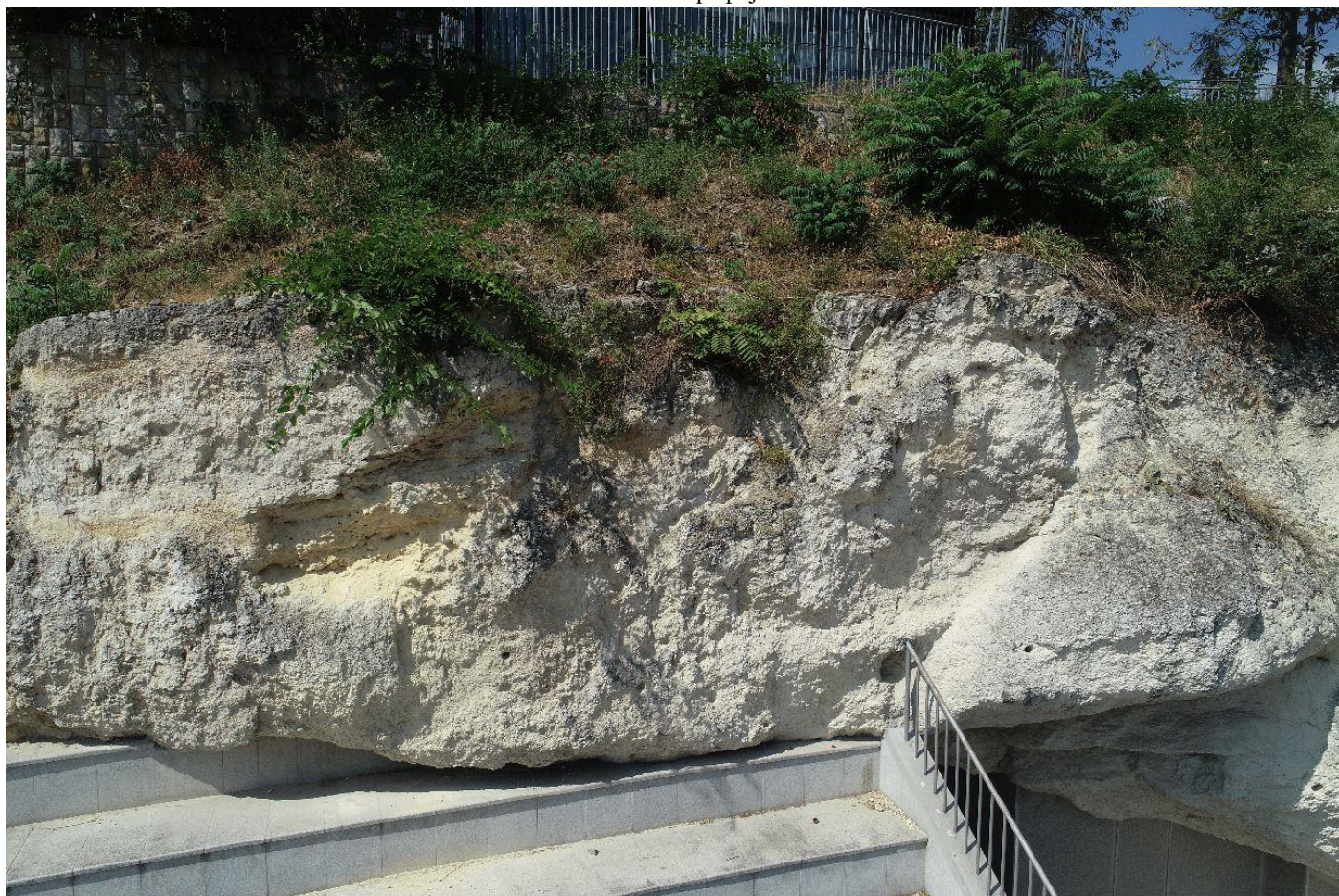
Слика 4.12. Фотографија тачке 3



Слика 4.13. Фотографија тачке 3



Слика 4.14. Фотографија тачке 3



Слика 4.15. Фотографија тачке 3



Слика 4.16. Фотографија тачке 3



Слика 4.17. Фотографија тачке 3



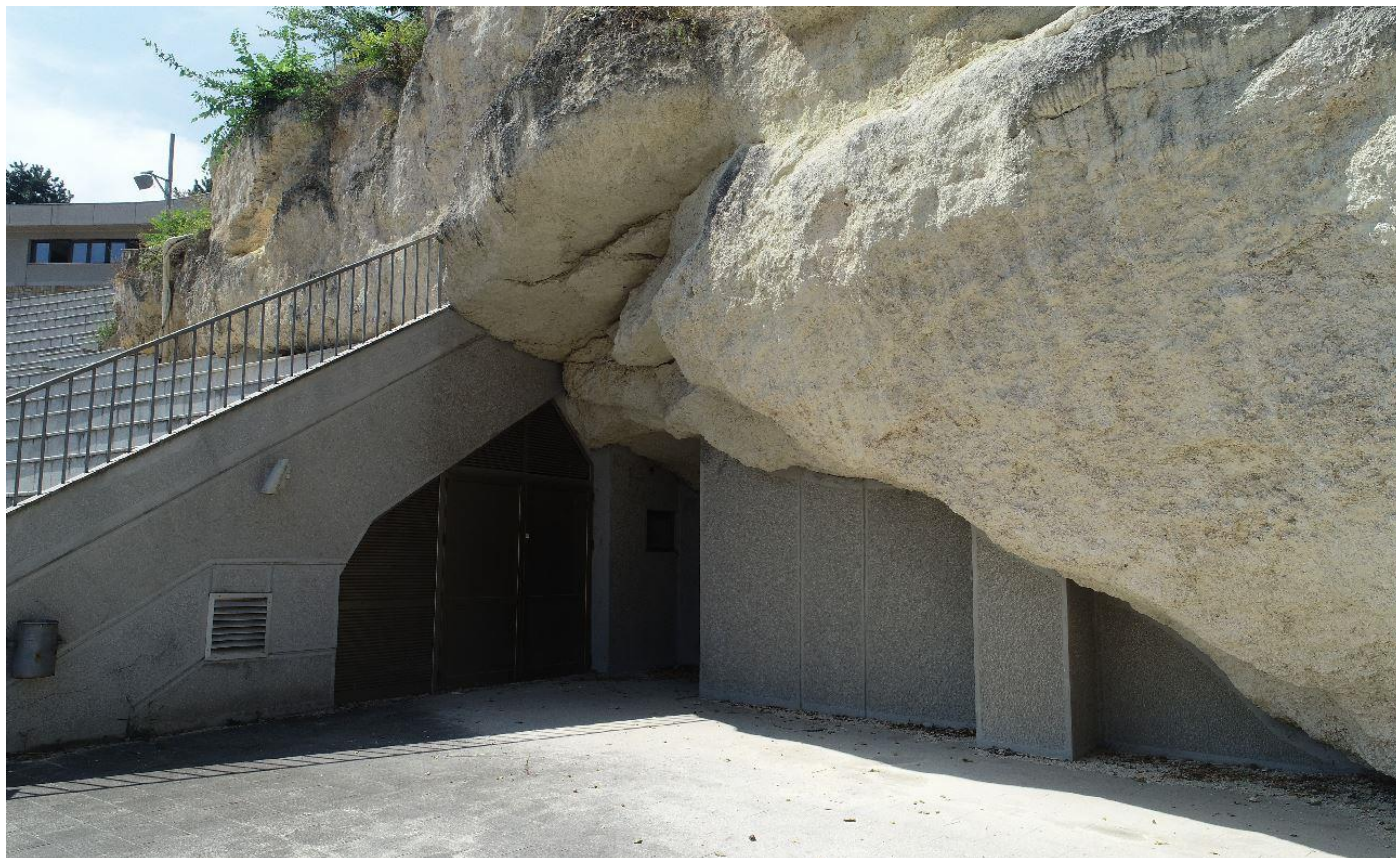
Слика 4.18. Фотографија тачке 3



Слика 4.19. Фотографија тачке 3



Слика 4.20. Фотографија тачке 3



Слика 4.21. Фотографија тачке 3

## 5. Изворне информације за израду 3D модела на тачки 2



5.1. 3D Модел Тачка 4



5.2. 3D Модел Тачка 4



5.3. 3D Модел Тачка 4



Слика 5.4. Фотографија тачке 4



Слика 5.5. Фотографија тачке 4



Слика 5.6. Фотографија тачке 4



Слика 5.7. Фотографија тачке 4



Слика 5.8. Фотографија тачке 4



Слика 5.9. Фотографија тачке 4



Слика 5.10. Фотографија тачке 4



Слика 5.11. 3D модел тачка 4

## Прилог 2-1.

# Поређење делова Миоценског спруда у временском периоду од годину дана

Обзиром да су снимања извршена у временском размаку од годину дана извршено је поређење делова са присутном вегетацијом и могућом променом структуре и текстуре спруда.

У наставку су приказани паралелно постављени делови ортомозаика за дефинисане четири тачке, тако што је са леве стране снимак из 2023, а са десне стране снимак из 2024. године.

На основу детаљних снимака Миоценског спруда на подручју Тајмадноског стадиона, и на основу поређења снимака из истог периода у размаку од годину дана (01.09.2023 – 22.08.2024.) може се закључити следеће:

- Нису видљиве значајне промене у текстури и структури стенске масе на изабраним тачкама.
- Нјавеће промене су очљиве у вегетацији, при чему је највећа промена евидентно услед мануалног уклањања зељасте вегетације.
- Примећен је појава нове вегетације, укључујући дрвенасту вегетацију, посебно киселог дрвета (*Ailanthus altissima*), које изгледа да није ефикасно уклоњено између два снимања. Након уклањања, поново израста на истом месту.
- Примећено је накупљање органског материјала на стенској маси у виду тамног наноса на површини које представља подлогу за развој зељасте вегетације.
- На крајњој левој страни стенског масива, изнад мотажног објекта за потребе шанка, налази се део стенске масе на ком су видљиве изражене пукотине изнад којих и у којима долази до накупљања материјала и раста зељасте вегетације, при чему се изнад поменутих пукотина налази зараван и удубљење које служи као колектор распаднутог материјала и воде.

У складу са запажањима предлаже се да се снимање врши непосредно након уклањања вегетације у циљу најадекватнијег снимања стенске масе.

Поред метода снимања RGB фотографија и фотограметријске обраде требало би размотрити и потенцијална снимања ласерским скенером (LiDAR) из ваздуха и снимање термалном камером из ваздуха како би се добило више информација и детаља о стању стенске масе.



Слика 1. Тачка 1\_1



Слика 2. Тачка 1\_2



Слика 3. Тачка 1\_3



Слика 4. Тачка 1\_4



Слика 5. Тачка 1\_5



Слика 6. Тачка 1\_6



Слика 7. Тачка 2\_1



Слика 8. Тачка 2\_2



Слика 9. Тачка 2\_3



Слика 10. Тачка 2\_4



Слика 11. Тачка 2\_5



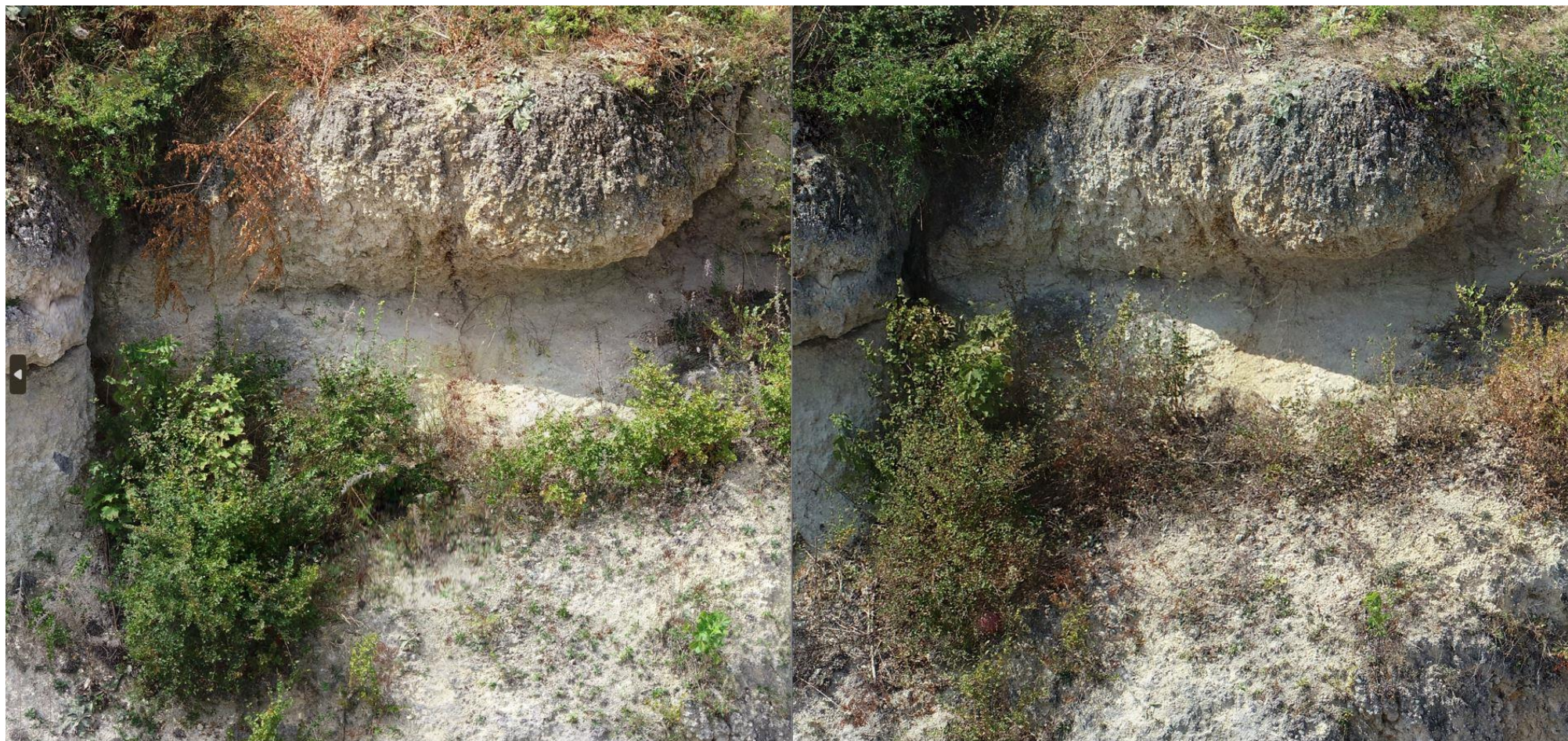
Слика 12. Тачка 3\_1



Слика 13. Тачка 3\_2



Слика 14. Тачка 3\_3



Слика 15. Тачка 4\_1



Слика 15. Тачка 4\_2



Слика 16. Тачка 4\_3



Слика 16. Тачка 4\_4