ГОДИШЊИ ИЗВЕШТАЈ МОНИТОРИНГА ТАШМАЈДАНСКОГ СПРУДА



Београд, 2026

САДРЖАЈ

1. УВОД 1
2. ПРЕГЛЕД АКТИВНОСТИ ЗА 2026. ГОДИНУ 3
3. УПОРЕДНА АНАЛИЗА СТАЊА СПРУДА (2023–2026) И СПЕКТРАЛНА ИНДЕКСНА АНАЛИЗА 18
3.1. Геометрија и видљиво стање стенског масива 18
3.2. Површинске промене, алтерација и биолошки премази 19
3.3. Спектрална анализа стања стене применом широкопојасног индекса 20
4. ПЛАН АКТИВНОСТИ У НАРЕДНОМ ПЕРИОДУ 24
4.1. Планирани мониторинг 24
4.2. Научно истраживачки рад 25
4.3. Предлог методологије за експериментално испитивање 26
5. ПРЕДЛОГ ДОДАТНИХ КОРАКА ЗА ОДРЖАВАЊЕ И УНАПРЕЂЕЊЕ 29
6. ЗАКЉУЧАК 32
СПИСАК ПРИЛОГА 34

1. УВОД

Миоценски спруд „Ташмајдан" представља један од најзначајнијих геолошких споменика природе у Београду и ширем региону. Ова геолошка формација настала је у периоду миоцена и изузетна је по својој старости, литолошкој структури и богатству палеонтолошких остатака, што је чини природним добром од научног, културног и образовног значаја.

Као природна реткост, Споменик природе – Миоценски спруд „Ташмајдан" стављен је под заштиту Решењем које 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. Данас је спруд заштићен у складу са важећим Законом о заштити природе („Службени гласник РС", бр. 36/2009, 88/2010 и 91/2010 – исправка, 14/2016, 95/2018 - др. закон и 71/2021).

У складу са чланом 31. наведеног закона, 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 ову категорију убраја се и Миоценски спруд „Ташмајдан", који обухвата геолошке и палеонтолошке вредности од значаја за проучавање геолошке историје Србије и Балкана. Веома занимљива и специфична је и сама локација заштићеног природног добра, будући да се Миоценски спруд „Ташмајдан" налази у самом срцу града. Овакво урбано окружење додатно наглашава његов значај, јер се геонаслеђе од изузетне

научне и културне вредности налази у непосредној близини свакодневних активности становништва. Та чињеница намеће посебну одговорност у погледу заштите и очувања, али истовремено пружа и јединствену прилику за његову научну презентацију, едукацију јавности и популаризацију геонаслеђа.

Иако је реч о јединственом геонаслеђу, стабилност миоценског спруда током времена значајно је нарушена деловањем антропогених и природних фактора. Изградња инфраструктурних објеката на ширем подручју Ташмајдана довела је до усецања и подсецања стенских масива, чиме је поремећена њихова природна равнотежа и покренути процеси деградације. Радови су резултирали ослобађањем унутрашњих напона у стени, док су додатни утицаји атмосферских и подземних вода, температурне осцилације и развој вегетације убрзали физичко и хемијско распадање стене. Последица је смањење њене примарне чврстоће и повећан ризик од одрона.

Са становишта заштите и очувања, од пресудне је важности успостављање перманентног мониторинга. Систематско праћење промена омогућава благовремену идентификацију фактора ризика и дефинисање адекватних мера санације и превенције. Мониторинг овог заштићеног подручја започет је 2022. године, са циљем идентификације главних фактора ризика који утичу на стабилност стенског одсека, као и формулисања хитних и превентивних мера за очување споменика природе. Мониторинг се спроводи континуирано у складу са утврђеним протоколом, док се извештавање о резултатима врши на годишњем нивоу. На овај начин обезбеђује се систематичан увид у промене стања миоценског спруда „Ташмајдан”, благовремена идентификација потенцијалних ризика и праћење ефикасности примењених мера заштите и очувања. Поред тога, развијена је методологија за научно-истраживачки рад, којом су постављени темељи за дугорочни мониторинг и дефинисане смернице за очување структуралне целовитости миоценског спруда „Ташмајдан”.

2. ПРЕГЛЕД АКТИВНОСТИ ЗА 2026. ГОДИНУ

Мониторинг представља кључни елемент у заштити и очувању геолошких локалитета. Континуирана рекогносцирања и систематска посматрања омогућавају благовремено уочавање промена и процеса који могу угрозити њихову стабилност. Перманентним праћењем стања стварају се услови за правовремену примену мера заштите, чиме се обезбеђује дугорочно и одрживо очување геолошких споменика природе.

Током 2026. године мониторинг Ташмајданског спруда реализован је у складу са планом активности утврђеним 2025. године. Процес је подразумевао редовне, процене усмерене на праћење актуелног стања, стабилности и могућих промена у простору. Добијени резултати су систематски достављани Управљачу заштићеног природног добра, чиме је омогућено правовремено и аргументовано доношење одлука у вези са заштитом и очувањем локалитета. У оквиру ових активности спроведене су и детаљне теренске анализе, као и узорковање стена ради оцене њихових физичко-механичких својстава, што представља основу за процену стабилности и идентификацију потенцијалних ризика.

Геодетска мерења и снимања реализована су применом савремених технологија, укључујући беспилотне летелице опремљене камером високе резолуције. На тај начин омогућено је прецизно картирање површинских промена и благовремена идентификација потенцијално критичних тачака.

Примена ових напредних приступа омогућава континуиран надзор и унапређење мера заштите и стабилизације у оквиру комплексног система какав је Ташмајдански спруд. Анализом прикупљених података обезбеђује се имплементација превентивних и корективних мера, чиме се смањују потенцијални ризици и обезбеђује дугорочна стабилност спруда.

Према предвиђеном плану за 2026. годину обављене су следеће активности:

- Дана 16.07.2026. године извршен је контролни обилазак Миоценског спруда „Ташмајдан”. Уочено је да је вегетација на посматраним деловима стенског одсека уклоњена, што је документовано фотографијама (Слика 1 и 2). Уклањање се спроводи механички, без примене хемијских средстава за третирање преосталог

кореновог система, у складу са условима заштите природног добра (Слика 3). Имајући у виду кише у претходном периоду и топло време, очекује се брз поновни раст вегетације, нарочито у пукотинама и на заравнима где се задржавају земљиште и влага. Због тога се препоручују поновна контрола и још једно уклањање вегетације крајем јула.



Слика 1. Стање стенског одсека након уклањања вегетације



Слика 2. Стање стенског одсека након уклањања вегетације



Слика 3. Уклањање вегетације (Извор: Управљач)

Приликом обиласка посебна пажња посвећена је деловима стенског одсека са видљивим пукотинама и знацима површинског распадања, нарочито на левој страни изнад западне трибине. Њихово стање треба наставити пратити приликом редовних обилазака, а евентуалне промене документовати и упоређивати на основу годишњих снимања беспилотном летелицом. Уочени су и трагови површинског отицања преко трибина, због чега је потребно проверити правце отицања и стање одводних елемената, посебно на местима где би вода могла да се усмерава ка стени и пукотинама (Слика 4).



Слика 4 . Трагови површинског отицања преко трибина

На огради је постављен и јасно видљив знак упозорења на опасност од одрона (Слика 5). Истовремено, у простору трибина и у близини спруда затечене су веће количине комуналног отпада и стаклене срче након одржавања догађаја (Слика 6). Препоручује се њихово уклањање и организовање чишћења непосредно после сваке манифестације, ради безбедности посетилаца и очувања заштићеног добра.



Слика 4. Знак упозорења на опасност од одрона



Слика 5. Отпад и стаклена срча у зони трибина

- Дана 30.07.2026. године, у оквиру редовног мониторинга, извршен је обилазак Миоценског спруда „Ташмајдан”. Иако је вегетација уклањана раније током јула, на појединим деловима стенског одсека, нарочито у пукотинама, уочен је њен поновни раст. Ово указује на потребу за редовном контролом и понављањем интервенција у

периоду интензивног раста вегетације. Стање спруда на дан обиласка приказано је на сликама 6 и 7.



Слика 6. Вегетација на спруду



Слика 7. Вегетација на спруду

Визуелни прегледи терена су потврдили да лева страна стенског одсека, лоцирана изнад западне трибине и гледана према лицу одсека, и даље показује знаке значајније угрожености процесима распадања. Целокупна површина овог дела је подложна површинском распадању, што је највероватније резултат деловања атмосферских фактора. Такође, уочено је да одводи за кишницу, који се директно сливају преко стене, вероватно доприносе убрзању овог процеса. Као последица ових утицаја, забележено је присуство нових пукотина различитих величина и дубина, слично као у претходном периоду, што указује на наставак погоршања структурне стабилности предметног стенског одсека. Иако нису забележена значајнија проширења ових пукотина у односу на претходну годину, стање захтева континуирано праћење и детаљну анализу у наредном периоду како би се правовремено идентификовале евентуалне промене и проценио ризик од потенцијалних одрона**.**

Посебну пажњу треба посветити делу са вертикалном пукотином, обележеном на слици 8.



Слика 8. Приказ оштећења насталих на стенском одсеку



Слика 9. Одрољени делови стене

На слици 4 приказани су одрољени делови стене величине од неколико центиметара, док појединi комади достижу и до двадесет центиметара. **Одрољавање 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 одрољених делова стенске масе мањих димензија, што је документовано фотографијама (Слика 9 и 10).



Слика 10. Делови стене на трибинама

Визуелним прегледом терена утврђено је да процеси распадања и формирања пукотина, посебно на левој страни стенског одсека, и даље представљају потенцијални ризик. Стога је неопходно хитно спровести мере за детаљно испитивање кинематике унутар стенског масива. Циљ ових испитивања је да се процени стабилност косине, идентификују потенцијални механизми одрона и предупреде све геохазардне активности. Поред тога, неопходно је поновити снимање беспилотном летелицом, фокусирајући се на тешко приступачне делове спруда, како би се детаљније анализирали евентуални новонастали процеси и стекао свеобухватан увид у стање терена. Резултати ових активности биће кључни за дефинисање адекватних мера санације и стабилизације, уколико се укаже потреба за истим;

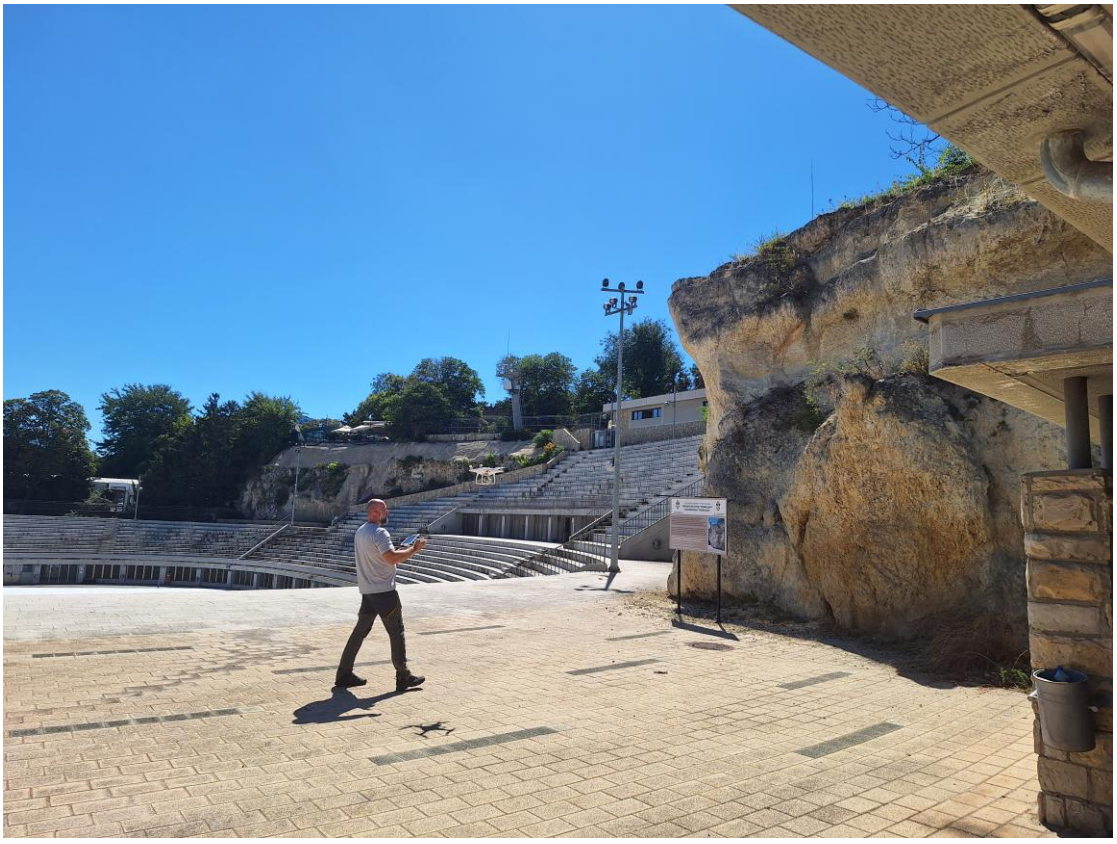
- У оквиру редовних активности трајног праћења стања спруда, дана 30.07.2025. године извршено је и прикупљање узорака стена са терена. Том приликом, узето је укупно три репрезентативна узорка са различитих локација унутар заштићеног

подручја. Ови узорци су подвргнути детаљним лабораторијским испитивањима у циљу одређивања њихових физичко-механичких својстава. Резултати ових испитивања су од значаја за процену тренутног стања, квалитета и механичких карактеристика материјала који чини основу и површински део стенског масива спруда, те ће послужити као основа за даље анализе и идентификацију потенцијалних ризика. Детаљни извештај о спроведеним испитивањима и добијеним резултатима документован је као посебан прилог (Прилог 1) уз овај годишњи извештај;

- Дана 07.08.2026. године извршен је контролни обилазак Миоценског спруда „Ташмајдан" и снимање стенског одсека беспилотном летелицом опремљеном камером високе резолуције (Слика 11). Поновним визуелним прегледом посебна пажња посвећена је зонама површинског распадања и осипања стене, постојећим пукотинама, стању вегетације и правцима површинског отицања воде. Ови делови захтевају даље праћење, нарочито тамо где се стенски одсек налази изнад простора доступног посетиоцима. Обављањем снимања беспилотном летелицом прикупљени су свеобухватни подаци који омогућавају прецизну анализу промена у теренским условима, детекцију потенцијалних одрона и процену других параметара од значаја за стабилност и интегритет геолошких структура. Резултати снимања документовани су и детаљно приказани у приложеном Извештају (Прилог 2).

  Приликом обиласка уочене су пукотине на зиду објекта у зони контакта са стеном, као и на бочном зиду степеништа (Слике 12 и 13). Потребно је евидентирати њихов положај и пратити евентуалне промене, уз стручни преглед ових делова објеката. На основу фотографија није могуће утврдити узрок пукотина нити их довести у везу са померањем стенског масива.

  У зони трибина и спруда поново су затечене веће количине комуналног отпада након одржавања догађаја (Слика 14). Препоручује се чишћење простора непосредно после сваке манифестације и редовна контрола стања заштићеног добра.



Слика 11. Обављање снимања беспилотом летелицом



Слика 12. Видљива пукотина на зиду објекта у зони контакта са стенским масивом



Слика 13. Видљиве пукотине на бочном зиду степеништа у зони трибина



Слика 14. Веће количине комуналног отпада након одржавања догађаја на СЦ Ташмајдан

- Дана 28.08.2026. године обављен је контролни обилазак Миоценског спруда „Ташмајдан”. Утврђено је да је након августовске интервенције уклоњен значајан део вегетације са стенског одсека. У поређењу са стањем затеченим 30.07.2026. године, површина стене је прегледнија, што олакшава праћење постојећих пукотина, зона површинског распадања и праваца отицања воде.

  Вегетација је уклањана механички, у складу са условима заштите природног добра. На основу визуелног прегледа нису уочена нова оштећења стене која би се могла непосредно повезати са овим радовима. На појединим местима, нарочито у пукотинама и теже приступачним деловима, вегетација је и даље присутна. Пошто се преостали коренов систем не третира хемијским средствима, могућ је поновни раст изданака. Због тога је потребно наставити контролу ових места и, према затеченом стању, поновити механичко уклањање током септембра.

- У периоду од 1. до 25. септембра 2026. године систематизовани су и анализирани подаци прикупљени током мониторинга Миоценског спруда „Ташмајдан”. Анализа је обухватила записе са теренских обилазака, фотодокументацију и снимке добијене беспилотном летелицом и фотоапаратом током 2026. године, резултате лабораторијских испитивања узорака стена прикупљених 2025 и 2026. године, као и расположиву документацију из претходних година. При поређењу налаза посебна пажња посвећена је стању пукотина, површинском распадању и осипању стене, правцима отицања воде и поновном расту вегетације након њеног уклањања.

  Размотрена су и запажања која се односе на безбедност и одржавање простора, укључујући стање делова објеката уз стенски одсек и присуство отпада након јавних догађаја. На основу прикупљених података издвојене су зоне које захтевају посебну пажњу и формулисане препоруке за даље праћење, контролу вегетације, проверу одводњавања и одржавање простора. Ови налази чине основу годишње оцене стања за 2026. годину и предлога активности за 2027. годину.

-

- Подаци прикупљени током мониторинга систематизовани су у бази података Ташмајданског спруда, како би били доступни за поређење стања из различитих година и планирање мера заштите. Засебно су организовани резултати снимања беспилотном летелицом: колорисани облак тачака, текстурисани 3Д модел са текстуром резолуције 16K, дигитални елевациони модели и ортомозаици. Ова документација представља основу за праћење видљивих промена на стенском одсеку током наредних циклуса мониторинга.

3. УПОРЕДНА АНАЛИЗА СТАЊА СПРУДА (2023–2026) И СПЕКТРАЛНА ИНДЕКСНА АНАЛИЗА

У овом поглављу упоређено је стање Миоценског спруда „Ташмајдан” у периоду од 2023. до 2026. године на основу расположивих фотограметријских снимака, 3Д модела и ортомозаика. Снимци из 2026. године додатно су обрађени применом индекса заснованих на RGB каналима. У наставку су приказана запажања о геометрији стенског одсека, површинским променама и распрострањености вегетације и тамних превлака.

3.1. Геометрија и видљиво стање стенског масива

- Општа стабилност и интегритет масива:
    - Током посматраног периода (2023–2026) нису уочене деформације већих размера, прогресивни ломови нити одроњавање крупних стенских блокова које би изменило основну геометрију спруда. Овај налаз не искључује локално распадање и одроњавање мањих делова стене, забележено током теренских обилазака.
    - Карактеристични морфолошки облици – препусти, каверозни усеци, надвијени сводови изнад пролаза, као и контактне зоне са постојећим бетонским и торкрет - заштитним конструкцијама – задржали су стабилан кинематски положај и непромењен основни профил.
- Микро-ерозија и гравитационо осипање:
    - На благим заравнима, стенским терасицама и дуж доњег обода десног крила масива (посебно у подножју Сегмената 1 и 2 изнад равне кровне плоче објекта Слика 15) присутно је континуирано осипање ситнозрног детритуса. На снимцима из 2024, 2025. и 2026. године уочава се стално присуство новонастале ситне кречњачке дробине и прашине на подним површинама, што указује на површинско физичко трошење стене.
- Стање вештачког заштитног слоја:
    - На горњим заштићеним деловима (Сегмент 2) на снимцима из 2026. године уочавају се локална механичка оштећења и пукотине у самом заштитном

торкрет - слоју, чиме се отвара простор за могућ продор атмосферске воде иза заштитног слоја.

- Стање пукотинских система и дисконтинуитета:
    - Примарни дисконтинуитети и вертикалне пукотине, нарочито на крајњем левом крилу и у зони вертикалне дренажне цеви на десном крилу, на расположивим снимцима не показују видљиво отварање нити међусобно померање стенских делова у односу на стање из 2023. године.
    - Кроз поменуте усеке и пукотине и даље се слива и процеђује атмосферска вода, док се у њима задржава ситан материјал настао распадањем стене.

3.2. Површинске промене, алтерација и биолошки премази

- Прогресија површинске алтерације и развоја биофилма (2023 → 2026):
    - У односу на почетно стање из 2023. године, на изложеним вертикалним површинама бележи се прогресивно ширење и интензивирање тамносиве до црне дисколорације (формирање биофилма), као и површинске алтерације кречњака.
    - Анализом распореда и динамике настанка ових дисколорација утврђено је да се зоне најизраженијег тамњења и влажења директно поклапају са правцима сливања и процеђивања вода са горње етаже (платоа изнад спруда). Поред неконтролисаног преливања атмосферских вода, кључни антропогени фактор представља сливање отпадних и техничких вода из неадекватних (нелегалних) испуста угоститељских објеката који се налазе непосредно изнад стенске масе.
    - Континуирано и неконтролисано присуство ових вода – које поред сталне влаге уносе и повишене концентрације органских материја, детерџената и нутријената – делује као снажан катализатор. Овај процес драматично убрзава колонизацију стене микроорганизмима (цијанобактерије, алге, лишајеви) и формирање постојаног биофилма.
    - Поред израженог естетског нарушавања изгледа заштићеног природног добра, овакво хемијско и биолошко оптерећење ствара стално влажну

средину богату агресивним једињењима, што дугорочно поспешује корозију и хемијско растварање карбонатне основе кречњака дуж линија течења.

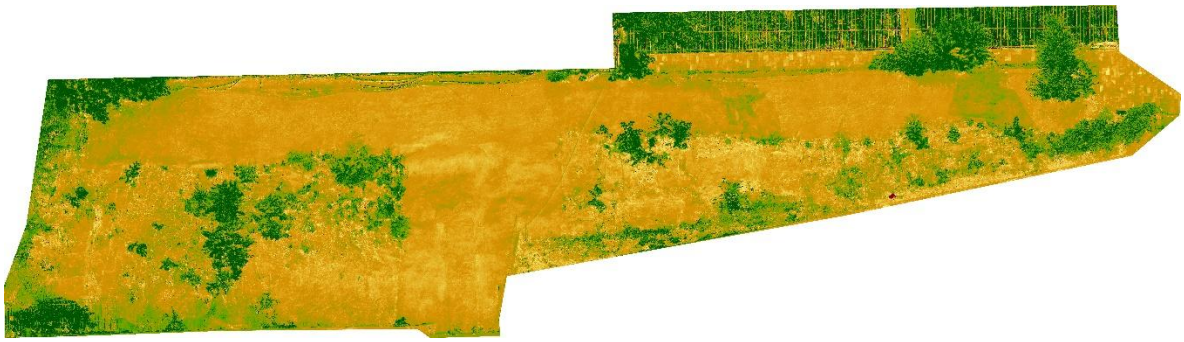
- Диференцијалне зоне влажења и инсолације:
    - Свеже (неосунчане/суве) зоне: Морфолошки увучени делови, каверне и поткопане нише заштићени од директног атмосферског сливања и испирања задржали су светлију, природну беличасто-жућкасту боју интактног органогеног кречњака.
    - Трагови концентрисаног течења: Дуж пукотина и у непосредној зони око одводне цеви присутни су изражени вертикални трагови површинског влажења и деградације, који временом постају знатно контрастнији у односу на основну стенску масу.
- Акумулација у микро-депресијама:
    - На морфолошким усецима и заравнима стенске масе долази до постепеног таложења влажног органско-минералног наноса, што дугорочно убрзава хемијско растварање карбонатне основе под дејством органских киселина.

3.3. Спектрална анализа стања стене применом широкопојасног индекса

На основу RGB ортомозаика добијених снимањем 07.08.2026. године израђени су прикази који наглашавају разлике у боји површине левог и десног крила спруда. Упоредо са изворним снимцима и теренским запажањима, они омогућавају лакше издвајање зона видљиве вегетације, тамних превлака и површинских наслага, као и праћење њиховог просторног распореда.

- Жути до окер спектар (базне вредности): претежно означава светлије површине стене и заштитног слоја, без израженог видљивог затамњења.
- Црвени до тамнонаранџасти спектар (екстремно ниске вредности): издваја тамније површине на којима се могу јавити наслаге, влажење или засенченост.
- Зелени спектар (високе позитивне вредности): Маркира високу концентрацију хлорофила (издваја површине са видљивом вегетацијом).

Спектрална анализа је израђена засебно за лево и десно крило спруда. На левом делу масива (Сегменти 1 и 2) индекс јасно издваја разлику између горњег заштићеног појаса и доње зоне дисконтинуитета, што је приказано на наредној слици:

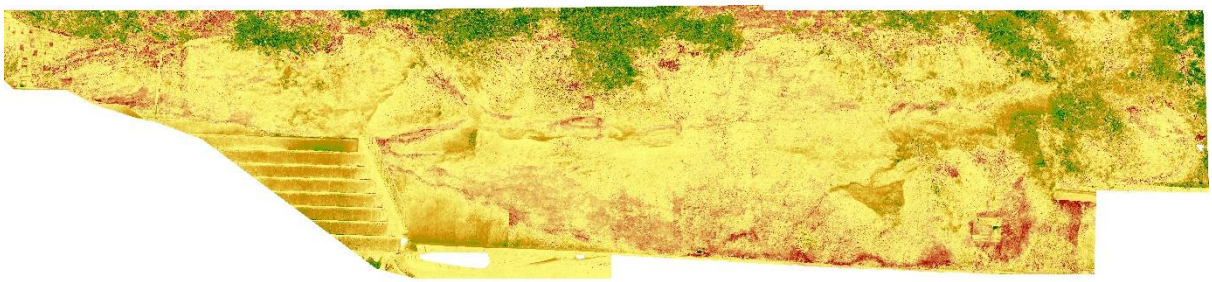


Слика 15. ртомозаик левог дела спруда (Сегменти 1 и 2) са примењеним RGB вегетацијским индексом – диференцијација заштитног појаса и биофилма дуж пукотина

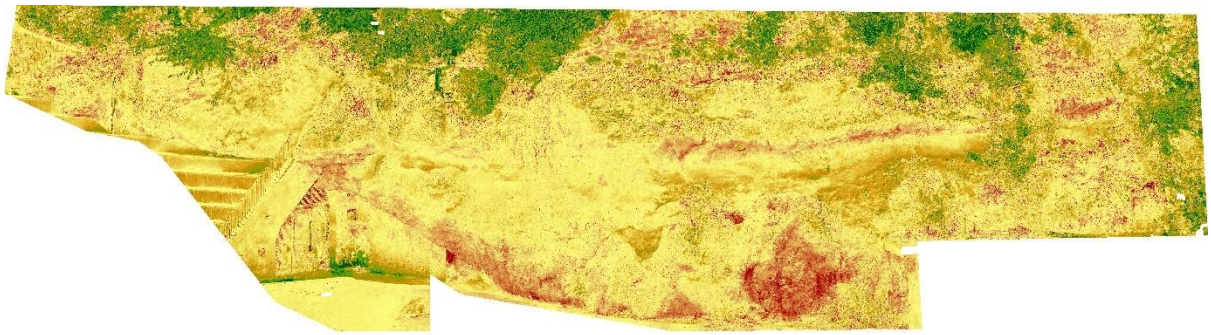
Анализа левог крила спруда:

- Као што се види на Слици 15, горњи заштићени појас (торкрет) показује стабилан и хомоген окер одговор, док се дуж доње половине јасно уочавају изражени линијски токови и жаришта.
- Према спектралном одговору са Слике 15, биофилм и органско запрљање концентришу се тачно дуж вертикалних дисконтинуитета и бочног колектора на левом ободу (Сегмент 1), што указује на повезаност тамних превлака са правцима пукотина и сливања воде.

За десни део спруда индексна анализа је израђена кроз општи преглед масива и кроз детаљнији приказ са јаче наглашеним контрастом зона алтерације, приказане на Сликама 16 и 17:



Слика 16. Ортомозаик десног дела спруда (Сегменти 3–7) са основним спектралним индексом – општи преглед расподеле биомасе дуж горње ивице одсека и бочних делова



Слика 17. Ортомозаик десног дела спруда са наглашеним спектралним контрастом – јасно мапирање критичних црвених зона алтерације, влажења и таложења детритуса у подножју сводова и избочина

Анализа десног крила спруда:

- Зона степеништа и одводне цеви (Сегмент 3 – крајње леви део приказа): На левој страни ортомозаика на Сликама 16 и 17, непосредно изнад степеништа, уочава се траса усека и вертикалне одводне цеви где се јавља изражена линијска концентрација влаге и површинског запрљања.
- Зоне изражене алтерације и таложења (црвени спектар у Сегментима 4, 5 и 6): Како показују Слика 16 и детаљнија Слика 17, у нижим зонама централног дела масива (у бази наткривеног свода у Сегментима 4 и 5), као и у контактном подножју масивне избочине (Сегмент 6), издвајају се изразита црвена поља. Ове површине се у потпуности поклапају са местима оцеђивања отпадних и атмосферских вода са горњег платоа, као и кумулативног сакупљања ситног детритуса и прашине, чиме се издвајају зоне затамњења и таложења материјала које треба пратити.
- Концентрисана биомаса (зелени спектар – Сегмент 7): На крајњем десном ободу изнад равне кровне плоче објекта (Сегмент 7), видљивом на десној ивици Слика 8 и 9, индекс бележи интензивно зелено жариште које потврђује постојање јаког биолошког чвора са дубоким кореновим системом у односу на остатак масива.
- Контакт са горњом ивицом одсека: Горња ивица стене на Слици 16 и Слици 17 показује веома оштар прелаз према земљаном покривачу платоа, што представља стабилан референтни параметар за праћење евентуалног спирања и наношења земље преко самог одсека.

Примена индексне анализе пружила је поуздану квантификацију стања на терену: зелене зоне на Слици 15, Слици 16 и Слици 17 тачно мапирају локације за фитосанитарно уклањање биомасе и биофилма, док црвене зоне на Сликама 16 и 17 дефинишу критичне површине на којима је неопходно санирати нелегалне испусте вода са горњег платоа и предвидети хидрофобну заштиту стене.

4. ПЛАН АКТИВНОСТИ У НАРЕДНОМ ПЕРИОДУ

Редовни мониторинг наставиће се у наредном периоду, док ће се допунска снимања, лабораторијска испитивања и техничке мере разматрати у складу са потребама, техничким могућностима и расположивим средствима.

4.1. Планирани мониторинг

- Редовни обиласци терена, који ће се спроводити најмање једном у три месеца, како би се пажљиво пратиле све промене у геосистему заштићеног подручја Ташмајданског спруда. Посебан фокус током обилазака биће усмерен на управљање и контролу вегетације, с обзиром на то да су ове активности од суштинског значаја за превенцију прекомерног зарастања које може негативно утицати на стабилност геолошког спруда. Фокус техничких прегледа биће усмерен на праћење критичних зона на левом крилу (Сегменти 1 и 2) и усека уз степениште (Сегмент 3), где је утврђено концентрисано оцеђивање воде и акумулација детритуса у пукотинама;
- Пажљиво праћење стања падине, и у случају уочавања било каквих знакова кинематске нестабилности, одмах предузети хитне мере како би се осигурала максимална безбедност свих посетилаца и објеката Спортског центра Ташмајдан. Ове мере могу укључивати постављање знакова упозорења, обезбеђивање угрожених подручја или друге одговарајуће грађевинско-техничке интервенције. Посебна пажња биће усмерена на праћење доњег обода масива и равне кровне плоче објекта у подножју Сегмената 6 и 7, где је током четворогодишњег периода констатовано константно гравитационо осипање ситнозрног кречњачког детритуса;
- Мониторинг ће се наставити снимањем спруда беспилотном летелицом једном годишње, што ће омогућити прецизан увид у потенцијалне промене и деградацију заштићеног подручја које захтевају правовремене интервенције. Снимање ће обухватити све делове спруда, а посебно тешко приступачне локације и надвишене препусте, како би се стекао што бољи увид у њихово стање. Применом стандардизованог фотограметријског протокола наставиће се континуирано генерисање 3Д модела високе резолуције, дигиталних елевационих модела и ортомозаика ради сукцесивног компаративног праћења морфологије у односу на референтне моделе из периода 2023–2026. године;

- У оквиру технолошког унапређења мониторинга, може се размотрити 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, скривених путева процеђивања воде и потребе за интервенцијом. Додатно, планира се увођење ласерског скенирања (LiDAR) из ваздуха како би се кроз виртуелну филтрацију биљног покривача омогућило детаљно структурно картирање пукотина које су тренутно маскиране вегетацијом;
- Уколико то буду дозвољавале техничке могућности, планирано је и узорковање земљишта и стена са различитих локација унутар заштићеног подручја. Узети узорци ће бити подвргнути детаљним лабораторијским анализама како би се утврдили њихови физичко-механички и хемијски параметри, уз континуирано праћење чврстоће на притисак, отпорности на дробљење и дејства мраза. Поред тога, спроводиће се и осматрање еколошко-санитарних параметара, које ће обухватити узимање узорака и лабораторијска мерења одабраних параметара квалитета површинских и процедурних вода у зони спруда. Ова мерења су усмерена на идентификацију агресивних компоненти попут сурфактаната, детерџената и органских киселина које убрзавају хемијско растварање карбоната;
- Планира се и плански развој и спровођење мера усмерених на смањење негативних утицаја нелегалних конструкција. Ове мере могу укључивати технички и грађевински надзор над постојећим нелегално изграђеним објектима изнад заштићеног природног добра који потенцијално могу утицати на његово стање. Примарни технички задатак биће пројектовање и извођење решења за потпуно хидротехничко пресретање и преусмеравање њихових неадекватних испуста отпадних вода ван зоне заштићеног масива. Такође, наставиће се сарадња са релевантним институцијама у циљу превенције ерозије и оптимизације расположивих ресурса и капацитета за ефикасну заштиту овог значајног геолошког локалитета.

4.2. Научно истраживачки рад

У сегменту који се односи на научно истраживачки рад, фокус ће бити постављен на два комплементарна правца:

- Истраживање утицаја климатских услова на стене: Овај део истраживања бавиће се проценом утицаја различитих климатских сценарија на стабилност и ерозију стеновитог материјала карактеристичног за Ташмајдански спруд. Кроз контролисане лабораторијске експерименте симулираће се различити климатски услови (температуре, падавине, циклуси замрзавања и одмрзавања) како би се детаљно истражиле реакције материјала и квантификовали ефекти на механичке карактеристике стена. Циљ је да се, користећи напредне симулације, моделирају дугорочни ефекти климатских промена на стенске структуре Ташмајданског спруда и предвиде потенцијални ризици од убрзане ерозије и нестабилности.
- Компаративна анализа две различите фотограметријске методе биће спроведена са циљем оптимизације коришћених техника за мапирање и надгледање промена на терену Ташмајданског спруда. Поређењем прецизности, ефикасности и трошкова различитих метода, омогућиће се избор најоптималнијих техника за дугорочни мониторинг локалитета. Ова анализа ће обухватити тестирање ефикасности метода у различитим условима осветљења, вегетације и топографије, како би се обезбедила робустност и поузданост прикупљених података. Резултати ове анализе ће подржати даљи развој методологија за праћење стања стенске масе, повећати ефикасност и смањити трошкове мониторинга.

У Завршном извештају даће се анализа и оцена стања природног добра и упоредна анализа тренутног и прошлогодишњег стања.

4.3. Предлог методологије за експериментално испитивање

Органско-гребенски (миоценски) кречњаци Ташмајданског спруда одликују се изразитом микропоророзношћу, структурном хетерогеношћу и високом осетљивошћу на синергијско дејство климатских цикуса и антропогених утицаја. Резултати досадашњих лабораторијских испитивања (Прилог 1) показали су значајан губитак масе услед дејства сулфата (6,31%), што материјал у површинској зони класификује као непостојан на мраз и директно објашњава континуирано осипање детритуса регистровано фотограметријом. Како би се квантификовали процеси дугорочне деградације под утицајем савремених климатских флуктуација и агресивних процедних вода из нелегалних испуста, методологија експерименталних испитивања унапређује се кроз следеће истраживачке целине:

- **Експерименталне симулације климатских циклуса:** У контролисаним лабораторијским условима симулираће се појединачни и комбиновани утицаји кључних егзогених параметара на еталонираним пробним телима (цилиндрима и коцкама) узетим са репрезентативних локација. Испитни програм обухвата:
    - Циклусе смрзавања и одмрзавања: Симулација од 15, 25 и 50 циклуса смрзавања у води/ваздуху са праћењем пада динамичког модула еластичности (ултразвучном методом) и деградације једноаксијалне притисне чврстоће.
    - Циклично квашење и сушење: Утврђивање индекса трајности кречњака (I_{d2}) под утицајем наизменичног овлаживања и сушења на температури до 105°C.
    - Хемијско-агресивне симулације: Испитивање отпорности потопљених узорака у растворима са повишеним концентрацијама детерџената, масти и киселина (симулација процедних вода из угоститељских објеката) ради праћења брзине хемијске корозије и дисолуције калцитне основе.
    - Симулација температурног шока (термокластичност): Излагање сувих и влажних узорака цикличним температурним градијентима (од –10°C до +50°C уз контролу UV зрачења) ради праћења генерисања међузрнских микронапрслина.
- **Процеси убрзаног временског распадања:** Ради математичког предвиђања века трајања и деградације стене кроз време, лабораторијски експерименти биће калибрисани методама вештачког убрзаног старења. Анализом параметара порозности (живина интрузиона порозиметрија), микроструктуре (скенирајућа електронска микроскопија – SEM) и петрографског састава пре и после испитних циклуса, идентификоваће се тачан кинетички модел распадања матрикса кречњака. Резултати ових анализа омогућиће дефинисање прагова после којих долази до наглог пада чврстоће на притисак испод референтних 6,3–6,7 MPa.
- **Развој и примена система за рано упозоравање на нестабилност:** Повезивањем нумеричких вредности лабораторијских испитивања са векторским померањима из 3Д фотограметријских модела и спектралних индексних карата, формулисаће се

матрица геохазардног ризика. Систем за рано упозоравање обухватиће дефинисање три нивоа критичних прагова:

1. Ниво опреза (зелени статус): Стабилно стање уз редовно евидентирано осипање детритуса.
2. Ниво упозорења (жути статус): Повећање брзине деструкције заштитног торкрета, пуцање кошуљице (уочено на Сегменту 2) или ширење поља високе влаге и биофилма.
3. Ниво аларма / хитне интервенције (црвени статус): Регистрација отварања примарних пукотина преко критичних вредности (>2 mm кинематског отварања) или уочавање нестабилности блокова у зони препуста. Аутоматизовани протокол хитног извештавања обезбедиће благовремено обавештавање Управљача и надлежних служби ради тренутне физичке блокаде критичних делова платоа и трибина.

- **Интердисциплинарни приступи:** Ефикасно очување стабилности захтева интегрисани мултидисциплинарни концепт у коме учествују инжењерски геолози, геотехничари, хемичари и конзерватори камена. Лабораторијски резултати испитивања физичко-механичких параметара и климатских симулација служиће као директна подлога за:
    - Одабир компатибилних конзерваторских материјала: Тестирање компатибилности савремених консолиданата (на бази етил-силиката) и паропропусних хидрофобних средстава (силани/силоксани) директно на узорцима ташмајданског кречњака.
    - Пројектовање грађевинско-техничких мера: Дефинисање рецептура малтера за санацију пукотина у торкрету (Сегмент 2) и прорачун параметара заштитних челичних мрежа у подножју одсека.
    - Фитосанитарни менаџмент: Усклађивање агротехничких и хемијских мера за уклањање инвазивног киселог дрвета (Ailanthus altissima) без деструктивног утицаја на карбонатни састав матичне стене.

5. ПРЕДЛОГ ДОДАТНИХ КОРАКА ЗА ОДРЖАВАЊЕ И УНАПРЕЂЕЊЕ

На основу досадашњих сазнања прикупљених током четворогодишњег мониторинга (2023–2026), јасно је да су неопходне циљане мере за очување стабилности и одржавање природних ресурса Ташмајданског спруда. У наредном периоду, поред постојећих, препоручују се следеће додатне акције, како би се унапредили заштитни напори и постигла одрживост:

- **Интензивирање сарадње и комуникације са свим корисницима простора:** Одржавање редовне и активне комуникације са свим корисницима простора (Спортски центар Ташмајдан, угоститељски објекти на горњем платоу, локалне заједнице, туристи, итд.) је кључно за ефикасно праћење активности које се одвијају на локалитету и минимизирање њиховог потенцијалног негативног утицаја на стабилност и стање спруда. Потребно је активно укључити све кориснике простора у процес заштите кроз едукацију и подизање свести о важности очувања овог геолошког споменика природе, са посебним освртом на забрану неодговорног испуштања отпадних флуида преко стене;
- **Унапређење система дренаже и контроле отпадних вода:** Побољшање система за одводњавање површинских вода и контролу отпадних вода може значајно допринети стабилности терена и смањењу површинског распадања стенске масе. Потребно је пажљиво анализирати постојећи систем дренаже и идентификовати критичне тачке, те спровести мере за његово унапређење (изградња нових сабирних канала дуж горње ивице одсека, чишћење постојећих олука, провера и, по потреби, отклањање неадекватних испуста воде из објеката на горњем платоу). Тиме ће се елиминисати директно квашење карбонатне основе агресивним отпадним водама које убрзавају ширење тамног биофилма и хемијску корозију;
- **Израда свеобухватног конзервационог плана:** Развој и имплементација свеобухватног конзервационог плана је кључна за дугорочну заштиту Ташмајданског спруда. План треба да обухвати конзерваторске активности (темељно чишћење лица стене од органских наслага и биофилма, примена

савремених паропропусних хидрофобних заштитних премаза избор одговарајућих поступака заштите након провере њихове погодности за стену), рестаурацију деградираних подручја, програме едукације и подизања свести јавности, као и дефинисање мера за одрживо управљање локалитетом. **Посебан сегмент конзервационог плана мора бити грађевинска санација заштитног торкрет-слоја у Сегменту 2, где је уочено напредовање мрежастих пукотина, како би се зауставило подливање воде под заштитну кошуљицу.** План треба да буде заснован на резултатима мониторинга и истраживања, и редовно ажуриран.;

- **Примена биоинжењерских мера за стабилизацију косина**: Размотрити могућност примене биоинжењерских мера за стабилизацију прелазних делова платоа изнад одсека Ташмајданског спруда. Ове мере подразумевају контролисано уклањање инвазивне дрвенасте вегетације (првенствено киселог дрвета – Ailanthus altissima), уз редовно праћење и поновљено механичко уклањање изданака који се јављају у пукотинама, без оштећивања стене. На контактним земљаним деловима препоручује се коришћење плиткоукорењених биљака (аутохтоних врста) и природних материјала (био-мреже од кокосових влакана, фашине) за стабилизацију тла, спречавање ерозије и побољшање дренаже. Биоинжењерске мере су еколошки прихватљиве, релативно јефтине и могу допринети спречавању спирања хумуса преко стене и побољшању естетског изгледа локалитета. Пре примене биоинжењерских мера, потребно је спровести детаљну анализу услова на терену и одабрати одговарајуће биљне врсте и технике;
- **Обезбеђивање физичке заштите и постављање упозорења:** Постављање заштитне ограде на доњој страни спруда, као и јасних табли упозорења на могућу појаву ситних одрона, је неопходно за обезбеђивање безбедности посетилаца. Поред тога, с обзиром на то да је мониторингом констатовано константно осипање ситнозрног детритуса дуж десног крила (изнад равне кровне плоче објекта у Сегментима 6 и 7), потребно је размотрити постављање дискретних заштитних челичних мрежа високе чврстоће на деловима спруда који су подложни осипању. Редовно одржавање ових мера заштите је од изузетног значаја;

- **Израда Плана адаптације на климатске промене**: С обзиром на све израженији утицај климатских промена, препоручује се израда посебног Плана адаптације Ташмајданског спруда на климатске промене. Овај план би требало да обухвати процену ризика од климатских промена (повећање температуре, циклуси интензивног загревања и хлађења који воде термокластичном пуцању, екстремне бујичне падавине, суше), дефинисање мера за смањење тих ризика (нпр. изградња робуснијих дренажних канала, биолошко везивање земљаног слоја, заштита каверни и примена материјала отпорних на екстремне услове) и успостављање система за праћење ефикасности примењених мера. План адаптације на климатске промене би осигурао дугорочну отпорност Ташмајданског спруда на будуће климатске промене;
- **Обезбеђење финансијских средстава**: **Адекватно финансирање представља темељ за успешну имплементацију мера заштите, ревитализације и одрживог управљања Ташмајданским спрудом. Осигуравање додатних средстава кључно је за подршку континуираном мониторингу, спровођење конзерваторских радова, финансирање истраживачких пројеката, реализацију едукативних активности усмерених на подизање свести јавности, као и за имплементацију конкретних мера адаптације спруда на климатске промене. Неопходно је диверсификовати изворе финансирања кроз буџетска средства града Београда, наменска средства надлежних секретаријата, донације, спонзорства, и фондове за заштиту животне средине, уз транспарентно управљање ресурсима како би се ефикасно остварили циљеви заштите и очувања овог значајног споменика природе.**

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.

6. ЗАКЉУЧАК

На основу обилазака и расположивих фотограметријских приказа за период 2023–2026. године, нису уочене видљиве промене основне геометрије Миоценског спруда нити померања стенских делова дуж главних пукотина. Истовремено, на појединим деловима одсека уочени су ситан стенски детритус, површинско осипање, трагови отицања воде и локалне пукотине у заштитном торкретном слоју. Ове зоне треба наставити пратити током редовних обилазака.

Посебну пажњу потребно је посветити отицању воде преко трибина и стенског одсека, као и местима на којима се вода задржава у пукотинама. На снимцима су видљиве и зоне тамних превлака, чији распоред треба тумачити заједно са теренским запажањима. Потребно је проверити стање одводњавања и могуће неадекватне испусте воде са горњег платоа.

Вегетација је током 2026. године уклањана једном у јуну, два пута у јулу и по једном у августу и септембру. Њен поновни раст, нарочито у пукотинама, указује на потребу за редовним контролама и поновљеним физичким уклањањем у складу са условима заштите природног добра. Резултати лабораторијских испитивања из Прилога 1 представљају допунску подлогу за праћење својстава испитаног стенског материјала.

Извештај о снимању дат у Прилогу 2 документује фотограметријско снимање спруда током 2026. године, израду ортомозаика и 3Д модела, као и упоредне приказе стања из 2025. и 2026. године. Ова документација представља основу за поређење видљивих промена на стенском одсеку, укључујући распрострањеност вегетације, површинске наслаге и стање карактеристичних морфолошких зона, током наредних снимања.

У наредном периоду потребно је наставити редовне обиласке и годишње снимање беспилотном летелицом, физичко уклањање вегетације, праћење отицања воде и стања заштитног торкрета, као и чишћење простора након јавних догађаја. На основу уоченог

стања треба утврдити приоритете за унапређење одводњавања и одржавање постојећих мера заштите. За континуитет мониторинга и спровођење потребних мера очувања неопходно је благовремено планирати и обезбедити одговарајућа финансијска средства.

У Београду,
28.09.2026.

Извештај саставили:



др Никола Живановић



др Стеван Ћорлука

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 2026. год.

С А Д Р Ж А Ј

I. УЧЕСНИЦИ У ИЗРАДИ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ

II.ТЕКСТУАЛНИ ДЕО

III. ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ

САДРЖАЈ

ПРИЛОГ 1 ..... **1**

I. УЧЕСНИЦИ У ИЗРАДИ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ **2**

1. УВОД **4**

2. ЛАБОРАТОРИЈСКА ИСПИТИВАЊА **4**

2.1. Испитивања узорака стена 4

2.2. Резултати лабораторијских испитавања 7

III. ПРИЛОЗИ

Прилог бр.1 Дијаграми тока испитивања притисне чврстоће

Прилог бр.2. Фотодокументација

I. УЧЕСНИЦИ У ИЗРАДИ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ



Др Никола Живановић
Лиценца бр. 3Б1И00823 (А)



др Стеван Ћорлука
Лиценца бр.А10 И01402 19

II.ТЕКСТУАЛНИ ДЕО

1. УВОД

У оквиру геотехничког мониторинга Миоценског спруда Ташмајдан, дана 30.07.2025 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 узорака стена

У лабораторији за геомеханику испитани су и узорци стена у складу са одговарајућим СРПС стандардима.
Фотодокументација испитивања узорака 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 порама 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)

γ_p - запреминска маса парафина (g/cm^3)

Запреминска узорка срачуната је према формули:

$$V = V_1 - V_p$$

где је:

V_1 - запремина истиснуте течности (cm^3)

V_p - запремина парафина (cm^3)

Запреминска маса срачува се према формули:

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

где је:

γ - запреминска маса стене (g/cm^3)
G - маса стене (g)
V- запремина стене (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:

σ_c – једноосна притисна чврстоћа (MPa)
F_{max} - сила која је довела до лома (MN)
A – почетна површина узорка (m^2)

На слици бр. 2.1.2.1 приказана је схема одређивања једноосне чврстоће на притисак.

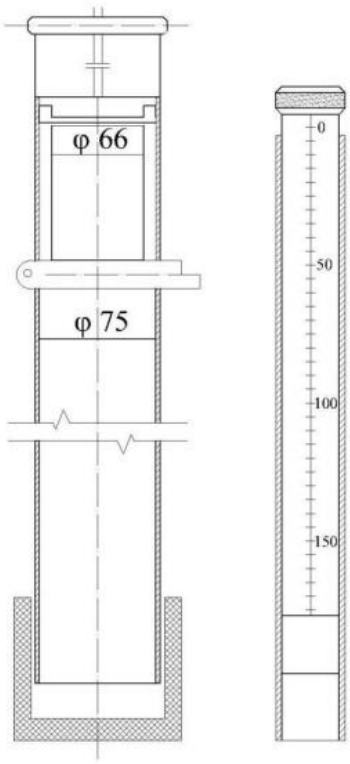


Слика бр.2.1.2.1

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

2.1.3. Одређивање отпора према дробљењу

Дробљивост је особина стенским материјала да се дробе – ломе при дејству спољне силе механичког карактера.
Поступак испитивања отпорности стенске масе према дробљењу спроведен је у складу са методом одређивања дробивости – динамичке чврстоће по М.М.Протођаконову млађем, за шта се користи опрема приказана на слици 2.1.3.1.



Слика бр.2.1.3.1 Уређај за одређивање дробљивости

Метода са заснива на узимању узорака материјала одређених димензија који се стављају у аван и на исте делује одговарајућом силом са одређене висине и то 5 удара тегом по сваком узорку. Као резултат овог рада, материјал се дроби и при томе региструје висина материјала у мензури која је добијена просејавањем најмање 5 узорака кроз сито од 0,5 mm на основу чега се срачунава дробљивост материјала по обрасцу:

$$f_l = \frac{20 \cdot n}{l}$$

Где је:

f_l - динамичка чврстоћа – дробљивост
n - број удара тегом,
l - висина фракције измерена испод 0,5mm измерена у мензури.

2.1.4. Испитивање постојаности на мраз – индиректна метода са раствором натријум сулфата

Овим стандардом се утврђује индиректна метода за испитивање постојаности природног камена на мразу употребом засићеног раствора натријум – сулфата. Метода одређивања

једноосне притисне чврстоће SRPS B.B8.002:1989 – povučen.

Пробна тела димензија 5x5x5 cm се добро оперу, а затим суше на температури од 105°C до постизања сталне масе. Након сушења, свако појединачно пробно тело се прецизно мери са тачношћу од 0,1%.
Сува и измерена пробна тела затим се потапају у раствор натријум сулфата. Потапање се врши тако да пробна тела буду покривена раствором за најмање 1,5 cm. Посуда са раствором и потопљеним телима затвара се поклопцем и држи на температури од 20±2°C, односно 16-18 часова.
Након тога, свако пробно тело појединачно се извади и прегледаа у циљу утврђивања појаве пукотина, напрслина или других оштећења. Стање сваког пробног тела се региструје. Затим се пробна тела враћају у сушару и суше на температури од 105°C. После 4 часа, извуку се из сушаре, остављају да се охладе најмање 2 часа, и поново се потапају у раствор натријум сулфата.
Један циклус састоји се од потапања, прегледа, сушења и хлађења. Испитивање постојаности на мраз изводи се кроз 5 таквих циклуса.
Камен се сматра непостојаним ако укупни губитак масе, израчунат као просечна вредност свих 5 узорака, прелази 5%.

2.2. Резултати лабораторијских испитавања

Резултати лабораторисјког испитивања узорка стена, прикупљених на локацији Миоценски спруд Ташмајдан, приказани су у табели 1.

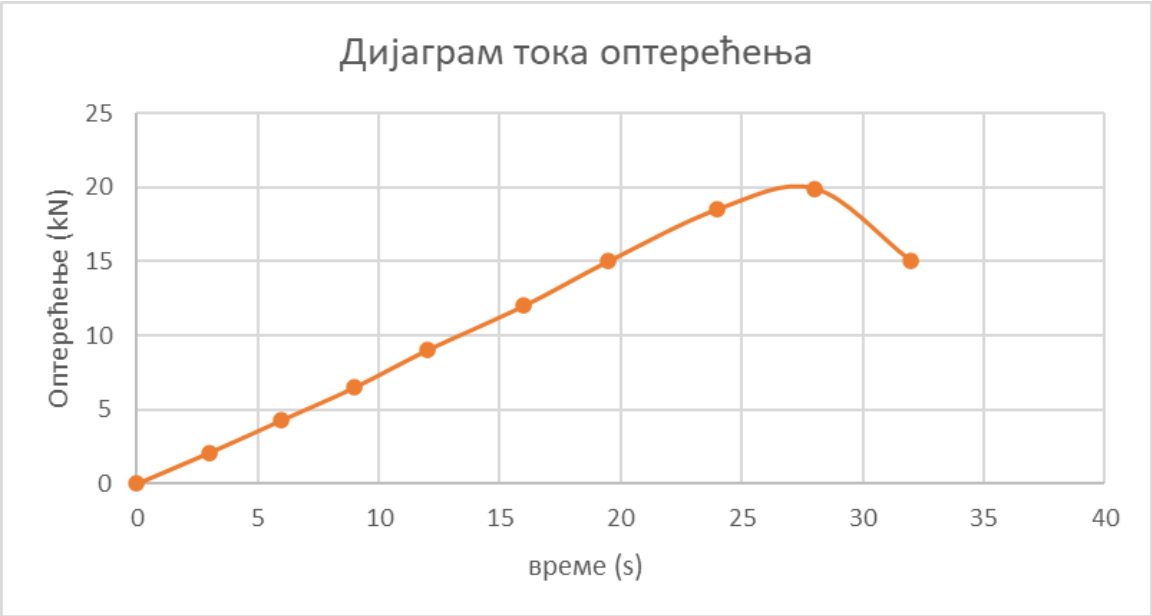
Табела 1 – Резултати испитивања запреминске масе и једноосне притисне чврстоће

Редни број	**ОЗНАКА УЗОРКА**	**ЗАПРЕМИНСКА МАСА СРПС У.Б1.017-повучен**	**ЈЕДНОАКСИЈАЛНА ПРИТИСНА ЧВРСТОЋА СРПС Б.Б7.126**	**ОДРЕЂИВАЊЕ ОТПОРА ПРЕМА ДРОБЉЕЊУ**	**ПОСТОЈАНОСТ НА ДЕСТВО МРАЗА Na_2SO_4 СРПС Б.Б8.002 - повучен**
		Υ	σ_c	*fi*	*%*
		g/cm³	**Mpa**		
1	U-1	2.32	6.344	3.5	6.31
2	U-2	2.29	6.726		

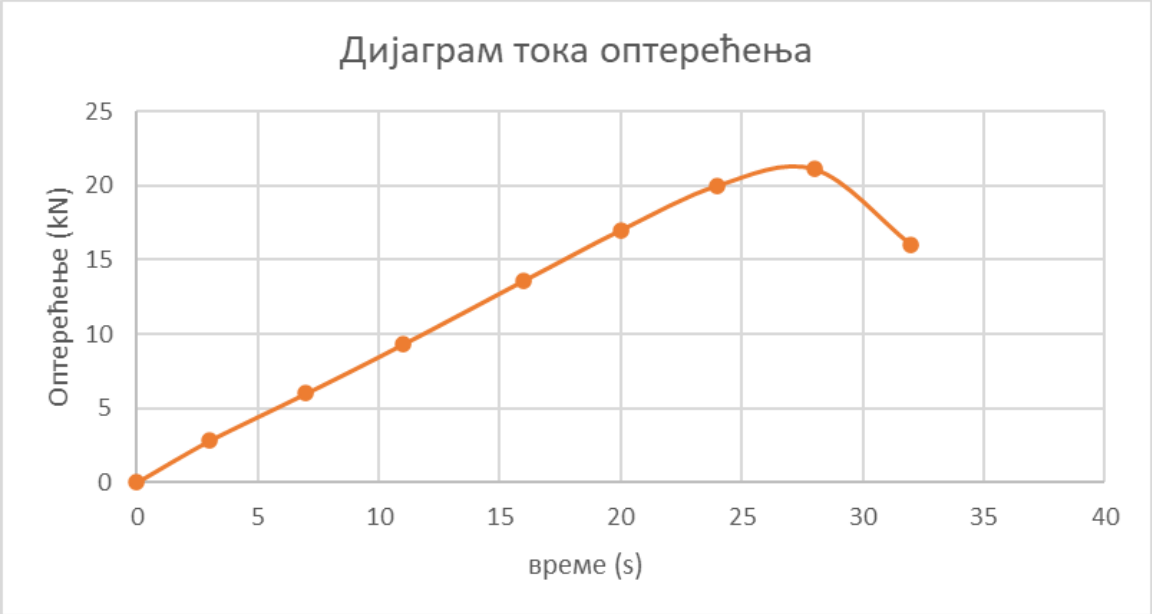
III. ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ

Прилог бр.1.

U-1



U-2



Прилог бр.2

ФОТОГРАФИЈЕ УЗОРАКА ПРЕ ИСПИТИВАЊА



ФОТОГРАФИЈЕ УЗОРАКА ПОСЛЕ ИСПИТИВАЊА



ПРИЛОГ 2

Извештај снимања „Миоценског спруда Ташмајдан“ – 2026. година

Снимање „Миоценског спруда Ташмајдан“ је извршено на локацији стадиона Ташмајдан, дана 07.08. 2026. у периоду 10 до 13 часова.

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

Снимљене фотографије су обрађене професионалним фотограметријским софтвером Agisoft Metashape Pro ver. 2.2.1. чиме су добијени следећи производи:

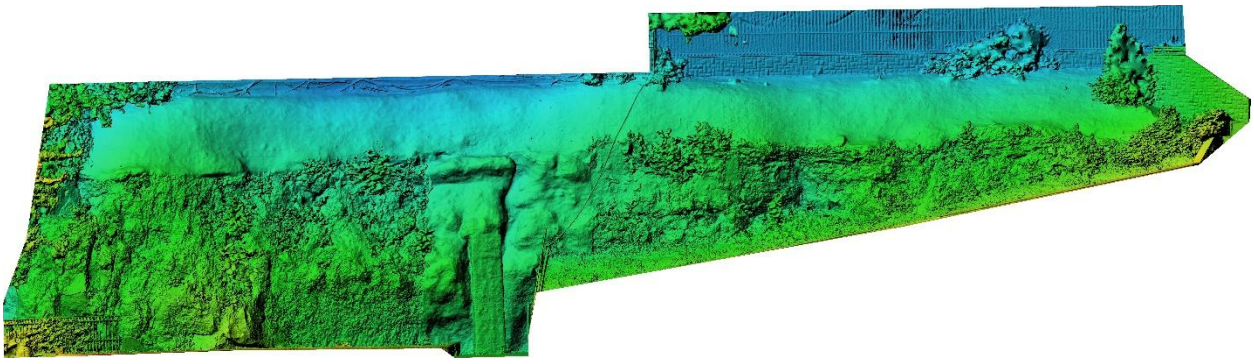
- Колорисани облак тачака
- 3D mesh
- 16K текстура
- Дигитални Елевациони Модели
- Ортомозаици

С обзиром да је снимање вршено одвојено за два различита дела спруда, израђена су два одвојена 3D модела са 27 милиона површина за леви део, односно 32 милиона појединачних површина за десни део спруда, који у себи садрже и изворну структуру са оригиналних фотографија. На основу израђених модела урађени су издвојени дигитални елевациони модели (слике 1. и 3.1. и 4.1.) и дигитални вертикални ортомозаици (фасаде), приказани на сликама 2, 3.2. и 4.2.

Ниво детаља постигнут снимањем износи 1.5 односно 1.3 mm/pixel.

Број појединчаних 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 укључања негативних последица раста вегетације на спруд.

Модели су подељени на неколико сегмената односно тачака. Леви модел је подељен на две велике целине, док је десни део услед геометрије подељен на пет сегмената (слике 3. и 4.)



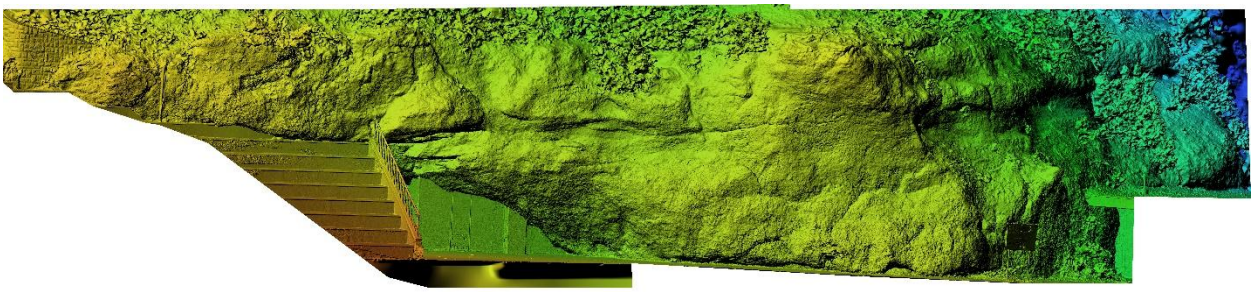
Слика 1. Дигитални елевациони модел левог дела



Слика 2. Дигитални ортомозаик левог дела

Леви део је подељен на две целине вертикалним стубом и вертикалним заштићеним делом. На оба дела је приментна зељаста и дрвенаста вегетација међу којом доминира појава киселог дрвета.

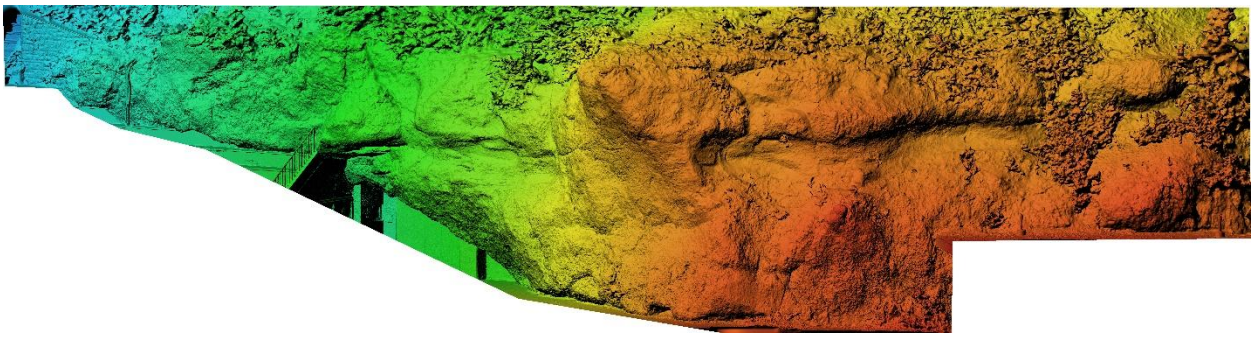
Десни део је подељен на више целина услед закривљене геометрије стенске масе.



Слика 3.1. Дигитални елевациони модел десног дела (1).



Слика 3.2. Дигитални ортомозаик десног дела (1)



Слика 4.1. Дигитални елевациони модел десног дела (2).



Слика 4.2. Дигитални ортомозаик десног дела (2)

Даље у прилогу се налазе прикази 3Д модела, и делови изворних фотографија које су коришћене за реконструкцију модела. На сликама 5, 6, и 7. су приказани распореди сегмената по деловима на 3D моделима..



Слика 5. Сегменти левог дела



Слика 6. Сегменти десног дела (леви део)

Прилог – опис сегмената и референтне карактеристике

Постојећа подела на сегменте и опис основних морфолошких карактеристика задржани су из извештаја за 2025. годину ради директне упоредивости. Прикази у овом делу предвиђени су за замену одговарајућим снимцима из 2026. године, док су референтни снимци из 2025. задржани у завршном делу за непосредно поређење 2025–2026.

Сегмент 1. левог дела представља релативо уједначен део, без значајних одступања од вертикале са уједначено присутном вегетацијом, са локалним одтсупањима у виду добро дефинисаних јединки киселог дрвета (Ailanthus altissima). Од целокупне снимљене површине први сегмент леве стране има највише заступљену вегетацију.

На првом сегменту се издваја лева странана којој је дефинисана вертикална пукотина, инад које се налази мала зараван која делује као колектор воде и распаднутог стенског материјала и органске материја, у којој долаи до појаве вегетације.

Границу између првог и другог сегмента чини зашћићени вертикални стуб, поред ког се налази и улаз у тоалет. Горњи део првог и другог сегмента је заштићен без изражених пукотина.

Сегмент 2 левог дела, се одликује појавом дрвенасте вегетације непосред испод заштите, и у самој заштити, на горњим деловима непосредно уз ограду ресторана изнад стенске масе. Вегетација је више присутна у десној половини другог сегмента испод заштиженог дела стенске масе у деловима који услед распадања и таложења материјала смањују нагиб и дозвољавају развој вегетације.

На наредним сликама приказани су делови сегмента 1. и 2. у виду приказа 3D модела и изворних фотографија.



Слика 7. 3D модел првог сегмента левог дела



Слика 8. 3D модел другог сегмента левог дела



Слика 9. 3D модел првог сегмента – вегетација



Слика 10. Изворна слика првог сегмента



Слика 11. Изворна слика првог сегмента



Слика 12. Изворна слика првог сегмента



Слика 13. Изворна слика првог сегмента



Слика 14. Изворна слика првог сегмента



Слика 15. Изворна слика првог сегмента – пукотина са леве стране



Слика 16. Изворна слика првог сегмента – пукотина са леве стране



Слика 17. „Колектор“ распаднутог стенског и органског материјала изнад пукотине – изворна слика



Слика 18. Изворна слика првог сегмента – пукотина са леве стране



Слика 19. Изворна слика изнад „колектора“ и пукотине



Слика 20. Изворна слика изнад вегетације првог сегмента



Слика 21. Централни део првог сегмента



Слика 22. Централни део првог сегмента



Слика 23. Вегетација првог сегмента



Слика 24. Вегетација првог сегмента



Слика 25. Вегетација првог сегмента



Слика 26. Прелаз између првог и другог сегмента 3D модел



Слика 27. Прелаз између првог и другог сегмента – изворна слика



Слика 28. Прелаз између првог и другог сегмента



Слика 29. Прелаз између првог и другог сегмента



Слика 30. Прелаз између првог и другог сегмента



Слика 31. Прелаз између првог и другог сегмента



Слика 32. Прелаз између првог и другог сегмента



Слика 33. Прелаз између првог и другог сегмента



Слика 34. Други сегмент 3D модел



Слика 35. Сегмент 2 изворна слика



Слика 36. Сегмент 2 - изворна слика



Слика 37. Сегмент 2 – изворна слика



Слика 38. Сегмент 2 изворна слика



Слика 39. Сегмент 2 – изворна слика удубљење са пукотином



Слика 40. Сегмент 2 са вегетацијом изнад заштићеног подручја



Слика 41. Сегмент 2 – крајњи десни део са вегетеацијом изнад заштићеног дела и непосредно испод стенске масе.



Слика 42. Сегмент 2 – Оштећења заштитног слоја.

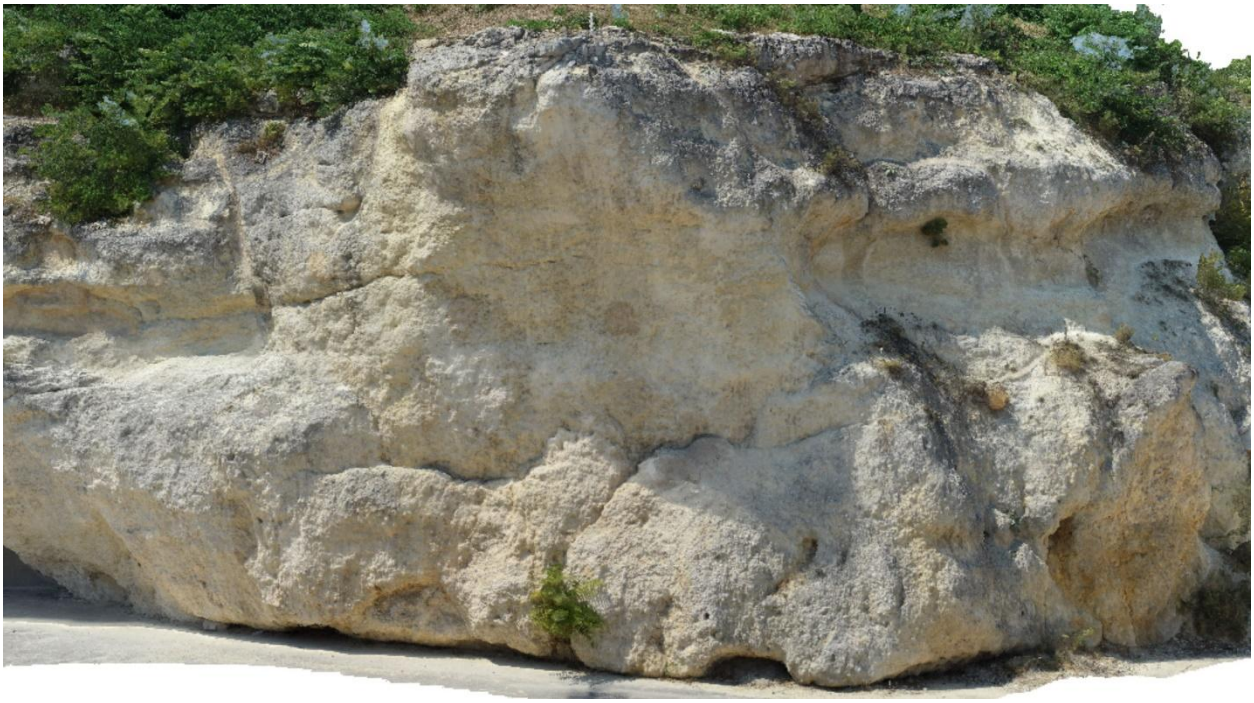
Десни део снимљене стенске масе се одликује закривљеном геометријом, и избочинама кој значајно одступају од вертикалног одосно „фасадног облика“.

Присуство вегетације је мање у односу на леви део стенске масе, осим у сегменту 7.

У прилогу су прикази 3D модела и изворних фотографија.



Слика 43. 3D Модел сегмената 3, 4, и 5 десног дела.



Слика 44. 3D Модел сегмената 5, и 6.



Слика 45. 3D Модел сегмената 6, и 7 десног дела.

Услед комплексности стенске масе, 3D модел посебно обухвата и додатне целине у оквиру поменутих сегмената.



Слика 46. 3D Модел детаљ сегмента 3.



Слика 47. 3D Модел детаљ сегмента 5.



Слика 48. 3D Модел детаљ сегмента 4.



Слика 49. Сегмент 3 на десном делу стенске масе – изворна слика



Слика 50. Сегмент 3 – промене на централном делу уз таложење органске материје и раст вегетације



Слика 51. Сегмент 3-4 промене боје уз таложење органске материје и раст вегетације



Слика 52. Сегмент 3 промена боје



Слика 53. Поглед одозго на прелаз између стене и биљног покривача на крајњем делу сегмента 3



Слика 54. Поглед одоздо на сегмент 3



Слика 55. Сегмент 4 – 3D модел



Слика 56. Сегмент 4 – изворна слика



Слика 57. Сегмент 4 – Пукотине и вегетација у горњем делу



Слика 58. Сегмент 4. доњи део, појава вегетације у путини



Слика 59. Сегмент 5 - Промена боје и појава вегетације



Слика 60. Сегмент 5 Појава вегетација на врху избочине на контакту са биљном вегетацијом



Слика 61. Избочине на којима се јавља вегетација на сегменту 5



Слика 62. Поглед одоздо на сегмент 5



Слика 63. Детаљ сегмента 5 са појавом вегетације и органском материјом



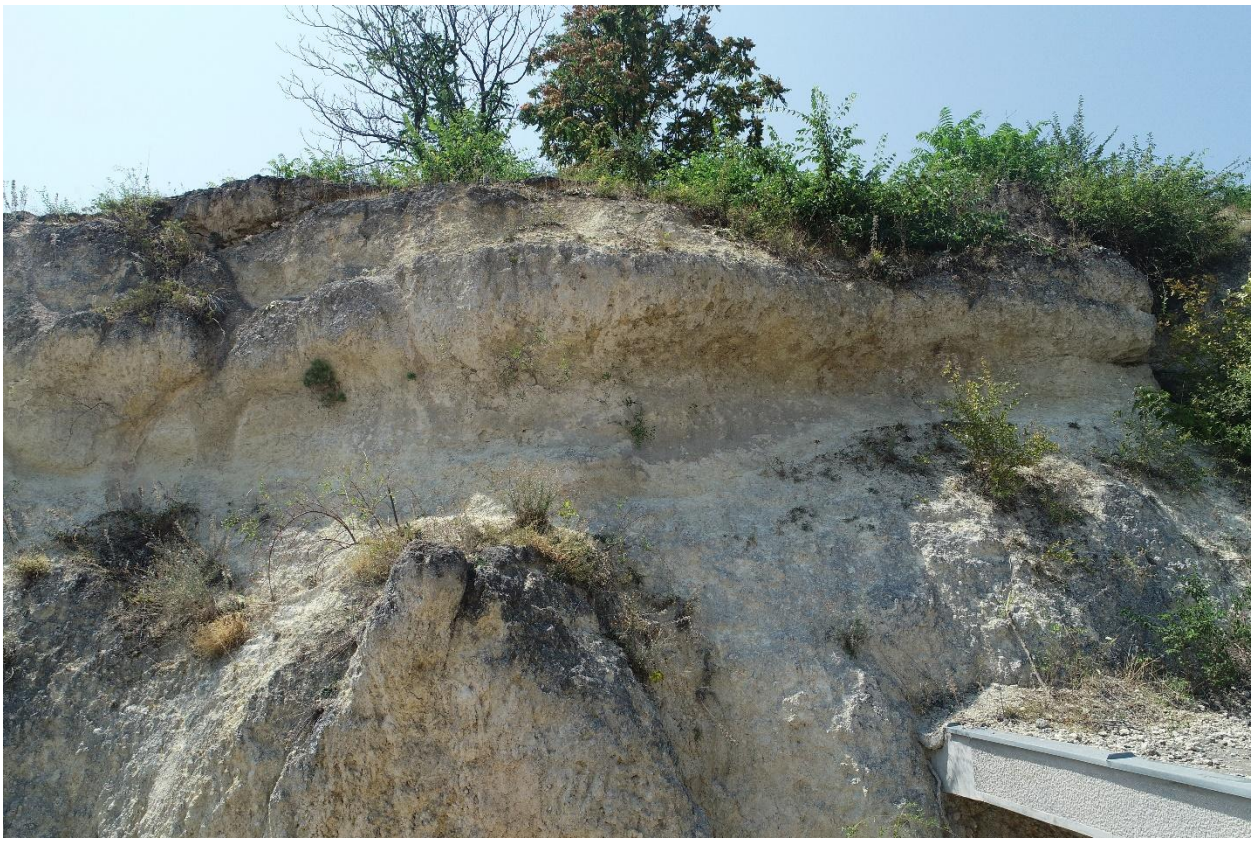
Слика 64. Прелаз између сегмената 5 и 6 – горњи део



Слика 65. Врх сегмента 5 – распадање стене и промена боје



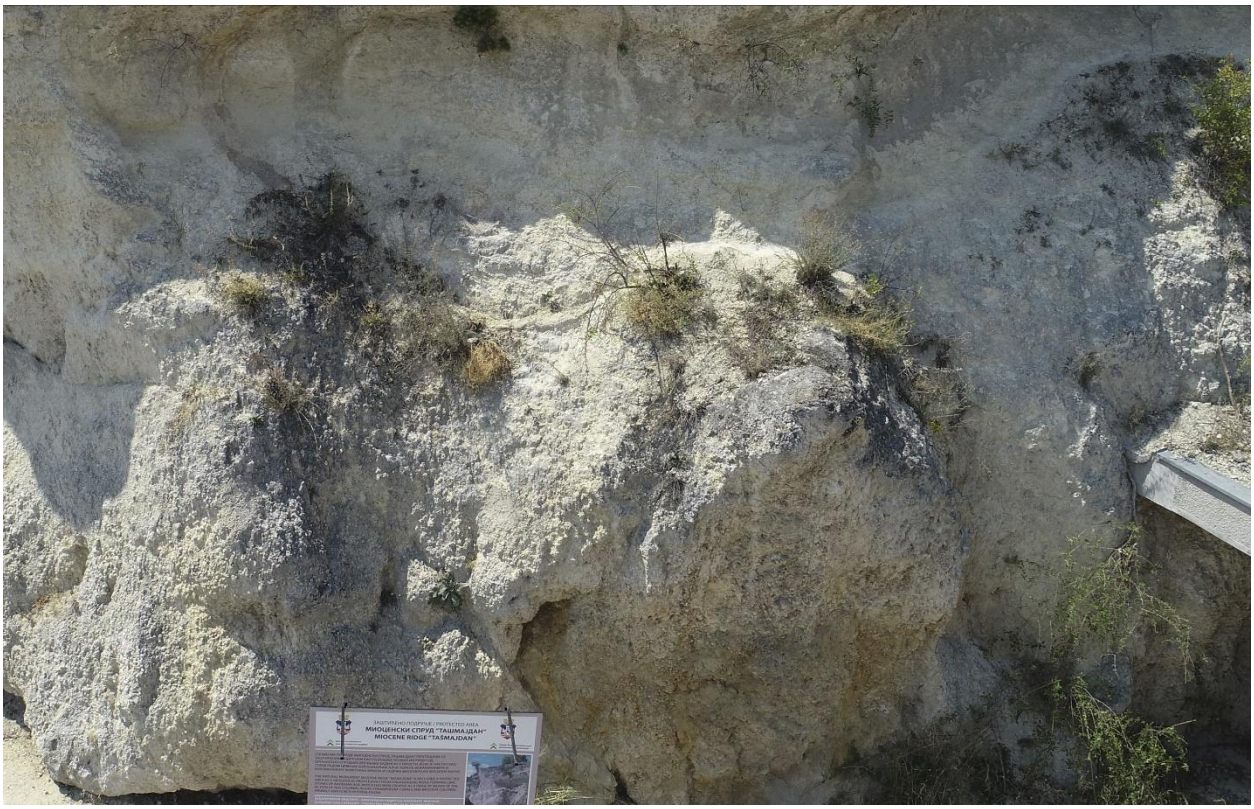
Слика 66. Појава вегетације испод на контакту са биљним покривачем



Слика 67. Појава вегетације на прелазу између сегментата 5 и 6.



Сегмент 68. Избочина са појавом вегетације



Сегмент 69. Избочина са појавом вегетације



Слика 70. Сегмент 6 - избочина са појавом вегетације



Слика 71. Сегмент 6 - избочина са појавом вегетације



Слика 72. Сегмент 6 - избочина и појава вегетације



Слика 73 – прелаз између сегмената 6 и 7



Слика 74. Сегмент 7 – највеће присуство вегетације на десној делу стенске масе



Слика 75. Сегмент 7 – највеће присуство вегетације на десној делу стенске масе



Слика 76. Сегмент 7 – највеће присуство вегетације на десној делу стенске масе



Слика 77. Вегетација у сегменту 7



Слика 78. Вегетација у сегменту 7



Слика 79. Вегетација у сегменту 7

Поређење стања Миоценског спруда: 2025–2026.

Обзиром да су снимања извршена у временском размаку од приближно годину дана, извршено је поређење стања из 2025. и 2026. године на истим карактеристичним деловима спруда, са посебним освртом на присуство и развој вегетације, као и могуће промене структуре, текстуре и боје стенске масе.

У наставку су приказане исте референтне зоне коришћене у претходном извештају. Са леве стране задржан је снимак из 2025. године као референтно стање, док је са десне стране предвиђен одговарајући снимак из 2026. године.



Слика 80. Сегмент 1-1 – поређење 2025–2026.



Слика 81. Сегмент 1-2 – поређење 2025–2026.



Слика 82. Сегмент 1-3 – поређење 2025–2026.



Слика 83. Сегмент 1-4 – поређење 2025–2026.



Слика 84. Сегмент 1-5 – поређење 2025–2026.



Слика 85. Сегмент 1-6 – поређење 2025–2026.



Слика 86. Сегмент 1-7 – поређење 2025–2026.



Слика 87. Сегмент 1-8 – поређење 2025–2026.



Слика 88. Сегмент 1-9 – поређење 2025–2026.



Слика 89. Сегмент 1-11 – поређење 2025–2026.



Слика 90. Сегмент 1-12 – поређење 2025–2026.



Слика 91. Сегмент 1-13 – поређење 2025–2026.



Слика 92. Сегмент 1-14 – поређење 2025–2026.



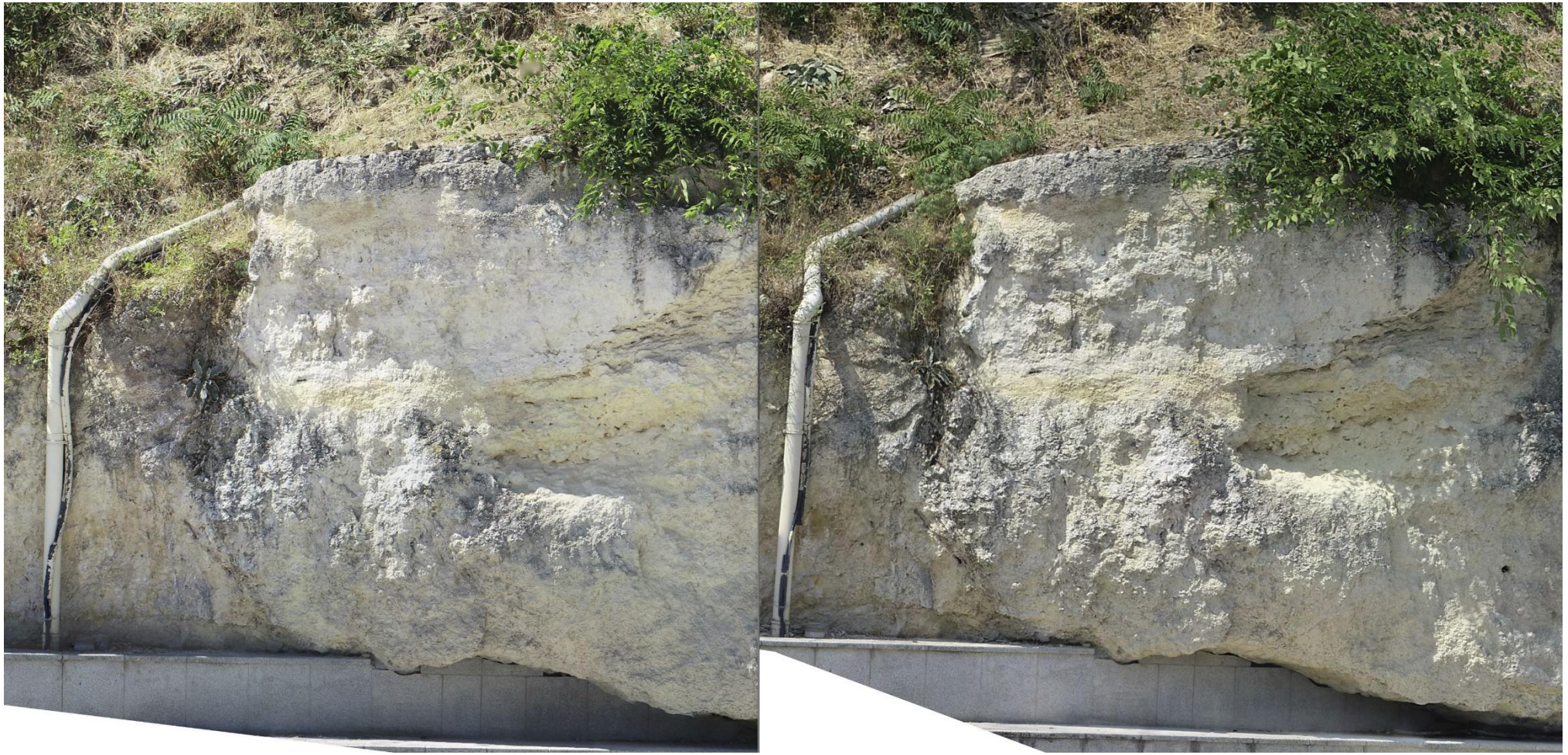
Слика 93. Сегмент 1-15 – поређење 2025–2026.



Слика 94. Сегмент 1-16 – поређење 2025–2026.



Слика 95. Сегмент 3-1 – поређење 2025–2026.



Слика 96. Сегмент 3-2 – поређење 2025–2026.



Слика 97. Сегмент 4-1 – поређење 2025–2026.



Слика 98. Сегмент 4-2 – поређење 2025–2026.



Слика 99. Сегмент 5-1 – поређење 2025–2026.



Слика 100. Сегмент 6-1 – поређење 2025–2026.



Слика 101. Сегмент 7-1 – поређење 2025–2026.