

Анализа утицаја пожара на депонијама на животну средину***Environmental Impact Assessment of Landfill Fires***Александра Стевановски, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Студијски програм – ИНЖЕЊЕРСТВО
ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ**

Кратак садржај – Рад се бави проблемом пожара на депонијама комуналног отпада, који представљају значајан ризик за животну средину и здравље људи. У раду су анализирани узроци и механизми настанка пожара на депонијама, као и њихови негативни утицаји на ваздух, земљиште и воду. Посебан фокус стављен је на савремене методе превенције и управљања овим пожарима. Истраживање обухвата преглед иновативних технологија за рану детекцију и мониторинг, као што су системи за праћење температуре и гасова, термалне камере, дронови и дигитални системи раног упозоравања. Примена ових технологија омогућава правовремено откривање потенцијалних пожара и смањење њихових последица. Значај истраживања огледа се у унапређењу система управљања депонијама и смањењу ризика од настанка пожара.

Кључне речи : пожари на депонијама, комунални отпад, превенција пожара, мониторинг пожара, савремене технологије

Abstract – The thesis addresses the problem of landfill fires, which represent a significant risk to the environment and human health. The paper analyzes the causes and mechanisms of landfill fire occurrence, as well as their negative impacts on air, soil, and water. Special attention is given to modern methods of prevention and management of such fires. The research includes an overview of innovative technologies for early detection and monitoring, such as temperature and landfill gas monitoring systems, thermal cameras, drones, and digital early warning systems. The application of these technologies enables timely detection of potential fires and reduces their consequences. The importance of this research lies in improving landfill management systems and reducing the risk of fire occurrence.

Keywords: Landfill fires, municipal solid waste, fire prevention, fire monitoring, modern technologies

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Дејан Убавин, ред. проф.

1. УВОД

Депоније комуналног отпада представљају значајан елемент система управљања отпадом, али истовремено

могу представљати извор различитих еколошких проблема. Један од најозбиљнијих ризика који се јавља на депонијама јесте појава пожара, који могу настати као последица сложених физичко – хемијских и биолошких процеса у отпаду. Током разградње органске материје долази до стварања депонијског гаса, пре свега метана, који у одређеним условима може довести до самозапаљења или експлозије. Поред тога, пожари могу настати и услед спољашњих фактора као што су људска непажња, неадекватно одлагање запаљивих материјала или неповољни метеоролошки услови [1], [5].

Пожари на депонијама могу имати озбиљне последице по животну средину и здравље људи. Сагоревањем отпада ослобађају се различите штетне материје које загађују ваздух, воду и земљиште, док дим и токсични гасови могу изазвати респираторне и друге здравствене проблеме код становништва у близини депонија. Због тога је разумевање механизма настанка пожара и примена адекватних мера превенције од кључног значаја за безбедно управљање депонијама [2].

У последње време све већу улогу у превенцији и контроли пожара имају савремене технологије које омогућавају ранију детекцију потенцијалних жаришта и ефикаснији мониторинг депонија. Примена система за праћење температуре, концентрације депонијског гаса, као и употреба термалних камера и беспилотних летелица омогућавају идентификацију ризичних зона и правовремено реаговање. Ове технологије представљају значајан корак ка унапређењу система управљања депонијама и смањењу ризика од настанка пожара [6], [7].



Слика 1. Пожар на депонији

Циљ овог рада је анализа настанка пожара на депонијама, њиховог утицаја на животну средину и здравље људи, као и преглед савремених технологија

које се користе у циљу њихове превенције и раног откривања.

2. МЕХАНИЗМИ НАСТАНКА ПОЖАРА НА ДЕПОНИЈАМА, УЗРОЦИ И ФАКТОРИ

Пожари на депонијама најчешће настају као последица сложених фактора, хемијских и биолошких процеса који се одвијају у телу депоније. Током разградње органског отпада долази до стварања топлоте и депонијског гаса, пре свега метана и угљен – диоксида. У случају повећане температуре и присуства кисеоника може доћи до самозапаљења отпада, што представља један од најчешћих механизма настанка пожара на депонијама [3], [4], [7].

Поред процеса разградње отпада, значајну улогу у настанку пожара имају и спољашњи фактори. Међу њима се издвајају људски фактор, неправилно одлагање запаљивих материја или одбачени опушци, као и високе температуре током летњих месеци (метеоролошки услови). Такође, присуство запаљивих гасова унутар депоније може довести до њиховог запаљења и ширења пожара кроз слојеве отпада, што додатно отежава његово гашење [5], [6].

Додатни фактори који утичу на појаву пожара укључују лоше управљање депонијом, недовољно прекривање отпада и недостатак система за контролу депонијског гаса. У таквим условима долази до акумулације запаљивих гасова и повећања температуре унутар депоније, што значајно повећава ризик од избијања пожара. Због тога је идентификација узрока и фактора ризика од великог значаја за планирање ефикасних превентивних мера и безбедно управљање депонијама [3], [7].

Пожари на депонијама се посебно често јављају на дивљим депонијама и на депонијама које не испуњавају услове санитарног одлагања отпада. На таквим локацијама отпад се најчешће одлаже без адекватне контроле, без система за прикупљање депонијског гаса и без редовног прекривања отпада, што значајно повећава ризик од настанка пожара. Поред тога, неконтролисано одлагање различитих врста отпада и одсуство система мониторинга додатно доприносе настанку и ширењу пожара. Због тога пожари на оваквим депонијама могу имати још израженије негативне последице по животну средину, јер долази до неконтролисаног ослобађања штетних гасова и загађујућих материја које могу значајно нарушити квалитет ваздуха, земљишта и воде [3].

3. ВРСТЕ ПОЖАРА НА ДЕПОНИЈАМА

Пожари на депонијама могу се поделити на површинске и подповршинске, у зависности од места настанка и начина ширења пожара. Површински пожари настају на површини депоније и најчешће захватају отпад који је директно изложен ваздуху. Ова врста пожара карактерише се видљивим пламеном, бржим ширењем и већом количином дима. Површински пожари могу настати услед људске непажње, одлагања запаљивих материјала,

неконтролисаног паљења отпада или утицаја високих температура и сувих временских услова [3], [6].

Подповршински пожари, познати и као тињајући пожари, настају унутар тела депоније и развијају се без јасно видљивог пламена. Они се јављају као последица биолошких и хемијских процеса разградње отпада, током којих долази до постепеног повећања температуре и могућег самозапаљења. Ови пожари се често шире споро, али могу трајати дуго и тешко се откривају и гасе, јер се жаришта налазе дубоко унутар депоније. Због тога подповршински пожари представљају један од најсложенијих проблема у управљању депонијама и захтевају примену система за континуирани мониторинг температуре и депонијског гаса [4], [6], [7].



Слика 2. Тињајући пожар на депонији – подповршински пожар



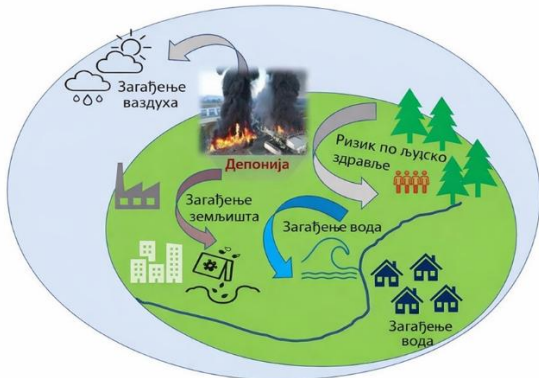
Слика 3. Пламтећи пожар на депонији – површински пожар

4. УТИЦАЈ ПОЖАРА НА ДЕПОНИЈАМА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ И ЗДРАВЉЕ ЉУДИ

Пожари на депонијама представљају значајан извор загађења ваздуха јер током сагоревања отпада долази до емисије штетних гасова и честица, укључујући угљен – моноксид, угљен – диоксид, азотне оксиде и fine суспендоване честице. Поред тога, сагоревање различитих врста отпада може довести до ослобађања токсичних једињења као што су диоксини и фурани, који имају дуготрајан негативан утицај на животну средину. Ове емисије могу допринети погоршању квалитета ваздуха и представљати озбиљан ризик за здравље становништва у близини депоније [2], [6].

Поред загађења ваздуха, пожари на депонијама могу имати негативан утицај и на земљиште и водне ресурсе. Током пожара долази до стварања загађених процедурних вода и таложења штетних материја на

површини земљишта, што може довести до контаминације подземних и површинских вода. Дуготрајно излагање диму и токсичним гасовима може изазвати различите здравствене проблеме код људи, укључујући респираторне проблеме, иритацију очију и коже, као и повећан ризик од хроничних болести. Због тога пожари на депонијама представљају озбиљан еколошки и здравствени ризик који захтева адекватне мере превенције и контроле [2], [7].



Слика 4. Утицај пожара на депонијама на животну средину

С обзиром на значајне негативне утицаје пожара на депонијама, неопходно је спроводити одговарајуће мере за смањење ризика и последица ових догађаја. Неке од основних мера укључују правилно управљање отпадом, контролу и сакупљање депонијског гаса, редовно прекривање отпада инертним материјалом и континуирани мониторинг температуре и емисија гасова. Поред тога, важно је спроводити редовне инспекције депонија и примену система за рану детекцију потенцијалних жаришта, како би се омогућила правовремена реакција и спречило ширење пожара. Применом ових мера може се значајно смањити ризик од пожара и ублажити њихов негативан утицај на животну средину и здравље људи [3], [6].

5. САВРЕМЕНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ ЗА ПРЕВЕНЦИЈУ ПОЖАРА НА ДЕПОНИЈАМА

Савремене технологије имају значајну улогу у превенцији и раном откривању пожара на депонијама. Једна од кључних мера је континуирани мониторинг параметара унутар тела депоније, као што су температура и концентрација депонијског гаса. Праћењем ових параметара могуће је на време уочити промене које указују на повећан ризик од samozагревања отпада и потенцијалног настанка пожара. Правовремена идентификација ових процеса омогућава предузимање превентивних мера и смањење ризика од већих пожара [3], [4], [7]. Поред система за мониторинг у последње време се све више развијају и примењују технологије даљинског надзора депонија. Употреба термалних камера и беспилотних летелица (дронов) омогућава идентификацију повишених температура и потенцијалних жаришта на великим површинама депонија. Овакве технологије омогућавају брзу детекцију проблема и ефикасније планирање интервенција, чиме се значајно унапређује систем превенције и контроле пожара на депонијама [8], [9].

Поред система за праћење температуре и концентрације депонијског гаса, у савременој пракси све више се примењују и дигитални системи за рану детекцију пожара. Ови системи користе комбинацију различитих сензора и софтверских алгоритама који анализирају прикупљене податке и омогућавају благовремено откривање потенцијалних жаришта. На основу прикупљених информација могуће је предвидети повећање ризика од настанка пожара и правовремено предузети мере за његово спречавање. Интеграција оваквих система са технологијама даљинског надзора значајно доприноси унапређењу управљања депонијама и смањењу вероватноће појаве пожара [7], [10].

6. ЗАКЉУЧАК

Пожари на депонијама представљају значајан еколошки и безбедносни проблем који може имати озбиљне последице по животну средину и здравље људи. Они настају као резултат сложених процеса разградње отпада, стварања депонијског гаса и утицаја различитих спољашњих фактора, као што су неправилно управљање отпадом и неповољни временски услови. Због тога је разумевање механизма настанка пожара од великог значаја за њихову превенцију и ефикасну контролу.

Пожари на депонијама доводе до емисије штетних гасова и токсичних материја које могу значајно нарушити квалитет ваздуха, земљишта и воде. Поред негативних утицаја на животну средину, они могу представљати и ризик по здравље становништва, посебно у насељима која се налазе у близини депонија. Због тога је неопходно унапређивати систем управљања отпадом и спроводити мере које ће смањити могућност настанка оваквих инцидената.

Примена савремених технологија за мониторинг и рано откривање потенцијалних жаришта представља важан корак у превенцији пожара на депонијама. Системи за праћење температуре и концентрације депонијског гаса, као и употреба термалних камера и беспилотних летелица, омогућавају благовремену идентификацију ризичних зона и ефикасније управљање депонијама. Унапређење ових система може значајно допринети смањењу ризика од пожара и заштити животне средине и здравља људи.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Singh D., Nema R.K. Municipal Solid Waste Management and Disposal, 2015.
- [2] Siddiqua A., Hahladakis J.N., Al-Attiya W.A.K.A. An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping, 2022.
- [3] Manjunatha G.S., Lakshmikanthan P., Kumar R. Detection and extinguishment approaches for municipal solid waste landfill fires: A mini review, 2023.

- [4] Moqbel S. Characterizing spontaneous fires in landfills, 2009.
- [5] Mikalsen R.F. et al. Fires in waste facilities: Challenges and solutions from a Scandinavian perspective, 2020.
- [6] Dąbrowska M., et al. Causes, types and consequences of municipal waste landfill fires, 2022.
- [7] Milošević L., Mihajlović E., Đorđević A., Protić M., Ristić D. Identification of fire hazards due to landfill gas generation and emission, 2017.
- [8] Sedano-Cibrian J. et al. 4D models generated with UAV photogrammetry for landfill monitoring thermal control of MSW landfills, 2023.
- [9] Tanda G. et al. A UAV-Based thermal imaging approach for the monitoring of urban landfills, 2020.
- [10] Rajeev Kumar Shakya: Landfill fire prediction and prevention system using machine learning model in case of Ethiopia, 2023.

Кратка биографија:



Александра Стевановски
рођена је у Новом Саду 2001.
год. Мастер рад на Факулету
техничких наука из области
Инжењерства заштите
животне средине одбранио је
2026.год.

Контакт:
astevanovskiii@gmail.com