

RIZICI USLED PARKIRANJA VOZILA SA POGONOM NA TEČNI NAFTNI GAS U ZATVORENIM PROSTORIMA**RISKS POSED BY PARKING LIQUEFIED PETROLEUM GAS POWERED VEHICLES IN ENCLOSED SPACES**

Nina Ivanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad analizira fizičko-hemijske karakteristike tečnog naftnog gasa i njegovu primenu kao pogonskog goriva, sa posebnim fokusom na rizike usled parkiranja vozila na TNG u zatvorenim garažama. Istraženi su fenomeni VCE i BLEVE, mehanizmi akumulacije gasa, rizici od eksplozije, kao i uticaj ventilacije i detekcije na bezbednost. Obrađeni su efekti kontakta TNG-a sa ljudskim tkivom i predložene mere zaštite, uz osvrt na važeće propise i neophodnost integracije tehničkih i organizacionih rešenja u upravljanju rizicima povezanim sa primenom TNG-a u zatvorenim prostorima.

Ključne reči: *Tečni naftni gas, zatvorene garaže, ventilacija i detekcija, BLEVE, bezbednost i zdravlje*

Abstract – This paper analyzes the physicochemical characteristics of liquefied petroleum gas and its use as a fuel, with emphasis on the risks associated with parking LPG-powered vehicles in enclosed garages. The study explores the phenomena of VCE and BLEVE, mechanisms of gas accumulation, explosion hazards, and the impact of ventilation and detection systems on safety. It also addresses the effects of LPG contact with human tissue and proposes protective measures, with reference to relevant regulations and the necessity of integrating technical and organizational solutions in risk management related to LPG use in confined spaces.

Keywords: *Liquefied petroleum gas, enclosed garages, ventilation and detection, BLEVE, safety and health*

1. UVOD

Vozila na tečni naftni gas (TNG) poznata su po ekološkoj prihvatljivosti, ali njihovo prisustvo u zatvorenim garažama nosi rizike stvaranja eksplozivnih koncentracija gasa. Oslobođanje TNG-a može izazvati ozbiljne incidente poput fenomena BLEVE i VCE, sa potencijalno teškim posledicama po ljude i imovinu. Čak i male količine u neprovetranom prostoru mogu izazvati eksploziju u prisustvu izvora paljenja. Zato su mere zaštite, kao što su ventilacija i sistemi detekcije gasa, kao i sigurnosni uređaji na vozilima, neophodni za sigurnost u urbanim garažama.

2. TEČNI NAFTNI GAS

TNG je mešavina propana i butana, poznata i kao propan-butan gas. Oko 60% se dobija iz prirodnog gasa, a ostatak iz nafte. Sastav varira zavisno od klimatskih uslova:

NAPOMENA:

Ovaj rad predstavljao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Nikolić, van. prof.

u hladnijim krajevima je veći udeo propana zbog bolje isparljivosti, dok se u toplijim više koristi butan. U Srbiji je odnos približno jednak [1].

2.1. Fizičke i hemijske karakteristike

Tečni naftni gas je bezbojan, visoko zapaljiv i eksplozivan, ali bez mirisa. Za lakšu detekciju, komercijalnom TNG-u dodaje se etil-merkaptan, organsko jedinjenje sa sumporom, što omogućava otkrivanje čak i pri niskim koncentracijama. TNG ima gotovo dvostruko veću gustinu od vazduha, zbog čega se smatra zagušljivcem koji istiskuje kiseonik. Slabo je rastvorljiv u vodi, što olakšava skladištenje i transport jer se ne meša s vodom. Iako nije toksičan, pri visokim koncentracijama može delovati kao anestetik i izazvati gušenje zbog nedostatka kiseonika. Kontakt s kožom može izazvati promrzline zbog intenzivnog isparavanja, dok je TNG agresivan prema materijalima kao što su guma i plastika [1].

Granica zapaljivosti određuje koncentraciju zapaljive materije u mešavini koja može izazvati eksploziju. Za smešu propan-butana u odnosu 35:65, donja granica zapaljivosti je 2%, a gornja 9% zapreminskog udela u vazduhu. Sagorevanjem TNG oslobađa toplotu i proizvodi ugljen-dioksid i vodenu paru, s temperaturom plamena do 1900°C. TNG karakteriše i visoki napon zasićenih para. Kod butana, pritisak pare iznosi 0,005 bara na 0°C i 0,8 bara na 15°C, a kod propana – 4 bara na 0°C i 5–6 bara na 15°C. Temperatura ključanja propana je -43°C, dok je za butan -0,5°C [1].

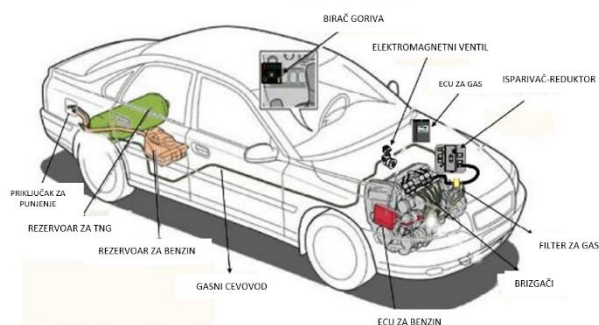
2.2. Upotreba u vozilima

TNG predstavlja izuzetno pogodno gorivo za motore sa unutrašnjim sagorevanjem zbog brojnih prednosti koje pruža. Jedna od ključnih karakteristika TNG-a je njegova sposobnost da se brzo i ravnomerno meša sa vazduhom, čime formira homogenu smešu za sagorevanje. Tokom procesa sagorevanja, TNG ne proizvodi dim niti taloge, čak ni u uslovima promenljivog rada motora, što doprinosi njegovoj pouzdanosti i efikasnosti. Pored toga, TNG se izdvaja i po svojoj ekološkoj prihvatljivosti. Udeo vodonika u molekulima jedinjenja koja čine TNG je visok, te u produktima sagorevanja dominira vodena para, dok je emisija ugljen-dioksida smanjena. Emisija oksida azota je takođe snižena, a gasovi iz sagorevanja ne sadrže olovna i sumporna jedinjenja. Kao gas, TNG ne stvara kondenzat, čime se smanjuje rizik od razređivanja ulja i dodatno produžava vek trajanja motora. Za razliku od benzinskih rezervoara koji mogu eksplodirati na visokim temperaturama, rezervoari za TNG izrađeni su od čelika debljine 3 do 4 mm, anatomski su oblikovani i otporni na

deformacije pri sudarima. Uz to, ekonomska isplativost TNG-a omogućava brz povratak ulaganja u gasni sistem, što ga čini atraktivnim izborom za korisnike, ali postoje nedostaci kao što su manja snaga motora, dodatna masa vozila i potreba za posebnim uslovima skladištenja i rukovanja [1].

3. INSTALACIJA TNG SISTEMA U VOZILIMA

Instalacije za napajanje TNG-om obično predstavljaju alternativne sisteme goriva za motore koji rade na benzin ili dizel gorivo, koji blisko sarađuju sa originalnim sistemom napajanja gorivom [2]. Različiti tipovi gasnih instalacija obično koriste isti osnovni skup komponenti, koji je prikazan na Slici 1.



Slika 1 Osnovne komponente instalacije za TNG [3]

TNG se pod pritiskom u tečnom stanju od rezervoara transportuje do isparivača, koji funkcioniše i kao reduktor. Isparivač je povezan sa sistemom za hlađenje motora, omogućavajući toplju tečnosti iz motora da zagreje tečni gas koji u tom procesu isparava. Na taj način, isparivač omogućava prelazak TNG-a u gasovito stanje, njegovo zagrevanje na odgovarajuću temperaturu, i smanjuje pritisak gasa na oko 0,8 bara, što je potrebno za napajanje motora [1].

Gasni sistemi novije generacije koriste se kod vozila sa ubrzgavanjem goriva u više tačaka (*multi-point injection*). Kod ovakvih sistema, gas se brizgava u usisne kanale, što bliže usisnim ventilima, a zatim se, zajedno sa vazduhom, odvodi u radne cilindre. Na taj način, kod ove vrste instalacije nema potrebe za mešačem. Jedna od ključnih karakteristika ovog sistema je njegova visoka brzina rada [4].

Radni pritisak u rezervoaru za TNG iznosi između 6 i 10 bara. Rezervoari koji se ugrađuju u vozila moraju biti u skladu sa trenutno važećim standardom, SRPS EN 12805:2011, čime se osigurava bezbednost sistema na TNG [1].

Svi priključci rezervoara smešteni su u gasno nepropusnom kućištu povezanom sa ventilacionim kanalima. Kada dođe do curenja, gas izlazi u spoljašnu sredinu kroz ventilacioni sistem, čime se minimizira rizik od ulaska gasa u putnički prostor vozila [2].

Ventil za ograničavanje punjenja na 80% odgovoran je za prekidanje dovoda gasa kada nivo goriva dostigne 80% geometrijske zapremine rezervoara. Ova funkcija omogućava zadržavanje slobodnog prostora unutar rezervoara, čime se omogućava prilagođavanje zapremine TNG-a u zavisnosti od temperature okoline. Prepunjavanje rezervoara iznad 80% zapremine, usled visoke temperature

okoline, može dovesti do porasta pritiska u rezervoaru i aktivacije sigurnosnog ventila [2].

Sigurnosni ventil za oslobađanje pritiska je sigurnosni uređaj namenjen ograničavanju maksimalnog pritiska unutar rezervoara na 27 ± 1 bar, i u slučaju prekomernog pritiska, omogućava ispuštanje TNG-a iz rezervoara u gasovitoj fazi. Gas iz ovog ventila ne sme biti usmeren ka izduvnoj cevi, u putnički prostor, u prostor za smeštaj motora, kao i u pravcu potencijalnog električnog varničenja. Pri brzom porastu temperature, delovanje sigurnosnog ventila možda neće biti dovoljno da pritisak svede na bezbedan nivo [2].

Protivpožarni ventil je sigurnosni uređaj opremljen termo-osiguračem koji se topi na unapred određenoj temperaturi od $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, čime se smanjuje pritisak kako bi se izbegla nekontrolisana deformacija ili curenje iz rezervoara. U slučaju požara, osigurač se topi i otvara otvor za brzo ispuštanje TNG-a iz rezervoara, čime se sprečava rizik od eksplozije [2].

4. RIZICI PRI SKLADIŠTENJU VOZILA SA POGONOM NA TNG

Rizik od isticanja TNG-a ograničava širu primenu vozila na ovaj pogon. Jedan od ciljeva istraživanja je prikaz metode kvantitativne analize rizika (QRA – *Quantitative Risk Analysis*) za upotrebu vozila na TNG u zatvorenim garažama. Metoda omogućava procenu rizika i dizajn ventilacionih i detekcionih sistema. Treba naglasiti važnost integracije CFD simulacija u QRA, čime se precizno procenjuje rizik od povreda ili smrtnog ishoda u incidentima s TNG-om [5].

4.1 Tehnika QRA

Sušтина kvantitativne procene rizika leži u odgovoru na tri ključna pitanja: Šta može poći po zlu? Kolika je verovatnoća za to? Koje su posledice? QRA je metod procene rizika koji se sprovodi odozgo ka dole i uključuje: definisanje neželjenih krajnjih stanja, identifikaciju početnih događaja koji mogu do njih dovesti, korišćenje dijagrama događaja i grešaka za razvoj scenarija nesreća, procenu verovatnoće svakog scenarija na osnovu dostupnih podataka i iskustava, kao i njihovo rangiranje prema učestalosti radi dobijanja pregleda rizika. Ovaj pristup omogućava strukturalno i detaljno razmatranje mogućih rizika i njihovih posledica [6].

4.2 CFD simulacije

CFD (*Computational Fluid Dynamics*) podrazumeva softversku simulaciju koja se može primeniti pri različitim uslovima, ali zahteva značajan nivo znanja i iskustva. CFD simulacije su posebno korisne u istraživanjima akcidenata, a verifikacija simulacionih rezultata se obično sprovodi eksperimentalnim putem kako bi se osigurala tačnost i pouzdanost predviđanja [7].

Primena CFD simulacija na problematiku isticanja TNG-a u neki prostor može se podeliti u tri kategorije [5]:

1. Analiza nenamernog curenja TNG-a i formiranja oblaka pare, uključujući njegovu veličinu i vreme detekcije.
2. Istraživanje razblaživanja oblaka pare putem ventilacije do koncentracije ispod donje granice zapaljivosti.

3. Procena posledica eksplozije zapaljivog oblaka, uključujući obim bljeska i nastali natpritisak.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Isparenja tečnog naftnog gasa mogu preći značajne udaljenosti od mesta ispuštanja do izvora zapaljenja, gde mogu izazvati požar, povratni plamen ili eksploziju. Pored toga, rezervoari u vozilima mogu oslabiti i pući ukoliko su izloženi visokim temperaturama [8].

Najveća opasnost po život dolazi od letećih fragmenata koji se mogu odbijati od zidova prostorije, krećući se nepredvidivim putanjama i stvarajući rizik od povreda. Takođe, udarni talas može izazvati ozbiljna oštećenja sluha i destabilizovati strukturu zgrade, što dodatno povećava rizik od kolapsa ili drugih strukturalnih oštećenja [9].

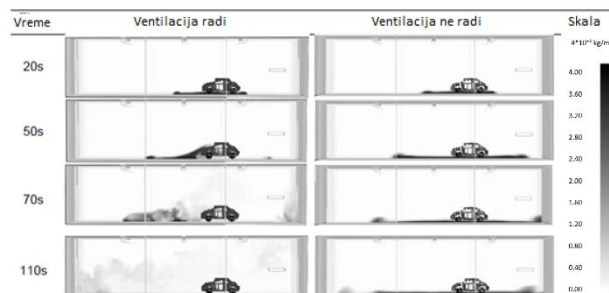
U istraživanju [5], 7 od 26 analiziranih scenarija identifikovani su kao visokorizični usled akcidenta koji uključuje isticanje gasa ili eksploziju rezervoara za TNG. Najverovatniji među njima je požar vozila praćen mlaznim požarom usled otvaranja sigurnosnog ventila. Ako dođe do prepunjavanja rezervoara za TNG i porasta temperature, može doći do otvaranja sigurnosnog ventila i formiranja mlaza goriva koji, ukoliko se zapali, izaziva mlazni požar. U slučaju da sigurnosni ventil zakaže, pritisak u rezervoaru može dovesti do njegovog pucanja i BLEVE eksplozije, često praćene vatrenim bljeskom, vatrenom loptom ili eksplozijom oblaka pare. Spontano otvaranje ventila takođe može dovesti do mlaznog požara ili, ako se mlaz ne zapali odmah, do stvaranja oblaka pare koji predstavlja rizik od vatrene eksplozije. Ovi scenariji predstavljaju potencijalne opasnosti u slučaju neispravnog funkcionisanja sigurnosnih uređaja ili uslova koji mogu dovesti do eksplozivnih događaja ili požara.

Očigledno je da su požar ili eksplozija najgori mogući scenariji, i mogu se očekivati u dva slučaja – kada postoji izvor paljenja, ali samo u situacijama kada nema sistema za detekciju i ventilaciju. Ako oba sistema rade kako treba, može se očekivati samo ograničen požar ili rasprostiranje gasa [8]. Ovo ukazuje na važnost primene odgovarajućih sigurnosnih sistema, kao i adekvatno održavanje vozila kako bi se smanjila verovatnoća prepunjavanja i spontanog otvaranja sigurnosnih ventila [5].

U dosadašnjim istraživanjima istaknuta su dva osnovna tipa ventilacionih sistema koji se koriste u ovakvim prostorima: tradicionalni sistemi sa ventilacionim kanalima i sistemi mlaznih ventilatora. Prema [8], tradicionalni ventilacioni sistemi sa kanalima raspoređuju odvod vazduha tako da se 50 % ukupne izduvne zapremine odvodi blizu poda, dok se preostalih 50 % odvodi ispod plafona garaže. Nasuprot tome, sistem mlaznih ventilatora koristi aktivne uređaje za usmeravanje vazduha, sa ciljem razbijanja i razblaživanja oblaka gasa. Eksperimentalni rezultati pokazuju značajne razlike u performansama ova dva sistema.

Tokom kontinuiranog rada tradicionalnog kanalskog sistema, oblak gasovitog TNG-a se zadržava pri podu, a uticaj ventilacije na njegovo uklanjanje je minimalan. S druge strane, uključivanjem sistema mlaznih ventilatora, primećuje se brzo razbijanje oblaka i njegovo ravnomerno rasprostiranje kroz prostor garaže. Nakon nekoliko minuta kontinuiranog rada, gas se razblažuje i stvara se ujednačena

gustina u celom prostoru (Slika 2), što značajno smanjuje opasnost od lokalizovanih visokih koncentracija gasa [8].



Slika 2 Koncentracija TNG-a u slučaju sa i bez aktivne ventilacije ($4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ na skali odgovara 10 % donje granice eksplozivnosti) [8]

Istraživanje naglašava da je u slučaju nenamernog ispuštanja TNG-a najverovatnija kratkotrajna pojava eksplozivne atmosfere, u trajanju od 10 do 30 sekundi. Takođe, koncentracija TNG-a je znatno veća na visini od 10 cm u odnosu na 30 cm, što ukazuje na važnost postavljanja gasnih detektora što bliže podu i blizu izvora emisije za pravovremenu detekciju. Utvrđeno je da je detekcija TNG-a na visini od 10 cm u proseku 40 % verovatnija nego na visini od 30 cm [8].

Zaključeno je da detektori TNG-a moraju biti postavljeni što bliže podu, a ventilacioni sistemi treba da efikasno ventiliraju donje delove garaža. Rezultati testova pokazuju da sistemi mlaznih ventilatora koji se pale po potrebi i sistemi sa vazдушnim kanalima često nisu dovoljni za ovaj zadatak, već je potreban kontinuiran rad ventilacije kako bi se obezbedila pravovremena reakcija [8].

Sprovedena je kvantitativna analiza rizika u garaži dimenzija 30×30 metara sa kapacitetom od 40 parking mesta, koristeći CFD simulacije [5]. Simulacija je omogućila proračun formiranja zapaljivog oblaka pare i njegovog razblaživanja, kao i procenu natpritisaka izazvanih eksplozijom. Pretpostavlja se da zapaljiv oblak pare, ukoliko se formira, ostaje prisutan u garaži dva minuta. To znači da, u slučaju da ventilacioni sistem ne radi neprekidno, oblak zapaljivih para mora biti detektovan putem sistema za detekciju gasa i zatim razblažen ventilacijom u roku od dva minuta. Stoga, trajanje prisustva zapaljivog oblaka para predstavlja jedan od ključnih parametara u dizajnu sistema za detekciju gasa i ventilaciju.

Vertikalno oslobađanje TNG-a brzinom od $0,55 \text{ kg/s}$ može dovesti do stvaranja stehiometrijskih oblaka pare preko 100 m^3 u roku od 50 sekundi, što približno odgovara vremenu potrebnom za pražnjenje rezervoara goriva zapremine 70 l. Oblak pare ove veličine može imati značajne posledice. Dok za isti vremenski period, ispuštanje gasa brzinom od $0,21 \text{ kg/s}$ dovodi do stvaranja oblaka od oko samo 5 m^3 , koji neće imati značajne posledice čak i ako dođe do zapaljenja jer će natpritisak biti manji od 0,02 bara. Prilikom ovakvih akcidenata, natpritisak od 0,02 bara može izazvati povrede ljudi, dok natpritisak od 0,1 bar može prouzrokovati i smrtno povrede. Takođe je primećeno da vertikalno oslobađanje, koje se suočava sa preprekama poput plafona, vozila i zidova, rezultira znatno većim oblacima pare u odnosu na horizontalno

Pored toga, simulacije su ukazale da eksplozivne sile izazvane velikim oblakom gasa mogu biti veoma opasne. Eksplozija oblaka od 200 m³ može generisati natpritiske veće od 0,3 bara u garaži površine oko 900 m², što može ozbiljno ugroziti stabilnost građevine i sigurnost prisutnih osoba [5].

Tokom simulacije, veliki oblak je razblažen na koncentraciju ispod donje granice zapaljivosti unutar 60 sekundi. Detektori gasa postavljeni na visini od 15 cm iznad poda mogli su da otkriju prisustvo zapaljivog oblaka pare za manje od minut nakon oslobađanja, što opravdava pretpostavku da zapaljivi oblak može biti prisutan u garaži maksimalno 2 minuta [5].

Važan zaključak iz simulacija odnosi se na efikasnost ventilacionih sistema u razblaživanju opasnih oblaka. ventilacioni protok od 200.000 m³/h značajno smanjuje koncentraciju gasa i brzo razblažuje oblak pare unutar prvih 20 sekundi rada. Nasuprot tome, manji protok od 50.000 m³/h nije bio dovoljan da spreči širenje oblaka po celoj podnoj površini garaže, što povećava rizik od eksplozije. Prema tome, preporučuje se minimalni protok ventilacije od približno 0,06 m³/s po kvadratnom metru površine garaže kako bi se efikasno razblažili veliki oblaci nastali usled brzog ispuštanja TNG-a [5]. Smanjenje ovog protoka produžava prisustvo opasnih oblaka i rizik od nesreća.

U zaključku, istraživanja [5, 8] potvrđuju da su efikasni ventilacioni sistemi i pravilno postavljeni detektori ključni za minimizaciju rizika od eksplozije u garažama sa TNG vozilima. Kontinuirani rad ventilacije i pravovremena detekcija mogu značajno smanjiti opasnost od požara i povreda, čime se obezbeđuje veća bezbednost kako ljudi tako i objekata.

6. UTICAJ NA LJUDE

Kontakt TNG-a sa kožom ili očima može izazvati promrzline i iritacije, posebno pri curenju gasa tokom dopune goriva ili zbog neispravne konverzije vozila. Zbog visokog pritiska i niske temperature skladištenja, neophodno je koristiti zaštitne mere pri radu sa vozilima sa TNG sistemima. Edukacija korisnika o opasnostima i pravilnoj upotrebi ključna je za prevenciju povreda. Pravilna dijagnostika i pravovremena prva pomoć mogu značajno poboljšati ishod povreda izazvanih kontaktom sa TNG-om.

Klinička slika povreda uzrokovanih direktnim kontaktom sa tečnim naftnim gasom može se kretati od površinskih oštećenja do nekroze i amputacija. Vreme izloženosti TNG-u je ključni faktor koji određuje raznolikost kliničkih manifestacija [10].

Početna procena hladne opekotine na osnovu izgleda gornjih slojeva kože nije uvek pouzdana, jer se dublje, degenerativne nekroze tkiva mogu pojaviti kasnije, zato pacijente sa ovim povredama treba pažljivo nadzirati od prvog dana. Najveći problem kod ovakvih trauma je ograničeno kliničko iskustvo medicinskog osoblja u vezi sa dijagnostikom i tretmanom. Da bi se smanjila stopa morbiditeta kod promrzlina izazvanih TNG-om ili sličnim uzrocima, važno je da pacijenti blagovremeno potraže medicinsku pomoć, a da zdravstveni radnici budu svesni različitih stepena ovih povreda. [10].

U slučaju promrzline preporučuju se osnovne mere prve pomoći, koje uključuju pranje zahvaćenog mesta sapunom i vodom i ispiranje kože u vodi blizu telesne temperature, do 40°C, u trajanju od 15 do 30 minuta. Ova metoda pomaže u minimalizaciji gubitka tkiva i bilo kakve hemijske iritacije. Umotavanje povređenog mesta toplim oblogom može doprineti postepenom zagrevanju povređene oblasti i smanjenju rizika od dodatnog oštećenja. [11].

7. LITERATURA

- [1] S. Rakić, "Analiza primene tečnog naftnog gasa kao pogonskog energenta motora SUS," Vojnotehnički glasnik, vol. 56, br. 1, str. 90–107, 2008.
- [2] J. Chojnowski, "Safety in the use of car gas fuel installations," Combustion Engines, vol. 61, 2022.
- [3] <https://www.cartoq.com/understanding-and-installing-lpg-kits-for/>. (pristupljeno u decembru 2024.)
- [4] K. Lejda i E. Zielinska, "Gas installations requirements for cars and automobile repair shops offering LPG services," Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, vol. 15, br. 1, str. 37–42, 2015.
- [5] F. Van den Schoor, P. Middha i E. Van den Bulck, "Risk analysis of LPG (liquefied petroleum gas) vehicles in enclosed car parks," Fire Safety Journal, vol. 57, str. 58–68, 2013.
- [6] G. E. Apostolakis, "How useful is quantitative risk assessment?," Risk Analysis: An International Journal, vol. 24, br. 3, str. 515–520, 2004.
- [7] G. Tepić, Razvoj metodološkog koncepta za upravljanje rizikom u sistemu opasnih materija, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2019.
- [8] D. Brzezińska, M. Dziubiński i A. S. Markowski, "Analyses of LPG dispersion during its accidental release in enclosed car parks," Ecological Chemistry and Engineering S, vol. 24, br. 2, str. 249–261, 2017.
- [9] J. Stawczyk, "Experimental evaluation of LPG tank explosion hazards," Journal of Hazardous Materials, vol. 96, br. 2–3, str. 189–200, 2003.
- [10] E. Kapı i dr., "An unusual etiology in cold injury: liquefied petroleum gas," Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi, vol. 23, br. 3, 2017.
- [11] B. Scarr i dr., "Liquefied petroleum gas cold burn sustained while refueling a car," Emergency Medicine Australasia, vol. 22, br. 1, str. 82–84, 2010.

Kratka biografija:



Nina Ivanović rođena je u Subotici 2000. god. Osnovne studije Inženjerstva zaštite na radu završila je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2023. godine, a iste godine upisuje i master studije, smer Bezbednost i zaštita na radu sa transportnim i građevinskim mašinama i motornim vozilima.
kontakt: nina.ivanovic.ace@gmail.com