

„LUKOIL SRBIJA“ A.D.

MODELIRANJE I PROCENA RIZIKA OD UDESA NA BENZINSKOJ STANICI „TRG BRANKA RADIČEVIĆA“ ZEMUN



Beograd, mart 2017.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Млађен Л. Мићевић

дипломирани инжењер технологије

ЈМБ 1109953710329

одговорни пројектант

технолошких процеса

Број лиценце

371 H244 09



У Београду,
19. марта 2009. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Проф. др Драгослав Шумарац
дипл. грађ. инж.

Sadržaj:	Str.
1. OPIS PROJEKTA	
1.1. Lokacija	4
1.2. Tehnički opis	
Funkcija	
Poslovni objekat	
Noseća konstrukcija	
Nadstrešnica iznad automata	
Transparentna nadstrešnica	
Rezervoari za smeštaj goriva i TNG	
Separator masti i ulja i septička jama	
Protivpožarna zaštita	
2. PROCENA RIZIKA	12
2.1. Identifikacija opasnosti	
2.2. Osobine opasnih materija	
- Dizel gorivo	
- Benzin	
- Tečni naftni gas	
2.3. Fizičko-hemijske i toksikološke osobine TNG	
3. PRIKAZ MOGUĆEG RAZVOJA DOGAĐAJA-SCENARIO	19
3.1. Stabla događaja	
3.2. Modeliranje efekata i određivanje širine povredive zone	
- Udes sa benzinom	
- Udesi sa TNG	
3.3. Metodologija modeliranja	
3.4. Koncentracije od značaja	
3.5. Kriterijumi štetnih efekata	
4. VEROVATNOĆA NASTANKA UDESA	35
5. ANALIZA POVREDIVOSTI	36
6. ANALIZA POSLEDICA OD HEMIJSKOG UDESA	36
7. RIZIK OD HEMIJSKOG UDESA	39
8. PREDLOG MERA	40
8.1. Mere bezbednosti i protivpožarna zaštita	
8.2. Prostori ugroženi eksplozivnim smešama gasova sa vazduhom i određivanje zona opasnosti	
8.3. Mere zaštite predviđene zakonom i drugim propisima, normativima i standardima	
8.4. Preventivne mere u pogledu rada sa TNG	
Zakonska regulativa	42
Ostala stručna i naučna dokumentacija	43

1. OPIS PROJEKTA

1.1. Lokacija

Kompleks benzinske stanice nalazi se na katastarskoj parceli br.469.K.O. Zemun u Beogradu.

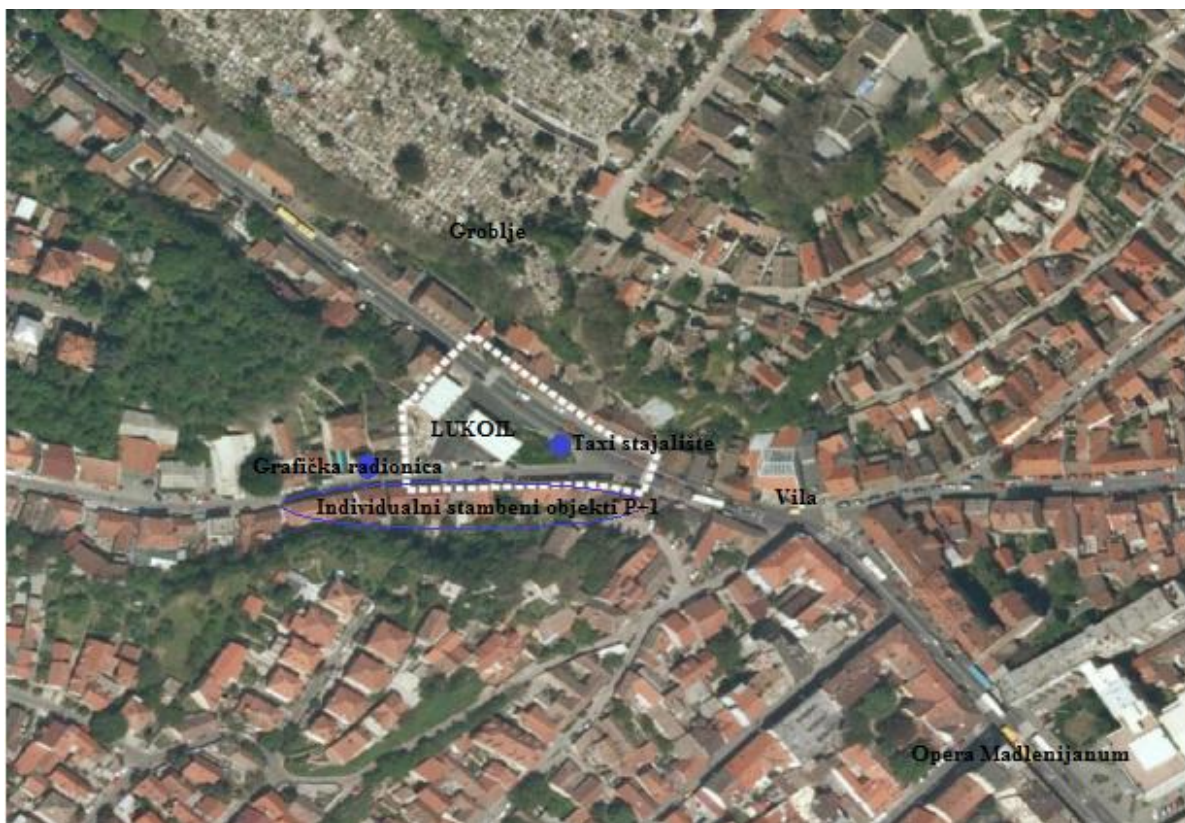
Lokacija ima trougaoni oblik, ograničena je ulicama Cara Dušana i Dobanovačkom, privatnim posedima i javnim površinama. Pristup je otvoren iz ulice Cara Dušana i ulice Dobanovačke, a komunikacija unutar prostora stanice je po sistemu dvosmernog saobraćaja.

Vizuelna sagledivost stanice je ostvarena iz svakog pravca kretanja, sa svojim prepoznatljivim savremenim vizuelnim identitetom kompanije.

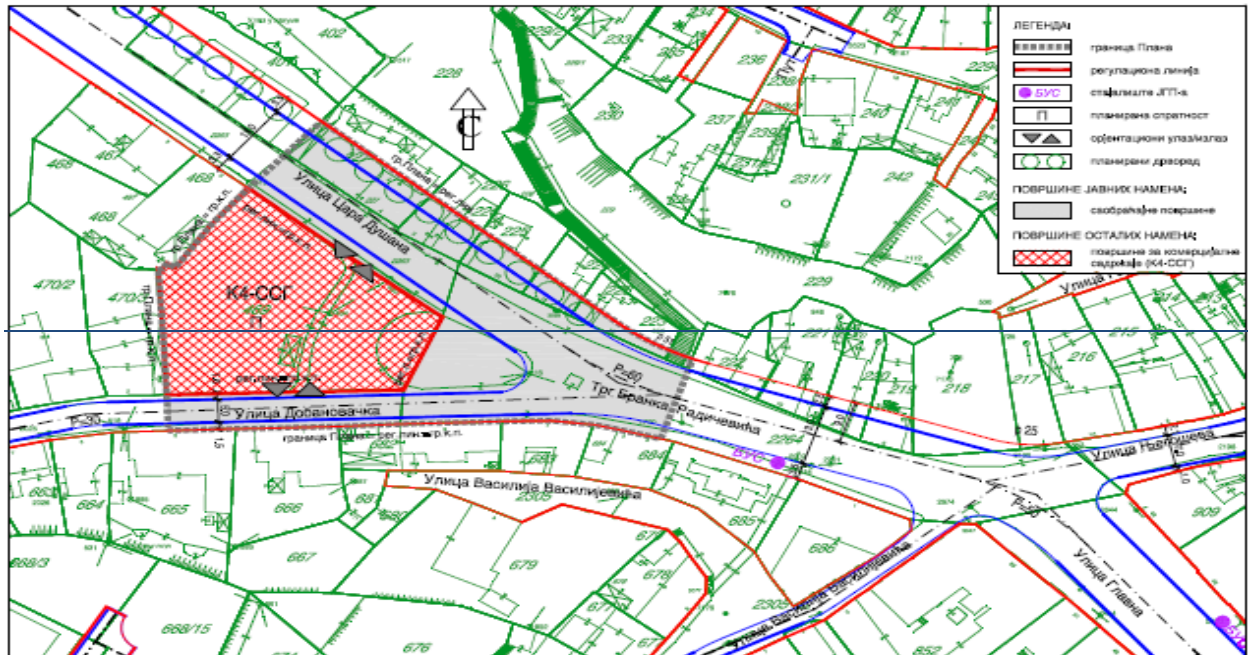
Okolni objekti: individualni stambeni objekti spratnosti P+1 i P+0, na porodičnim parcelama.

Vulnerabilni objekti:

- taksi stanica, na Trgu Branka Radičevića;
- grafička radionica (štamparija) kuća iza zaštitnog zida;
- pozorište „Madlenijanum“ u centru Zemuna (oko 400-500m od pumpe).
- individualni stambeni objekti u okruženju.



Slika 1.1. Orto foto snimak lokacije sa rasporedom objekata u okruženju lokacije



Slika 1.2. Lokacije stanice za snabdevanje gorivom „Trg Branka Radičevića“ Zemun i objekata u okruženju iz Planskih urbanističkih dokumenata

U blizini objekta nije utvrđeno postojanje povredivih objekata tipa dečijih vrtića, škola ili bolnica, kao ni mesta za veća javna okupljanja ljudi, a posebno ne dece. (Prethodno evidentirani objekat „Vrtić“ u ulici Dobanovačkoj, bočno od pumpe nije u funkciji, odnosno ne radi.).

Objekti iz grupe vulnerabilnih objekata su prema planu nalaze na velikim udaljenostima koja su izvan prostora mogućeg delovanja udesa na stanici za snabdevanje gorivom. Dispozicija, odnosno raspored objekata i opreme sa instalacijom, uključujući podzemne rezervoare i mesta za pretakanje goriva su pravilno izabrana, uzimajući u obzir zahtevana rastojanja iz protivpožarnih uslova, kao i vodeći računa o mogućem udesu sa gorivom, prvenstveno TNG, i najmanjem mogućem uticaju na objekte u okruženju.

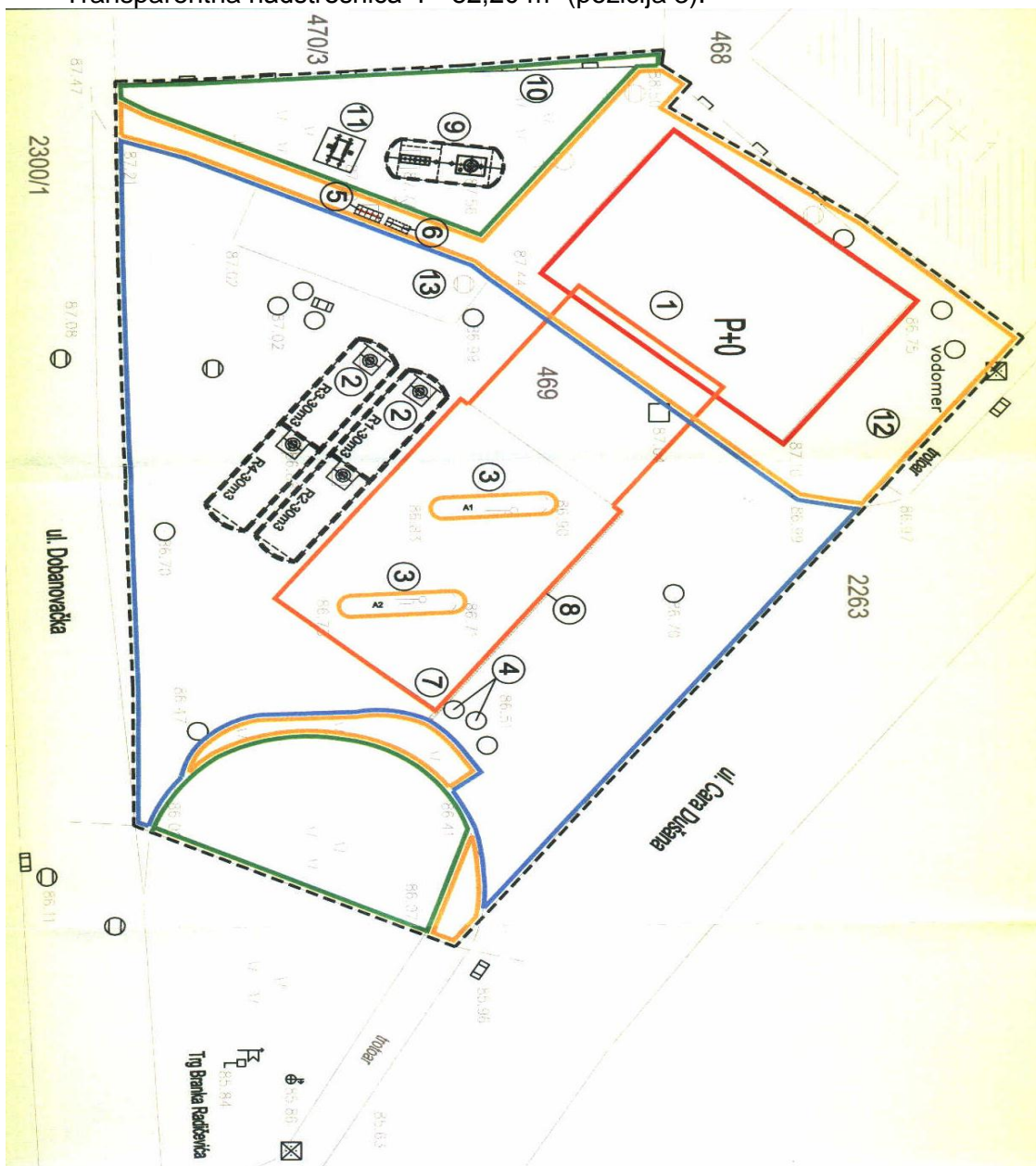
1.2. Tehnički opis

Funkcija

Na predmetnoj lokaciji nalazi se kompleks benzinske stanice sa sledećim sadržajima:

- Poslovni objekat $P_{bruto} = 162,25 \text{ m}^2$ (pozicija 1);
- Rezervoari za tečna goriva (pozicija 2):
 - R1 – 30m^3 BMB 95
 - R2 – 30m^3 Ecto Plus
 - R3 – 30m^3 Euro Dizel
 - R4 – 30m^3 Ecto Dizel
- Automati za istakanje goriva Multiplex automati A1 i A2 : BMB 95, Ecto Plus, Euro Dizel, Ecto Dizel i TNG (pozicija 3);
- Separator masti i ulja
- Pretakalište za „svetla goriva“ (pozicija 5, 6);
- Odušne cevi „svetlih goriva“ (pozicija 6);

- Nadstrešnica iznad automata P= 148,60 m² (pozicija 3);
- Vertikalna rešetka
- Rezervoar za TNG – 20m³ (pozicija 9);
- Protivpožarni zid visine 3,80 m (pozicija 10);
- Pretakalište za TNG (pozicija 6);
- Bašta poslovnog objekta
- Pozicija za istakanje goriva i TNG (pozicija 6)
- Transparentna nadstrešnica P=82,20 m² (pozicija 3).



Slika 1.3. Situacioni plan kompleksa sa rasporedom objekata benzinske stanice

Poslovni objekat

Montažni objekat čelične konstrukcije spratnosti P+0 sa zidovima od prefabrikovanih panela, fundiran na temeljima samcima povezan temeljnim gredama i plivajućom AB pločom. Poslovni objekat je spoljnih dimenzija 15,48 m X 10,48 m, neto površine od 149,45 m², bruto površine 162,25 m², moderno opremljen u svemu prema tehničkim normativima, propisima i standardima.

Objekat sadrži delove sa sledećom namenom:

- Prodajni prostor
- Restoran
- Kuhinja
- Hodnik
- Rashladna komora
- Kancelarija
- Magacin
- Prostorija za osoblje
- Tehnička soba
- Magacin autokozmetike
- Hodnik
- Toalet muški i toalet ženski
- Ostava

Ukupna neto površina 149,45 m²

Automati za tankiranje putničkih i teretnih vozila su pozicionirani pod uglom od 45° u odnosu na poslovni objekat.



Slika 1.4. Automati za istakanje goriva Multiplex automati A1 i A2 : BMB 95, Ecto Plus, Euro Dizel, Ecto Dizel i TNG

Noseća konstrukcija

Noseća konstrukcija je čelična i sastavljena je od rešetkastih krovnih nosača oslonjenih na podužne nosače i stubove.

Zavareni elementi i valjani profili odgovaraju standardu DIN 17100. Pad krova iznosi 2%. Stabilnost konstrukcije je obezbeđena spregovima. Krovni pokrivač je čelični trapezasti lim 90/2010/d=0,7 mm, pričvršćen u svakoj uvali na gornji pojas rešetke.

Spoljni zidovi

Horizontalni prefabrikovani montažni paneli d=8 cm koji su postavljeni na čeličnu podkonstrukciju HOP U 100/50/3i sa ispunom kamene vune.

Na prednjoj i bočnoj strani nalaze se portali od stakla u visini od 3,00 m izvedeni u termopan postupku 4-16-4 i glavni ulaz sa dvokrilnim automatskim vratima sa senzorima, koja se mogu proširiti u slučaju opasnosti za još dva krila.

Pregradni zidovi

Pregradni zidovi su prefabrikovani sendvič konstrukcije debljine 10 cm sastavljeni od čeličnih ramova obloženi gips pločama po sistemu Knauf CW 75 debljine 12.5 mm između kojih se nalazi termoispuna.

U delu gde se nalaze keramičke pločice postavljena je vodonepropusna podkonstrukcija koja može da nosi pločice.

Stubovi

Čelični profili premazani premazima protivpožarne zaštite i obloženi gips karton pločama debljine 12.5 mm.

Vrata

Spoljna vrata i prozori su izrađeni od plastificiranog aluminijuma sa termo mostom i staklima u termopan postupku.

Unutrašnja stolarija

Unutrašnja stolarija je od duplošperovanog drveta u metalnim okvirima. Štokovi su od hladno valjanih profila, sa gumenim zaptivnim trakama.

Podne obloge

Podne obloge su izrađene od keramike I klase dimenzija 30 x 30 cm.

Zidne obloge

U sanitarnim prostorijama su keramičke pločice, a u ostalim prostorijama je disperzivna boja.

Čelična konstrukcija je premazana antikorozivnim bojama i premazima protivpožarne zaštite.

Plafon

Spušteni plafoni su od mineralnih ploča i od aluminijumskih traka.

Krov i krovna izolacija

Čelična konstrukcija od punih profila na kojem je trapezasti pocinkovani lim.

Izolacija

Hidroizolacija tipa „kondor“, a toplotna izolacija kamena vuna i druge ispune.

Trotoari oko zgrade

Oko zgrade su postavljene BEHATON ploče debljine 3 cm i to od same osnove zgrade sa nagibom od 1.5%.

Nadstrešnica iznad automata

Nadstrešnica nad točecim mestima je dimenzija 14,60 x 10,18 m iznad prostora za tankiranje donje kote (najniže visine prohoda) 4,65 m, što omogućava nesmetan prolaz teretnih vozila. Kišna kanalizacija sa krova je izvedena u dvostranom padu od 10% obostrano.

Transparentna nadstrešnica

Transparentna nadstrešnica je izrađena od lexana.

Rezervoari za smeštaj tečnih goriva i TNG

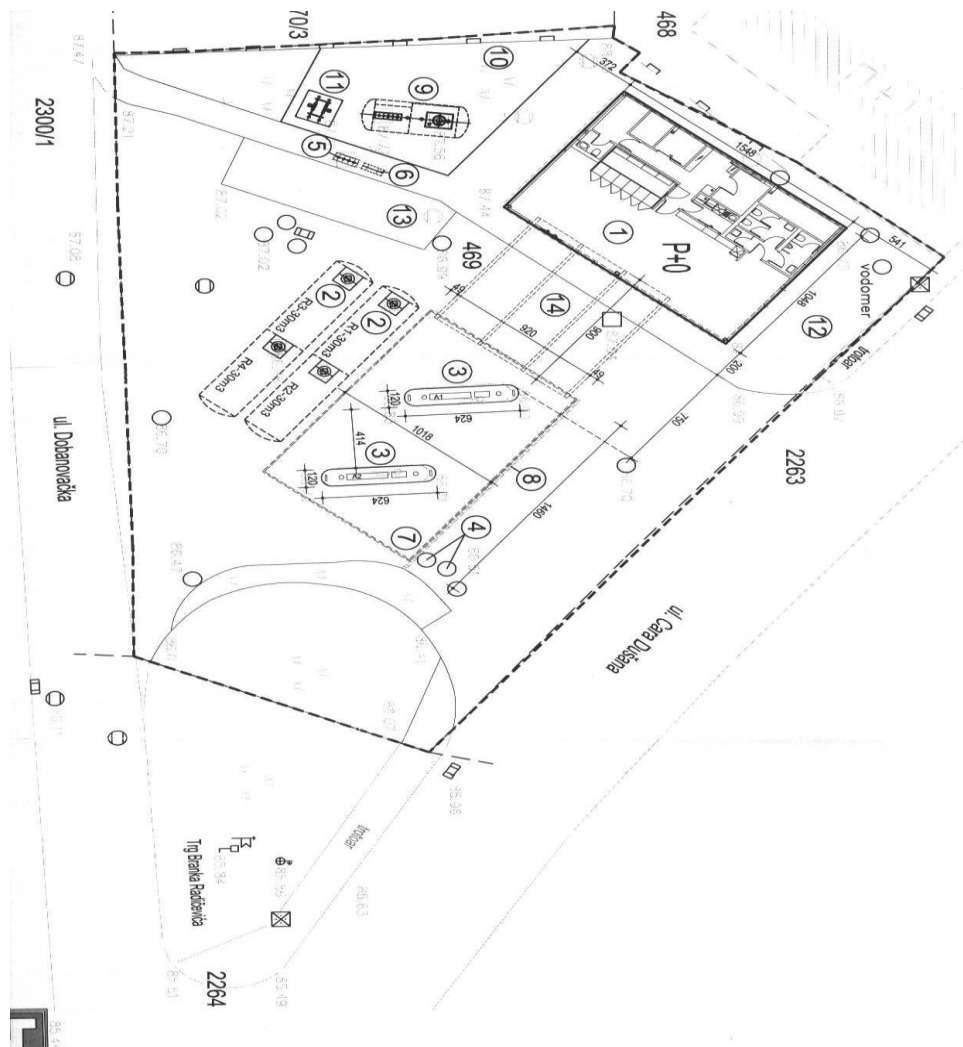
Oprema: Dva nova podzemna dvokomorna rezervoara $V=60 (30+30) \text{ m}^3$ po sledećoj nameni

R-1.1. zapremina 30 m^3 za bezolovni benzin ecto + ectodizel

R-1.2. zapremina 30 m^3 za bezolovni benzin Evro premijum BMB 95

R-2.3. zapremina 30 m^3 za Euro dizel ED

R-2.4. zapremina 30 m^3 za ecto dizel ECTOD.



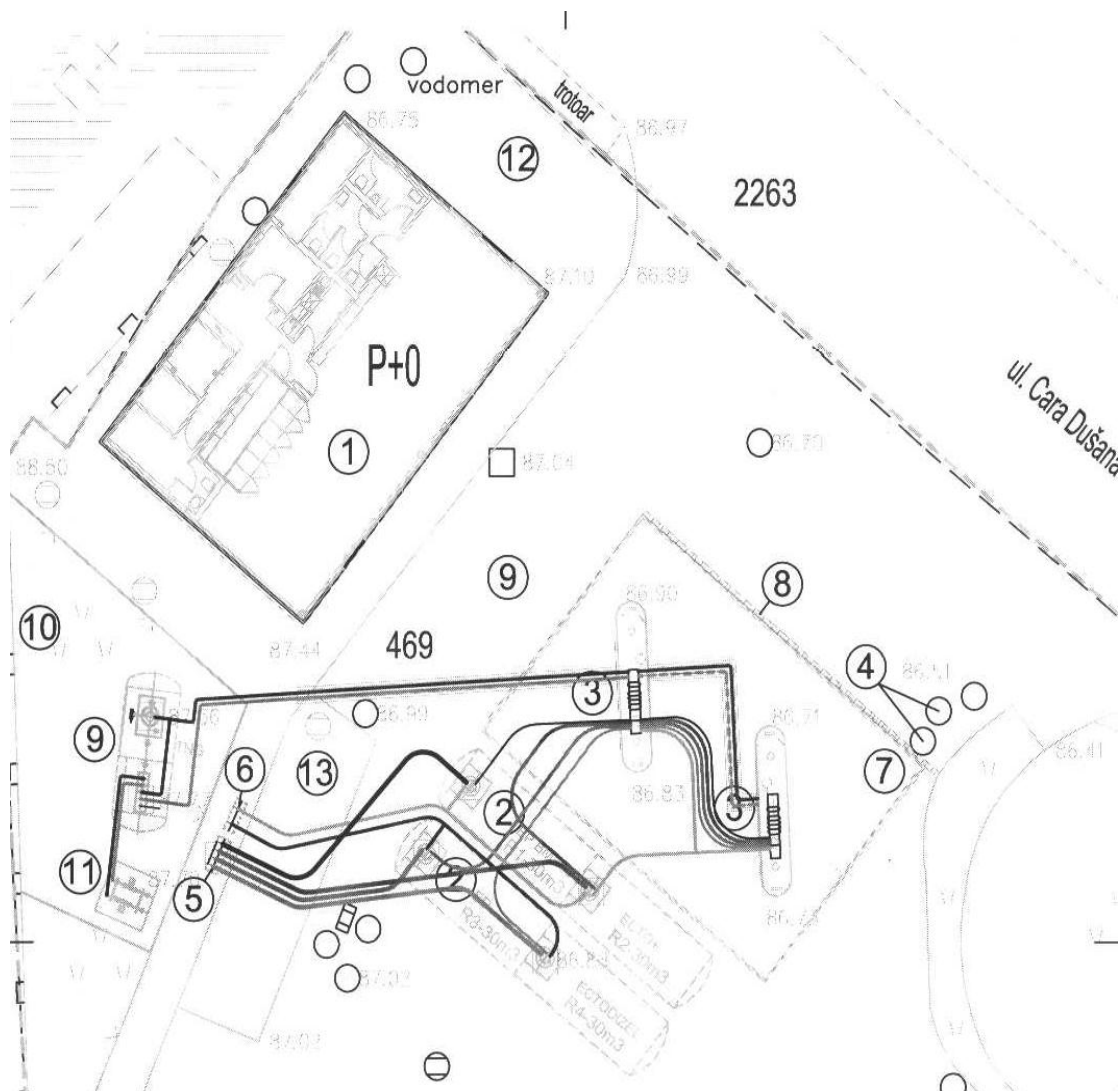
Slika 1.5. Pozicija rezervoara za smeštaj tečnih goriva i TNG

Rezervoari tečnih goriva sa cevovodima

Svaki rezervoar je sa duplim plaštom. Prostor između plaštova je popunjen etilenglikolom čiji se nivo kontroliše na curenje. Poklopci su vodonepropusni i zaštićeni od izbijanja varnica. Prodori cevi su izrađeni sa specijalnim plastičnim zaptivačima. Izvedeno je uzemljenje. Rezervoari su usidreni i zakopani, a ispitani su na vodeni pritisak od 2 bar, a međuprostor na 0.5 bar.

Svaka komora ima svoj manloh sa priрубnicom DN 50, a montiran je i sistem nivometara. Sistem obezbeđuje merenje nivoa goriva i temperature goriva u rezervoarima. Sistem detektuje i određuje količinu vode u komorama. Sistem alarmira slučaj da se rezervoar prepuni više od 97% zapreminski, a dozvoljeno je punjenje rezervoara do 95% zapremine. Svaki poklopac rezervoara ima 6 priključaka cevi i to:

- Usisnih cevi 2 x 2" sa dvostrukim zidom;
- Cev za ventilaciju rezervoara 1 x 2"
- Cev za punjenje rezervoara 1 x 3"
- Cev za kontrolu nivoa u sistemu postavljenu u centru šahta 1 x 6/4".



Slika 1.6. Prikaz razvoda cevovoda tečnih goriva

Rezevoar TNG

Rezervoar za TNG je zapremine 20 m³

Rezervar odgovara zahtevima SRPS M.Z2.600

Sadrži u sebi potapajuću pumpu „RED JACKET“

Najveći radni pritisak 16,7 bar (radni pritisak je 4-16 bar.)

Materijal izrade Č.0563

Dimenzije Ø2200 x 5720 mm

Klasa posude II

Tip: za podzemnu ugradnju

Ventili sigurnosti se otvaraju na pritisak od 16 bar, na visini od 2,5 m iznad tla.

Priključak za tečnu fazu punjenja je DN 50

Priključak za gasnu fazu je DN25

Opremu tečne faze čine: kuglasta slavina, hvatač nečistoća, protivlomni ventil, indikator protoka, ventil sigurnosti, odzračni ventil i manometarski sklop.

Oprema gasne faze čini: kuglaste slavine, protivlomni ventil, ventil sigurnosti, odzračni ventil i manometarski sklop.

Pumpni sklop za punjenje automobila sa TNG

Tip: LPG Premier HiFlow RED JACKER USA, LPG 500V17-24

Kapacitet: (50% propan i 50% butan na temperaturi 15 °C:

- 150 L/min , pri $\Delta p=7,8$ bar,
- 1300 L/min , pri $\Delta p=8,1$ bar.

Snaga elektromotora: 2,2 kW

Napajanje: 380-415 V/50 Hz

Ex zaštita: Ex edII BT3

Dimenzije potapajuće pumpe: DN 100, a potisna strana DN50/DN32

Ozračni cevovodi su na visini od 2,5 m iznad tla.

Ispred i iza pumpe su postavljeni ventili sigurnosti.

Posle pumpe je obilazni ventil koji se otvara i vraća tečnu fazu TNG u rezervoar ukoliko se u sistemu iza pumpe poveća pritisak.

Separator masti i ulja i septička jama

Atmosferske otpadne vode sa manipulativnih površina koje su zauljene sa slivničke rešetke oko platoa gde su automati za istakanje i cisterne, odводе se do separatora, i nakon tretmana u njemu ispuštaju u zajednički sistem kišne kanalizacije na kompleksu pumpne stanice u šaht.

Protivpožarna zaštita

Oprema za zaštitu od požara sastoji se od ručnih i prevoznih aparata za gašenje požara. Uz svaki automat za istakanje goriva nalazi se po jedan aparat tipa S9. Uz uređaj za zamenu ulja i kontrolu pritiska se nalazi aparat tipa S6. Za vreme pretakanja goriva iz autocisterni, na mestu pretakanja se nalazi pripremljen jedan prevozni aparat za gašenje požara i 6 ručnih aparata S6.

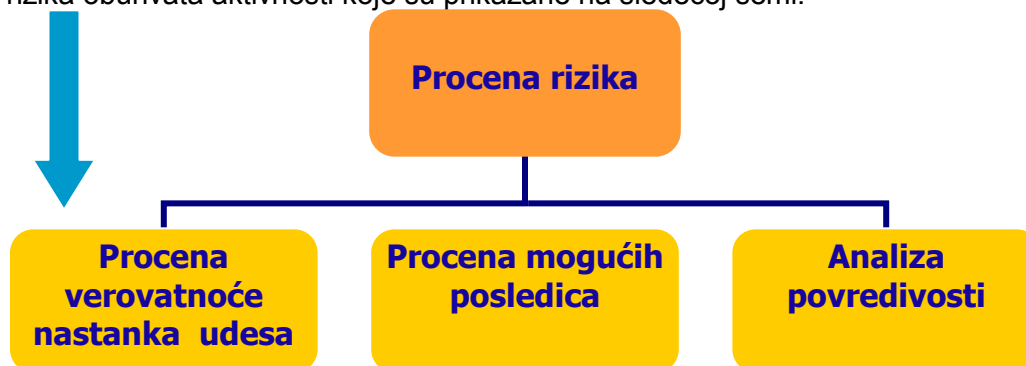
U cilju zaštite osetljivih objekata od požarnih opasnosti izgrađen je protivpožarni zid dužinom severne granice poseda dužine 25 m i visine 3,80 m.

2. PROCENA RIZIKA

Procena rizika od hemijskog udesa na benzinskim stanicama (dizel, benzin i TNG) vrši se na isti način kao i na svim drugim objektima za snabdevanje gorivom ili na objektima koji rade sa opasnim hemijskim materijama, posebno zapaljivim i eksplozivnim. Procena rizika se obavlja kroz tri faze:

1. Identifikacija opasnosti
2. Analiza posledica i
3. Procena rizika

Procena rizika obuhvata aktivnosti koje su prikazane na sledećoj šemi:



Slika 2.1. Aktivnosti u procesu procene rizika od udesa

Pored navedene Metodologije, za procenu uticaja na životnu sredinu u ovoj Studiji korišćene su i metode date u preporukama Svetske zdravstvene organizacije (WHO), Agencije za zaštitu životne sredine SAD (EPA) i Međunarodne organizacije za rad (ILO). Za konkretni proračun mogućih posledica nastalih usled udesa sa TNG i benzinom korišćeni su matematički modeli i proračuni dati u okviru ove Studije u obliku egzaktnih matematičkih relacija ili nomograma koji se koriste u svetu.

2.1. Identifikacija opasnosti

Identifikacija opasnosti vršena je korišćenjem sledećih metoda:

- metod mogućih kvarova (otkaza) delova sistema (opreme i uređaja) ili sistema u celini (sistem pretakanja, sistem kontrole procesa rada, sistemi za transport materija, kontrole nad pritiska i sl) i predviđanja posledica ;
- metod analize stabla događaja - grešaka od inicijalnog događaja do glavnog konačnog događaja – udesa. Ovaj metod se odnosi na analizu događaja koji je pre svega uzrokovao ljudskim faktorom;
- metod izrade šeme razvoja događaja koji kombinuje oba prethodno navedena metoda.

U ovom izveštaju u primeni metoda za modeliranje uzeti su u obzir najnepovoljniji meteorološki uslovi u prizemnom sloju vazduha i uslovi strujanja (vetar) i to:

- temperatura: 20 °C,
- brzina vetra: 1,5 m/s,
- vertikalna stabilnost: Inverzija.

Kao rezultat identifikacije opasnosti dobijeno je više mesta mogućih udesa i odabrana su mesta mogućih udesa koji su od značaja za analizu. Najznačajnija mesta mogućeg otkaza koji uzrokuju udes na sistemu za pretakanje TNG su priključna mesta sa crevima za pretakanje:



(a)



(b)

Slika 2.2. Mesta priključaka creva za prijem goriva u skladišne rezervoare (a-benzin i dizel; b-TNG)



Slika 2.3. Odušne cevi rezervoara i protivpožarni zid

U poglavlju 3. Su izrađena stabla događaja prema verovatnim scenarijima udesa za udes sa TNG i za udes sa benzinom. S obzirom na to da se radi o betonskoj i asfaltnoj podlozi površina na stanici nije bilo potrebno raditi modeliranje udesa sa dizel gorivom, jer se celokupna količina ispuštenog dizela prikupi preko separatora ulja i masti, već je samo razmatran požar u lokvi rasutog dizel-goriva i dejstvo produkata sagorevanja na ljude.

2.2. Osobine opasnih materija




2.2.1. Dizel gorivo – Euro dizel

U analizi opasnosti od udesa značajnu ulogu ima analiza opasnih osobina materija, u ovom slučaju opasnih osobina motornih goriva.

Tabela 2.1. Fizičko-hemijske osobine dizel goriva

Svojstva	Vrednosti
Agregatno stanje	Tečnost
Izgled / miris	Žuta / karakterističan
Relativna gustina (kg/m ³)	828,5
Tačka ključanja / opseg ključanja, (°C)	163-370
Tačka paljenja, (°C)	> 55 (57-84)
Pritisak pare na 20 °C, (hPa)	< 1
Granice eksplozivnosti (zap.%)	6-13,5 zap. %
Gustina na 20 °C, (g/cm ³)	0,815-0,86
Rastvorljivost u vodi na 20 °C, (mg/L)	< 20
Viskoznost na 40 °C, (mm ² /s)	2-5
Stabilnost	Stabilan

Tabela 2.2. Kalsifikacija i obeležavanje dizel goriva

	GHS
Piktogram opasnosti; Reč upozorenja	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> GHS02  </div> <div style="text-align: center;"> GHS07  </div> <div style="text-align: center;"> GHS08  </div> <div style="text-align: center;"> GHS09  </div> </div> <p>Opasnost</p>
Oznake rizika (obaveštenje o opasnosti):	<p>H226 – Zapaljiva tečnost i para H304 – Može izazvati smrt ako se proguta i dospe do disajnih puteva H315 – Izaziva iritaciju kože H332 – Štetno ako se proguta H351 – Sumnja se da može da dovede do pojave karcinoma H373 – Može da dovede do oštećenja organa usled dugotrajnog ili višekratnog izlaganja H411 – Toksično po živi svet u vodi sa dugotrajnim posledicama</p>
Oznake bezbednosti (oznake predostrožnosti):	<p>P201 – Pribaviti posebna uputstva pre upotrebe P210 – Držati dalje od izvora toplote, vrućih površina, otvorenog plamena, varnica-zabranjeno pušenje P261 – Izbegavati udisanje pare, spreja P280 – Nositi zaštitne naočare, zaštitnu odeću, zaštitne rukavice P301+P310 – Ako se proguta, hitno pozvati centar za kontrolu trovanja ili se obratiti lekaru P501 – Odlaganje sadržaja/ambalaže vršiti prema Zakonu o upravljanju otpadom/Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu</p>

Toksikološki podaci

peroralno: LD₅₀ (kod pacova) > 2000 mg/kg

dermalno: LD₅₀ (kod zec) > 2000 mg/kg; LD₅₀ - Lethal Dose, 50% - Smrtonosna doza, 50% Iritativnost i korozivnost

Izaziva iritaciju kože. Udisanjem dizel goriva javlja se glavobolja, mučnina, povraćanje i imenjeno stanje svesti. U kontaktu sa kožom moguće je crvenilo i dermatitis. Ako se proguta dolazi do iritacije sluzokože, mučnine ili dijareje.

Ekološka toksičnost

Ekotoksičnost za vodene organizme:

ribe LC₅₀ > 100 mg/l

drugi vodeni organizmi LC₅₀ = 1-100 mg/l

dafnia EC₅₀ < 1 mg/l

drugi vodeni organizmi EC₅₀ = 80 mg/l

LC₅₀ – Lethal Concentration 50. LC50 je vrednost koncentracije materija u vazduhu koja će dovesti do smrti 50% testiranih subjekata (životinje, najčešće miševi ili pacovi) pri jednokratnom izlaganju (obično 1 ili 4 sata).

EC₅₀ - Half maximal effective concentration – 50% maksimalne efektivne koncentracije Dizel gorivo je opasno za vodene organizme, može prouzrokovati dugotrajana neželjena dejstva.

Bioakumulacija

Log Kow = 3,9-6

Stabilnost i reaktivnost

Uslove koje treba izbegavati su: toplota, varnice, statički elektricitet i plamen.

Materijale koje treba izbegavati su: jake kiseline i oksidaciona sredstva.

Nekompatibilne materijali: Smeše sa nitratima i drugim jakim oksidacionim sredstvima (npr. hlorati, perhlorati, tečni kiseonik) mogu formirati eksplozivnu masu.





Pod normalnim radnim uslovima štetnih produkata raspadanja nema ali mogu da nastanu iz termalne razgradnje štetnih gasova, uključujući ugljenmonoksid (CO), oksida azota (NO_x) i oksida sumpora (SO_x).

2.2.2. Motorni benzin

Tabela 2.3. Fizičko-hemijske osobine benzina

Svojstva	Vrednosti
Agregatno stanje	Tečnost
Izgled / miris	Bezbojan / karakterističan
Relativna gustina pri 15 °C (kg/m ³)	720 - 775
Tačka ključanja / opseg ključanja, (°C)	35 - 210
Tačka paljenja, (°C)	< 0
Pritisak para pri 37,8 °C, (hPa)	450 – 900
Granice eksplozivnosti u vazduhu (% , v/v)	0,6 – 8
Temperatura paljenja, (°C)	> 300
Rastvorljivost u vodi, (g/L)	Nerastvorljiv
Stabilnost	Stabilan

Tabela 2.4. Klasifikacija i obeležavanje benzina

Piktogram opasnosti; Reč upozorenja	GHS			
	GHS02	GHS07	GHS08	GHS09
				
	Opasnost			
Oznake rizika (obaveštenje o opasnosti)	H224 - Vrlo lako zapaljiva tečnost i para. H304 - Može izazvati smrt ako se proguta i dospe do disajnih puteva H315 - Izaziva iritaciju kože H336 - Može izazvati pospanosti ili vrtoglavicu H340 - Može da dovede do genetskih defekata H350 - Može da dovede do pojave karcinoma H361 - Sumnja se da može štetno da utiče na plodnost ili na plod H411 - Toksično po živi svet u vodi sa dugotrajnim posledicama			
Oznake bezbednosti (oznake predostrožnosti)	P201 - Pribaviti poseba uputstva pre upotrebe P210 - Držati dalje od izvora toplote/ varnica/ otvorenog plamena/ vrućih površina. – Zabranjeno pušenje P280 - Nositi zaštitne rukavice/ zaštitnu odeću/ zaštitne naočare/ zaštitu za lice P301/310 - Ako se proguta: odmah nazvati centar za kontrolu trovanja ili se obratiti lekaru P403/233 - Skladištiti na mestu sa dobrom ventilacijom. Čuvati u ambalažu čvrsto zatvorenu P501 - Odložiti sadržaj/ambalažu u skladu sa nacionalnim propisima			

Toksikološki podaci

Akutna toksičnost, gutanjem: LD₅₀ (kod pacova) = 5000 mg/kg

Akutna toksičnost, udisanjem: LC₅₀ (kod pacova) = 5,2 mg/L

Akutna toksičnost, dermalno: LD₅₀ (kod pacova) = 2000 mg/kg

Iritativnost i korozivnost: Koža: Prolazno uz mogućnost pojave crvenila i upale. U slučaju udisanja hemijskih supstanci prilikom gutanja i povraćanja mogući simptomi su: mučnina, povraćanje, dijareja, kao i opasnost od nastanka pneumonije. Isparenja proizvoda u velikim koncentracijama mogu izazvati iritaciju očiju i sluzokože (nosa, grla). Dugorajno udisanje koncentrisanih isparenja može da izazove glavobolju, vrtoglavicu, euforiju, uzbuđenje, drhtanje, spazam mišića, nesvesticu, insuficijenciju cirkulacije i paralizu centralnog respiratornog sistema. Vrlo visoke koncentracije uzrokuju gubitak svesti već nakon kratkog delovanja.

Mutagenost: Može izazvati nasledna genetska oštećenja. Mutageni učinak na zametne stanice, mutagenost 2. kat., prema DSD pravilniku. mutagenost 1B kat., prema CLP pravilniku.

Karcinogenost: Može izazvati: - rak: karcinogenost, 2. kat.; prema DSD pravilniku; karcinogenost, 1B kat.; prema CLP pravilniku. Štetno delovanje na plod: Moguća opasnost od štetnog delovanja na plod, reproduktivna toksičnost, 3. kat.; prema DSD pravilniku

Opasnost za životnu sredinu:

Opasno po vodene organizme sa dugotrajnim efektom.

Razgradivost

Nerastvorljiv u vodi. Na površini stvara film koji brzo isparava. Ako se izliju velike količine može doći do štetnog uticaja benzina na vodene organizme zbog nedostatka kiseonika.

Stabilnost i reaktivnost

Benzin je stabilan pod propisanim uslovima skladištenja i upotrebe.

Moguće je stvaranje eksplozivnih mešavina isparenja i vazduha.

Uslove koje treba izbegavati su: toplota, varnice i plamen.

Izbegavati materijale kao što su jake kiseline i jaka oksidaciona sredstva.

Pod normalnim radnim uslovima štetnih produkata raspadanja nema ali termičkom rezgradnjom mogu nastati štetni gasovi, uključujući ugljenmonoksid (CO).

2.2.3. Tečni naftni gas (TNG) – smeša propana i butana




Tečni naftni gas (smeša propana i butana) je gas bez boje (tečan pod pritiskom) sa specifičnim, neprijatnim mirisom. Gasna smeša sa vazduhom je zapaljiva i eksplozivna.

Sam tečni gas svojim protokom kroz cevovode, može proizvesti elektrostatičko pražnjenje i stvaranje varnica koje mogu dovesti do paljenja ili eksplozije.

Tabela 2.5. Fizičko-hemijske osobine TNG

Svojstva	Vrednosti
Sastav	Propan: 10 ÷ 80%, Butan: 0 ÷ 50%
Agregatno stanje	Gas (tečan pod pritiskom)
Izgled / miris	Bezbojan / specifičan i neprijatan
Pritisak pare na 70 °C (hPa)	≤ 25.000
Gustina na 15°C (kg/m ³)	~ 523
Tačka ključanja / opseg ključanja, (°C)	~ - 42
Tačka paljenja, (°C)	< -20
Temperatura paljenja, (°C)	~ 455
Temperatura raspadanja, (°C)	780-800
Granice eksplozivnosti u vazduhu (% , v/v)	~ 1,5-10
Stabilnost	Stabilan

Tabela 2.6. Klasifikacija i obeležavanje TNG

	GHS
	GHS04 GHS02 GHS08
Piktogram opasnosti; Reč upozorenja	  
Opasnost	
Oznake rizika (obaveštenje o opasnosti):	H220 - Veoma zapaljivi gas H280 - Sadrži gas pod pritiskom, može da eksplodira ako se izlaže toploti H340 - Može da dovede do genetskih defekata H350 - Može da dovede do pojave karcinoma
Oznake bezbednosti (oznake)	P201 - Pribaviti posebna uputstva pre upotrebe P202 - Pre rukovanja obavezno pročitati sve mere predostrožnosti i bezbednosti

predostrožnost i):	P210 - Držati dalje od izvora toplote/ varnica/ otvorenog plamena/ vrućih površina. – Zabranjeno pušenje P281 - Koristiti potrebnu ličnu zaštitnu opremu. P377 - Požar pri curenju gasa: Ne gasiti, osim ako se curenje može zaustaviti na bezbedan način. P308+P313 - Ako dođe do izlaganja ili se sumnja da je došlo do izlaganja: Potražiti medicinski savet/mišljenje P381 - Ukloniti sve izvore paljenja, ako je to moguće učiniti bezbedno P410+P403 - Zaštititi od sunčeve svetlosti. Čuvati u prostoriji sa dobrom ventilacijom
---------------------------	--

Zapaljivost i eksplozivnost materija u procesu

Smeša propana i butana je izuzetno zapaljiva. Sa vazduhom pravi smeše visokog potencijala zapaljivosti ili eksplozivnosti. Tečni proizvod može proizvesti elektrostatički elektricitet. Prazne instalacije ako se zagrevaju predstavljaju rizik od požara. Opasnost od požara i eksplozije instalacija je ekstremno velika ako se izloži visokoj temperaturi ili plamenu. TNG je izuzetno isparljiv pa nema mogućnosti da se akumulira u vodenoj sredini. Pare propan-butana mogu otići do udaljenih izvora paljenja i izazvati povratni požar. Propan/butan smeša sa vazduhom stvara eksplozivnu smešu.

Toksikološki podaci

Klasu opasnosti Toksičan, **T**, dobio je na osnovu rizika kancerogenosti i mutagenosti.

Karcinogen, klasa 1B

Smeša je klasifikovana u klasu karcinogen 1B na osnovu epidemioloških podataka i /ili ispitivanja na životinjama.

Mutagen, klasa 1B

Klasifikacija u kategoriju 1B zasniva se na:

- pozitivnom rezultatu *in vivo* ispitivanja naslednih mutacija germinativnih ćelija sisara ili
- pozitivnom rezultatu *in vivo* ispitivanja mutagenosti somatskih ćelija sisara,
- pozitivnim rezultatima ispitivanja mutagenih efekata na germinativnim ćelijama ljudi.

Akutna toksičnost, udisanjem:

Izloženost visokim koncentracijama isparenja, čak i u kratkom vremenskom periodu, može dovesti do gubitka svesti, a u ekstremnim slučajevima i do smrti zbog nedostatka kiseonika.

Akutna toksičnost u dodiru sa kožom i očima:

Dodir sa proizvodom u tečnom stanju može izazvati hladne opekotine na koži (promrzline) zbog brzog isparavanja tečnosti. Produžena izloženost može izazvati iritaciju očiju. Prskanje proizvoda u tečnom stanju može izazvati ozbiljna oštećenja očiju.

Ekološka toksičnost

Isparavanjem proizvoda mogu nastati oštećenja ekosistema usled smrzavanja. Proizvod ima gušeći efekat na žive organizme.

Bioakumulativni potencijal

Proizvod je izuzetno isparljiv, te stoga nema mogućnosti da se akumulira u vodenoj sredini.

Stabilnost i reaktivnost TNG

TNG je stabilan pod propisanim uslovima skladištenja i upotrebe.

Moguće je stvaranje zapaljivih mešavina isparenja i vazduha koje mogu da izazovu rizik od eksplozije.

Uslove koje treba izbegavati su: toplota, varnice i plamen.

Materijali koje treba izbegavati su oksidirajuća sredstva.

3. PRIKAZ MOGUĆEG RAZVOJA DOGAĐAJA-SCENARIO

3.1. Stabla događaja

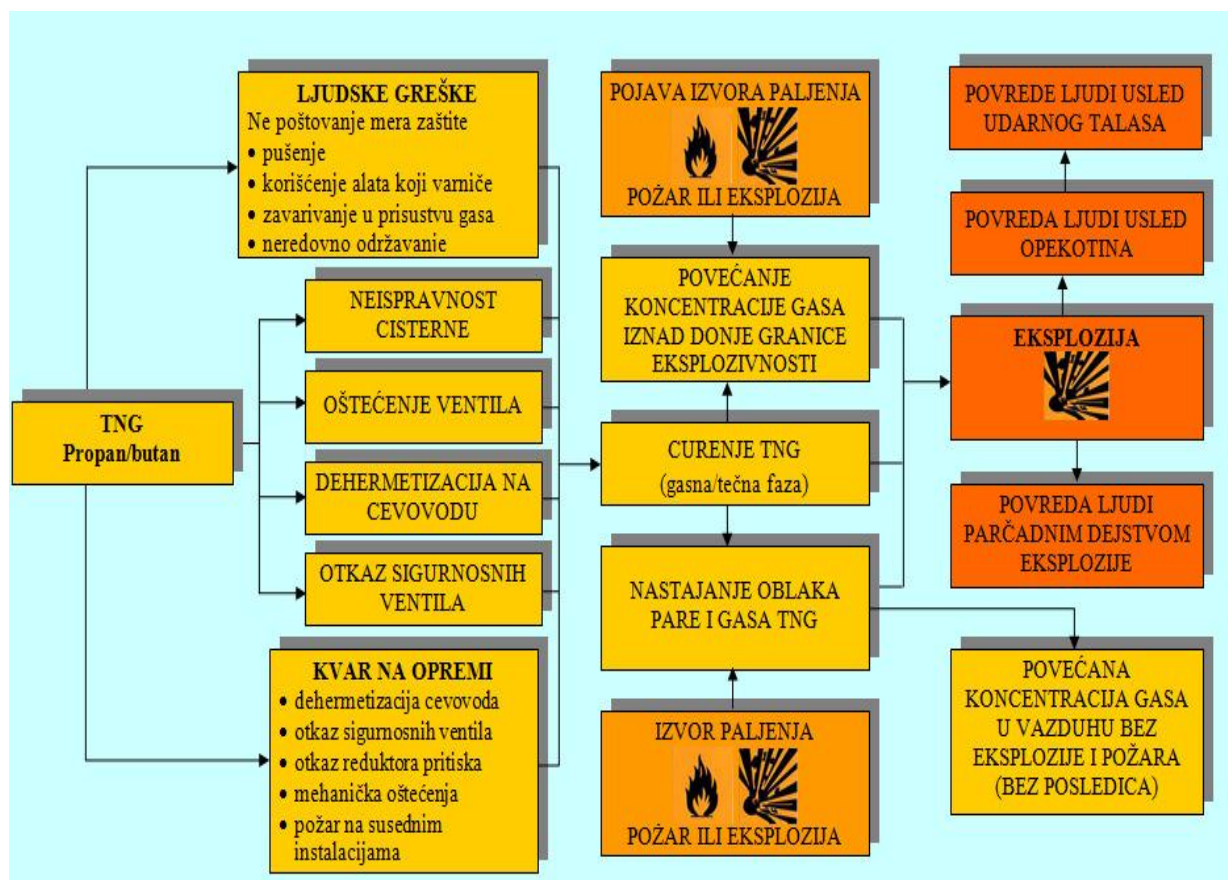
3.1.1. Tečni naftni gas (TNG)

Analizom mogućih uzroka udesa na stanicama za snabdevanje gorivom posebno na (TNG) dolazi se do sledećih zaključaka:

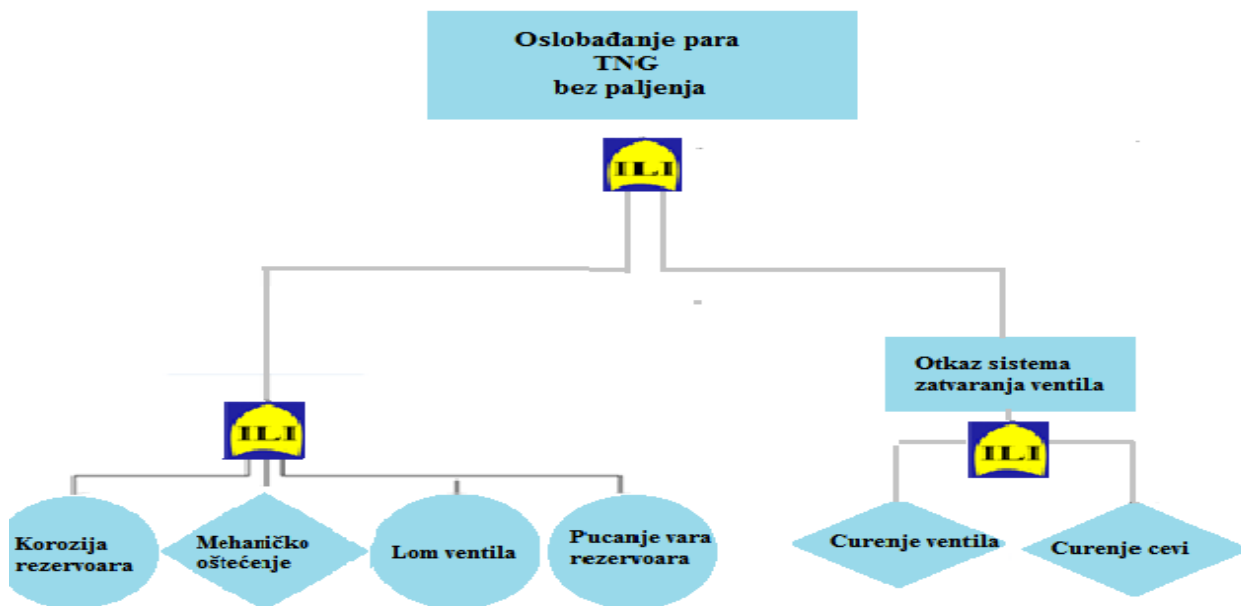
- Postoji više uzroka, kvarova i otkaza koji su početni preduslov za događaj koji se završava hemijskim udesom: ispuštanjem u atmosferu, požarom ili eksplozijom.
- Neki od uzroka su u direktnoj vezi sa ljudskim greškama, a neki sa otkazima ili kvarovima na opremi.

Na slici 3.1. su prikazani mogući događaji i redosled njihovog odvijanja: Postoje dve osnovne i jedna sporedna grana otkaza koji predstavljaju inicijalne događaje udesa čime je prouzrokovano curenje TNG.

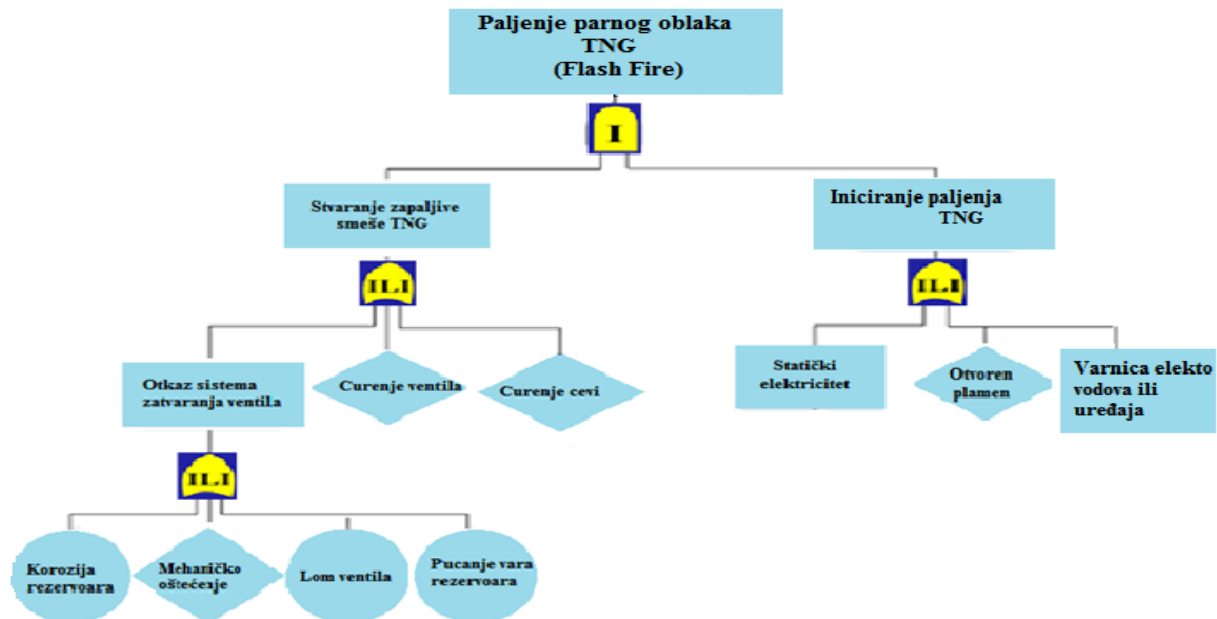
- Curenjem TNG može doći do nastajanja oblaka pare i gasa ili povećanja koncentracije gasa iznad donje granice eksplozivnosti/zapaljivosti koje dovode do požara, usled čega može doći do povrede ljudi ili oštećenja objekata.
- Prilikom nastajanja oblaka pare i gasa TNG ne dođe do nastanka eksplozije i požara. Ovakav razvoj događaja se odvija u slučaju kada se ne pojavi iskra ili varnica u prostoru u kom su nastali uslovi koncentracije pare TNG za eksploziju.



Slika 3.1. Stablo događaja mogućeg razvoja udesa „od uzroka do posledica“ na stanici za snabdevanje gorivom (TNG)

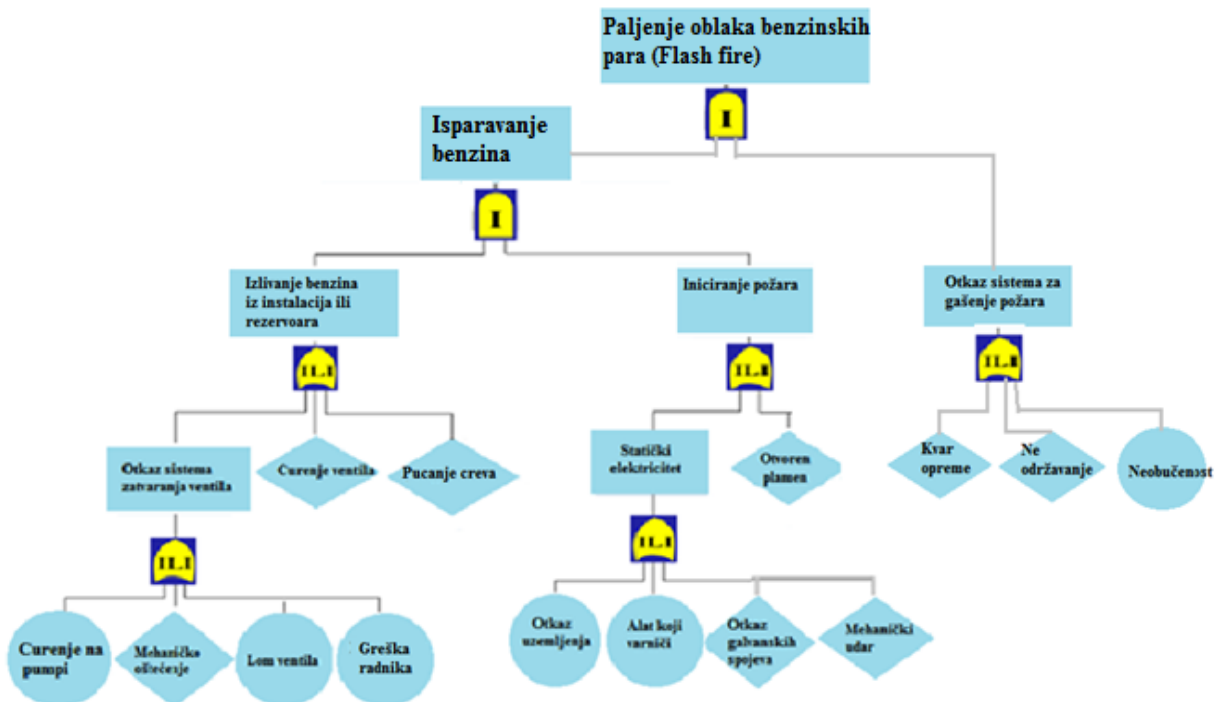


Slika 3.2. Stablo događaja u slučaju oslobađanja para TNG bez paljenja oblaka- nastajanje zona toksičnih koncentracija

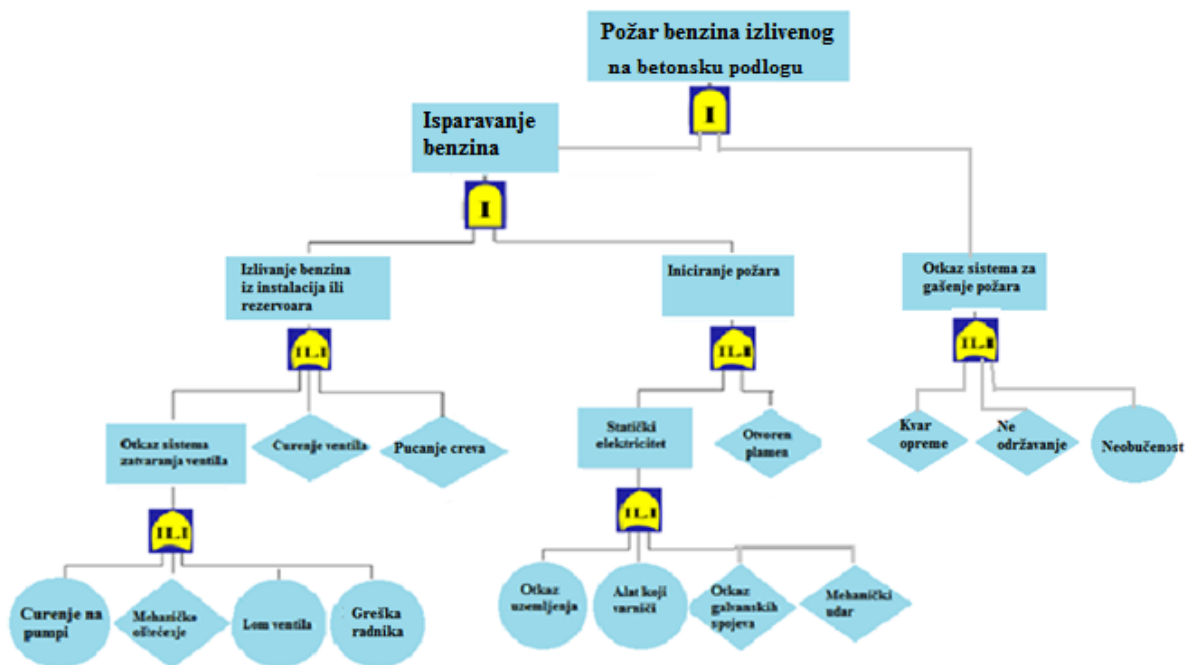


Slika 3.3. Stablo događaja u slučaju oslobađanja para TNG sa kasnijim paljenjem parnog oblaka Flash fire

3.1.2. Stabla događaja za udes sa benzinom i/ili dizel gorivom



Slika 3.4. Udesni udesni scenario: Slučaj oslobađanja para benzina sa kasnijim paljenjem parnog oblaka – Flash fire



Slika 3.5. Stablo događaja kod izlivanje benzina iz rezervoara u tankvanu i požar izlivenog benzina – Pool Fire

3.1.3. Primer udesa sa TNG kod nas (istorijska iskustva)

Najčešći udesi na stanicama za snabdevanje gorivom a posebno na TNG-pumpama su slučajevi nekontrolisanog ispusta TNG iz priključnih creva, za slučaj dehermitizacije spojeva priključna creva–auto-cisterna tečna i gasna faza.

Učestalost nastanka takvog oblika udesa pri istakanju goriva, prema preporukama Američkog društva hemijskih inženjera (AIChE, 2001.) iz auto-ili vagon-cisterne je $\sim 3 \cdot 10^{-2}$ /godini, što znači da je to **SREDNJA verovatnoća događaja**.

Navodimo jedan primer manjeg udesa s železničkom cisternom s TNG, koji je mogao da pređe u hemijski udes mnogo višeg nivoa i sa težim posledicama:

Informacija o događaju

Kratak opis događaja

Dana 03.09.2011. godine oko 17:30 časova, u Regionalnom centru „Niš“, Pogonu TNG Niš, došlo je do pucanja fleksibilnog creva za TNG DN50 PN50, na istakačkom mestu broj 5 železničkog pretakališta.

Fleksibilno crevo je pri radnom pritisku od 9 bar, zbog spoja (koji je najverovatnije loše izrađen od strane proizvođača, jer se to drugi put se desilo u roku od 2 meseca) „isčupano“ iz spojnice creva i prirubnice. Udes se desio prilikom istakanja železničke cisterne. Tom prilikom, nakon velikog praska, došlo je do isticanja PF TNG iz „otkinutog“ creva u trajanju od 2-3 min. Takođe je i protivlomni ventil PF na navedenoj železničkoj cisterni **otkazao**, odnosno nije zatvorio isticanje TNG iz železničke cisterne. Posebnom prisebnošću dežurnog manipulanta koji je isključio kompresor i zatvorio ventile u pumpno-kompresorskoj stanici (PKS), a nakon toga i ventil na železničkoj cisterni i time sprečio dalje isticanje TNG, sprečena je šteta i opasnost većih razmera.

Komisija za istraživanje nezgode je ispitala okolnosti pod kojima se desila nezgoda, utvrdila okolnosti, uzroke i definisala korektivne mere.



Slika 3.6. – Izgled fleksibilnog creva i priključka nakon udesa

Korektivne mere:

- Od strane proizvođača zahtevano je izjašnjenje o nastalom problemu
- Od Funkcije MTR i SU zatražen je dokaz o Atestu i stručni nalaz o pojedinačnom ispitivanju fleksibilnog creva za TNG DN50 PN50
- Izbaciti iz upotrebe fleksibilna creva za TNG DN50 PN50
- Planski (svakodnevni) preventivni pregledi opreme za rad od strane zaposlenih uz vođenje zapisa.

Potencijalno moguće posledice:

- Teža povreda zaposlenog i gubitak života zaposlenog

- Značajna materijala šteta i narušavanje životne sredine
- Nastanak eksplozija/požara većeg obima i intenziteta.

Šta je neophodno uraditi da se izbegne slično u budućnosti:

- Prilikom nabavke fleksibilnih creva za TNG potrebno je od dobavljača OBAVEZNO tražiti dokaz o Atestu i stručni nalaz o pojedinačnom ispitivanju.
 - Razvoj svesti zaposlenih o povećanju pažnje prilikom obavljanja redovnih radnih aktivnosti.
 - Za bezbedan rad s cisternama s TNG potrebna je stalna kontrola.
- Verovatnoća nastanka udesa s težim posledicama (izlivanje kompletnog sadržaja auto-cisterne, požar na auto.cisterni s naknadnom eksplozijom rezervoara cisterne i dr.) su znatno manje verovatni, obzirom na sve mere koje se preduzimaju pri realizaciji navedenih aktivnosti.

U odnosu na vreme kada je izrađivana predmetna „**Strateška procena uticaja plana generalne regulacije stanica za snabdevanje gorivom**“ došlo je do izmena u načinu konekcije cisterne s istačkim objektom, jer su ranije priključna creva bila duža i ukupno nekontrolisano oslobođena masa TNG iz creva bila je oko 40 L (računato ukupno na tečnu i gasnu fazu).

Sada se za istakanje TNG iz auto-cisterne koriste fleksibilna creva sledećih dimenzija:

- tečna faza: DN 50 x 6 m (u nekim slučajevima i 4m);
- gasna faza: DN 25 x 6 m (u nekim slučajevima i 4m).

3.2. Modelovanje efekata i određivanje širine povredive zone

3.4.1. Mogući udesi na benzinskoj stanici za vreme istakanja motornog goriva na lokaciji „Trg Branka Radičevića“ – Zemun

***Napomena:** Uzimajući u obzir malu verovatnoću nastanka i sve preventivne i ostale mere koje se preduzimaju pri realizaciji navedenih aktivnosti, nije razmatran najgori mogući slučaj udesa na datoj lokaciji kao što je na primer efekat BLEVE (Eksplozija para ključajuće tečnosti)..*

3.2.1. Udesna situacija za vreme istakanja goriva benzina ili dizel goriva

Istakanje benzina i dizel-goriva iz automobil-cisterne (ATC) u rezervoare na benzinskim stanicama obavlja se slobodnim padom (gravitaciono) ili pomoću pumpe. Brzina istakanja iz auto-cisterne slobodnim padom (gravitaciono) obično iznosi oko 500 L/min, a kada se koristi pumpa oko 800-900 L/min.

ATC koje prevoze benzin i dizel-gorivo nemaju sigurnosne ventile kao ATC koje prevoze TNG. Za slučaj da dođe do prolivanja vozač, koji poseduje sertifikat za rad sa zapaljivim i eksplozivnim materijama reaguje tako što zatvara mehanički ventil, i zato **vozač uvek mora ba bude prisutan** dok traje istakanje.

Scenario verovatnog udesa:

„U toku istakanja benzina iz auto-cisterne za transport, pomoću pumpe za pretakanje došlo je do spadanja creva sa prihvatne cevi rezervoara. Gorivo se izliva na betonsku podlogu u prostoru između automobil-cisterne i utakačkog šahta.

Rukovalac pretakanja hitno reaguje i zatvara ventil za istakanje goriva. Međutim, od momenta nastanka otkaza do momenta reagovanja i potpunog zatvaranja ventila protekne najmanje 30 s. S obzirom na brzinu istakanja, za to vreme iz auto-cisterne istekne oko 450 L benzina na tlo.“

Dati procenu mogućih opasnosti, odrediti zonu povredivosti i eventualne posledice za navedene uslove nastalog udesa.

Početni uslovi:

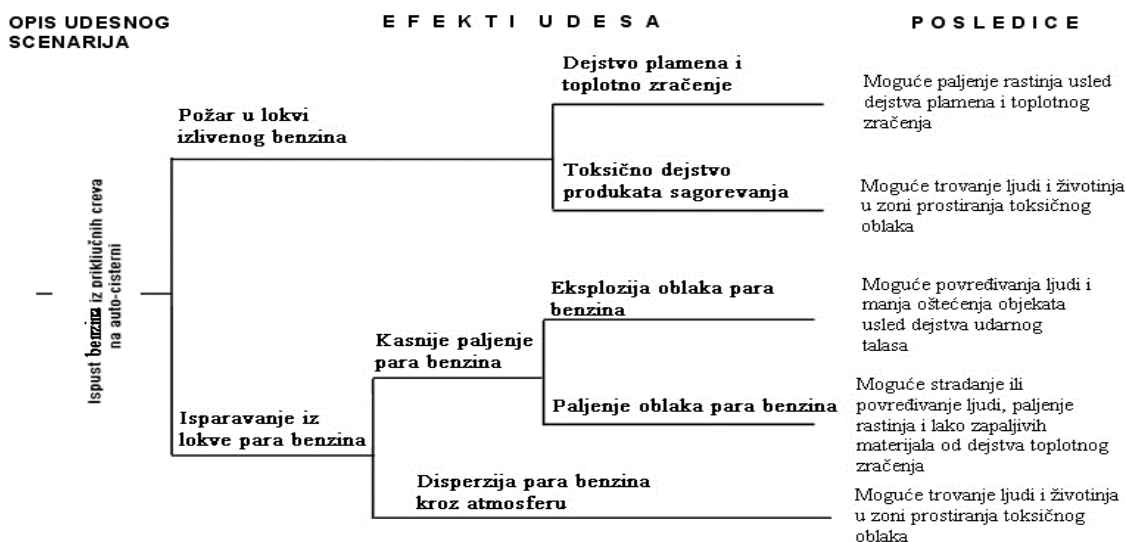
- podloga: betonska
- temperatura okoline: 25 °C
- vetar: tišina (bezvetrica) – najnepovoljniji uslovi

Modeliranje efekata i procena posledica:

Na osnovu sugestija EPA USA (Environment Protection Agency), pretpostavlja se da izlivena tečnost formira sloj lokvu debljine oko 10 mm, što znači da u navedenom slučaju dolazi do formiranja „barice“ izlivenog benzina površine od 45 m².

Potencijalne opasnosti, koje mogu nastati nakon izlivanja benzina po betonskoj podlozi, na lokaciji benzinske stanice su sledeće:

- paljenje i požar s isteklim benzinom u lokvi rasute tečnosti
- isparavanje benzina iz lokve, uz moguće naknade efekte:
 - formiranje oblaka toksičnih para od lako isparljivih komponenata
 - formiranje oblaka para koje mogu dovesti do naknadne eksplozije parnog oblaka
 - formiranje oblaka para koje mogu dovesti do naknadnog paljenja parnog oblaka.



Slika 3.7. Šema razvoja udesne situacije s mogućim pratećim efektima nakon ispusta benzina iz priključnog fleksibilnog creva za istakanje

1). Do požara može doći usled varnice (upotreba alata, pokretanje vozila ili ulazak vozila na BS ili sl.). Obim **paljenja i požara s isteklim benzinom** u lokvi rasute tečnosti određeni su veličinom lokve (za pretpostavljene uslove prečnik lokve iznosi: $\approx 7,6$ m). Posledice po okolinu za ovaj efekat zavise od blizine objekata i vremena izlaganja toplotnom fluksu zračenja. Za sanirenje udesa s ovakvim efektom od suštinske važnosti je gašenje požara u početnoj fazi razvoja. Time se sprečava i njegovo primarno dejstvo (efekat zračenja) i mogućnost nastanka sekundarnih posledica sa mnogo težim posledicama, kao što je efekat *BLEVE – Boiling liquid expanding vapor explosion* odnosno *Eksplorzija para ključajuće tečnosti*.

Takav slučaj se najčešće desi kada požar zahvati rezervoar auto-cisterne i ako to traje duže od 30 min, moguće je da dođe i do eksplozije rezervoara s zapaljivom tečnošću (znatno veća verovatnoća da to bude u slučaju TNG nego benzina) i formiranja vatrene lopte, uz veoma ozbiljne posledice po okolinu).

2). Pri razmatranju toksičnog dejstva produkata sagorevanja, nastalih pri požaru izlivenog benzina u lokvi, polazi se od brzine sagorevanja i sastava nastalih produkata u nekontrolisanim uslovima (manji dotok vazduha).

Srednja brzina sagorevanja benzina u takvim uslovima iznosi oko **0,06 kg/m² · s**. Glavni toksični produkti sagorevanja benzina su:

- ugljen-monoksid (CO)..... 31,1 %
- oksidi azota (NO_x)..... 1,5 %
- oksidi sumpora (SO_x)..... 0,12 %
- čađ (C)..... 0,15 %

Polazeći od toga da pri sagorevanju benzina dolazi i do podizanja uvis dimne smeše, u skladu s trenutnim meteorološkim uslovima, emisije brzine nastalih toksičnih produkata sagorevanja „nemaju kapacitet“ da stvore posebno toksične koncentracije za ljude na otvorenom prostoru na lokaciji stanice.

3). Efekat toksičnog dejstva izlivenog benzina praćen je preko dejstva benzena, kao najtoksičnije komponente benzina, čiji je propisan sadržaj 1 % (V/V), u skladu s zahtevima iz standarda SRPS EN 228 (usaglašen s propisima EU).

Za navedene uslove udesa izračunata je emisija para benzena iz nastale lokve benzina od **$E \approx 1 \cdot 10^{-3}$ kg/s**.

Koncentracija benzena oko lokve izračunata je na osnovu jednačine koja opisuje promenu koncentracije neke ispraljive komponente u uslovima bezvetrice:

$$C_{benzen} = \frac{E}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot \sqrt{x_0^2 + x^2}}$$

gde su:

- K – koeficijent turbulentne difuzije, (za mirno vreme $\sim 0,05$ m²/s)
- x_0 – poluprečnik lokve, m
- x – udaljenje od lokve, m.

Kao značajne koncentracije za procenu toksičnog dejstva para benzena za vreme udesa uzete su sledeće koncentracije:

- IDLH = 500 ppm (1640 mg/m³), koncentracije koje mogu biti opasne po život ljudi, pri udisanju dužem od 30 min)
- 0,1·IDLH = 50 ppm (164 mg/m³), koncentracije koje mogu biti opasne po život osetljive populacije ljudi, pri udisanju dužem od 30 min).

Za navedene uslove dobijaju se sledeći rezultati proračuna:

- sa sadržajem 1 % benzena – pri izlaganju od 30 min: bezbedno rastojanje za osetljivu populaciju je 20 m od lokve rasute tečnosti
- sa sadržajem 1 % benzena – pri izlaganju od 10 min: bezbedno rastojanje za osetljivu populaciju je 12 m od lokve rasute tečnosti.

S obzirom na date propise o sadržaju benzena od 1 % u motornom benzinu, i uzimajući kao nepovoljnu varijantu za vreme reagovanja od 30 min (za saniranje lokve rasute tečnosti), za osetljivu populaciju minimalno rastojanje od benzinske stanice (mesta istakanja benzina) iznosi:

$$L_{\min} = L_0 + L_{\text{disper}} \approx 4 + 20 \approx 24 \text{ m}$$

4). Procena opasnosti od formiranja para benzina, koje nakon isparavanja mogu dovesti do naknadnog paljenja ili naknadne eksplozije parnog (gasnog) oblaka izveden je primenom **n-heptana kao model-supstance za benzin.**

Za navedene uslove izračunata je brzina isparavanja n-heptana od $E \approx 0,043 \text{ kg/s}$.

Kao koncentracije od značaja za procenu nastanka eksplozije ili naknadnog paljenja oblaka para uzete su koncentracije koje se odnose na donju granicu eksplozivnosti (DGE) odnosno zapaljivosti (DGZ):

- 0,5·DGE (0,55 %, v/v), $2,25 \cdot 10^4 \text{ mg/m}^3$
- DGE (1,1 %, v/v), $4,50 \cdot 10^4 \text{ mg/m}^3$

Za navedene uslove nastanka udesa i izračunate vrednosti emisije para n-heptana izračunate su zone prostiranja opasnih koncentracija para n-heptana, i u datom slučaju one iznose **manje od 5 m od nastale lokve tečnosti.**

5). Procena je da za navedene uslove nastanka udesa (manjeg obima a verovatniji tip udesa) ne postoji mogućnost nastanka koncentracija para benzina u parnom oblaku koji bi mogao da dovede do eksplozije takvog oblaka i nastali nadpritisak ugrozi ljude i objekte u blizini objekta stanice.

6). Slično benzinu i pri razmatranju toksičnog dejstva produkata sagorevanja, nastalih pri eventualnom požaru izlivenog dizel-goriva u lokvi, polazi se od brzine sagorevanja i sastava nastalih produkata u nekontrolisanim uslovima (manji dotok vazduha).

Srednja brzina sagorevanja dizel-goriva u takvim uslovima iznosi oko **0,04 kg/m² · s**. Glavni toksični produkti sagorevanja benzina su:

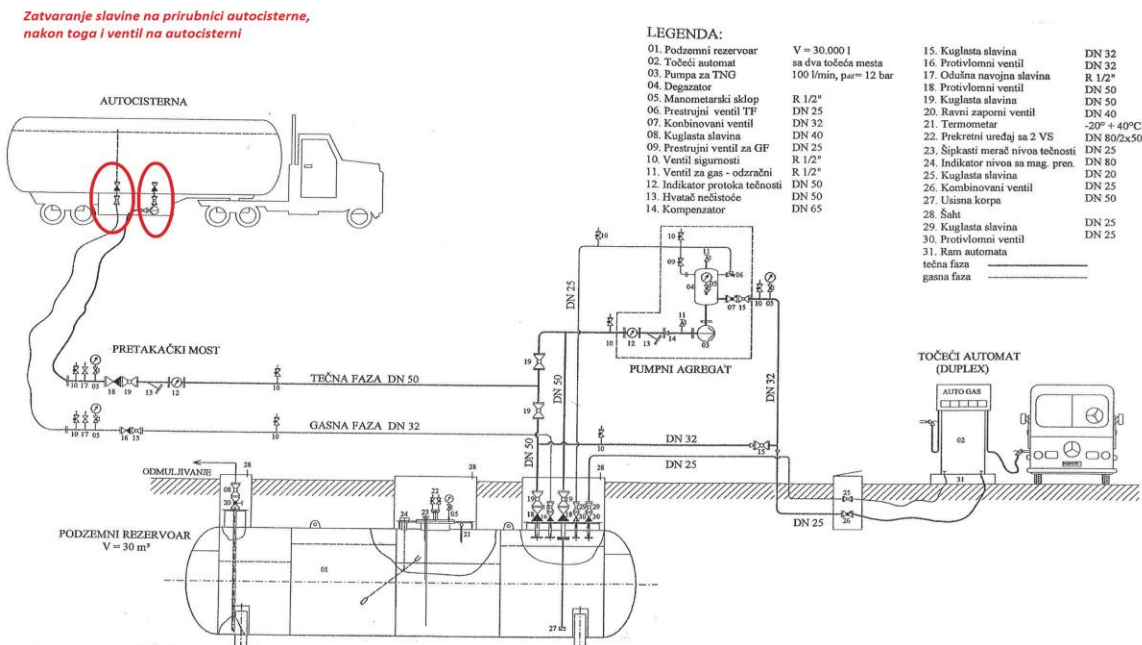
- ugljen-monoksid (CO)..... 0,71 %
- oksidi azota (NO_x)..... 2,6 %
- oksidi sumpora (SO_x)..... 0,47 %
- čađ (C)..... 1,3 %

Kao i u slučaju benzina i pri sagorevanju dizel-goriva dolazi i do podizanja uvis dimne smeše, tako da emisione brzine nastalih toksičnih produkata sagorevanja ne formiraju posebno toksične koncentracije za ljude na otvorenom prostoru na lokaciji stanice.

3.4.2. Udesne situacije za vreme istakanja tečnog naftnog gasa (TNG)

Najčešći udesi na TNG-pumpama su slučajevi nekontrolisanog **ispusta TNG iz priključnih creva**, za slučaj dehermitizacije spojeva priključna creva–auto-cisterna (ili železnička cisterna) tečna i gasna faza).

Učestalost nastanka takvog oblika udesa pri istakanju goriva, prema preporukama Američkog društva hemijskih inženjera (AIChE, 2001.) iz auto- ili vagon-cisterne je $\sim 3 \cdot 10^{-2}$ /godini, što znači da je to SREDNJA verovatnoća događaja.



Slika 3.8. Tehnološka šema mašinske instalacije sistema za skladištenje i pretakanje TNG

Verovatnoća nastanka udesa s težim posledicama (izlivanje kompletnog sadržaja auto-cisterne, požar na auto.cisterni s naknadnom eksplozijom rezervoara cisterne i dr.) su znatno manje verovatni, obzirom na sve mere koje se preduzimaju pri realizaciji navedenih aktivnosti.

U odnosu na vreme kada je izrađivana predmetna „**Strateška procena uticaja plana generalne regulacije stanica za snabdevanje gorivom**“ došlo je do izmena u načinu konekcije cisterne s istakačkim objektom, jer su ranije priključna creva bila duža i ukupno nekontrolisano oslobođena masa TNG iz creva bila je oko 40 L (računato ukupno na tečnu i gasnu fazu).

Sada se za istakanje TNG iz auto-cisterne koriste fleksibilna creva sledećih dimenzija:

- tečna faza: DN 50 × 6 m
- gasna faza: DN 25 × 6 m.

Udesni scenario:

Trenutni ispust TNG (pucanje spoja na priključnim crevima s tečnom i gasnom fazom), uz uslov da dođe do trenutnog zatvaranja protivlomnog ventila, tako da nastaje oslobađanje TNG, koji se trenutno nalazi u priključnim crevima.

Po formiranju primarnog oblaka TNG moguće su sledeće varijante daljeg razvoja događaja:

- trenutno paljenje oslobođenog TNG

- disperzija nastalog primarnog oblaka bez posebnih posledica (razblaženje oblaka do bezopasnih koncentracija TNG)
- disperzija nastalog primarnog oblaka, uz dve naknadne moguće opasnosti:
 - naknadno paljenje primarnog oblaka
 - naknadna eksplozija primarnog oblaka.

Šematski prikaz mogućeg razvoja događaja nakon udesa (nekontrolisanog ispusta) iz priključnog creva na auto-cisterni s TNG dat je na slici 3.



Slika 3.9. Šema razvoja udesne situacije s mogućim pratećim efektima nakon ispusta TNG iz priključnog fleksibilnog creva za istakanje

Rezultati modeliranja mogućeg udesnog scenarija:

1). Izračunavanje ukupne mase ispusta TNG

- zapremina tečne faze: $V_T = \frac{0,05^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \approx 0,012 \text{ m}^3$
- zapremina gasne faze: $V_G = \frac{0,025^2 \cdot \pi}{4} \cdot 6 \approx 0,003 \text{ m}^3$
- masa tečne faze: $m_T \approx 0,012 \cdot 500 \approx 6 \text{ kg TNG}$
- masa gasne faze: $m_T \approx 0,003 \cdot 2 \approx 0,006 \text{ kg TNG}$
- ukupna masa oslobođenog TNG: $m_G \approx 6 \text{ kg TNG}$
- srednja molekulska masa TNG (pod pretpostavkom da je maseni sastav TNG: propan : butan = 50:50):

$$M_{TNG} = \frac{1}{0,5 / 44 + 0,5 / 58} \approx 50 \text{ g/mol}$$

2). Prostiranje opasnih koncentracija TNG

- Izračunavanje zapremine primarnog oblaka TNG:

$$V_{TNG_0} = \frac{z \cdot m_{TNG} \cdot R \cdot T}{p} \approx 2,9 \text{ m}^3$$

2.1). Prema približnoj proceni po Metodologiji Američkog društva hemijskih inženjera

Promena zapremine gasnog oblaka TNG s rastojanjem (niz vetar), kao teškog gasa izračunavana je prema jednačini:

$$\frac{V_{TNG}}{V_{TNG_0}} \approx \left(\frac{x}{V_{TNG_0}} \right)^{3/2}$$

Promena koncentracije TNG s rastojanjem (niz vetar prema Metodologiji Britter-McQuaid

Proračun zona prostiranja opasnih koncentracija TNG izveden je primenom odgovarajućih nomograma, za vrednosti sledećih koncentracija TNG:

- za 0,5 DGZ_{TNG}: $X \approx 23 \text{ m} + 1,42 \text{ m} \approx \mathbf{25 \text{ m}}$
- za DGZ_{TNG}: $X \approx 15 \text{ m} + 1,42 \text{ m} \approx \mathbf{17 \text{ m}}$

3). Eksplozivni potencijal ispusta TNG

Eksplozivni potencijal nastalog ispusta TNG od približno **6 kg** izračunat je primenom TNT ekvivalenta:

$$m_{TNT} \approx 0,03 \frac{6 \cdot 45,9}{4,86} \approx \mathbf{1,7 \text{ kg TNT}}$$

Sobzirom na malu masu oslobođenog TNG, znatno je verovatnije da dođe do paljenja nastalog oblaka TNG, tj. nastanka efekta *Flash fire* nego do eksplozije gasnog (parnog) oblaka TNG.

Eksplozija gasnog oblaka TNG

Za slučaj nastanka eksplozije gasnog (parnog) oblaka TNG vrednosti nadpritiska od udarnog talasa u funkciji rastojanja bi mogle da budu:

Tabela 3.1. Nadpritisk pri eksploziji gasa na određenim rastojanjima od centra eksplozije

x, m	5	10	15	20	25	30	35
Δp, kPa	60	19	11	7,6	5,7	4,5	3,7

Moguće samo pucanja stakala na okolnim objektima na rastojanju od **35 m** od mesta eksplozije.

4). Paljenje gasnog oblaka TNG

Efektivni prečnik nastalih produkata sagorevanja TNG izračunat je prema jednačini:

$$R_{ef} \approx \left(\frac{10,54 \cdot m_{TNG}}{\pi \cdot \rho_{TNG}} \right)^{1/3} \approx \mathbf{2 \text{ m}}$$

Relativno bezbedno rastojanje kao udaljenja od centra paljenja oblaka TNG je:

$$\Delta X_{FF} \approx 1,4 \cdot R_{ef} \approx 2,8 \text{ m}$$

Bezbedno rastojanje za efekat paljenja gasnog (parnog) oblaka TNG izračunato je prema jednačini:

$$X_{FF} \approx \mathbf{21 + 2,8 \approx 24 \text{ m}}$$

Slično benzinu i dizel-gorivo razmatrano je i toksično delovanje produkata nekontrolisanog sagorevanja TNG (manji dotok vazduha), nakon njegovog paljenja na lokaciji stanice.

Srednja brzina sagorevanja TNG u takvim uslovima iznosi oko **0,1 kg/m² · s**. Glavni toksični produkti sagorevanja benzina su:

- ugljen-monoksid (CO)..... 25 %

- oksidi azota (NO_x)..... 0,2 %
- čađ (C)..... 3 %
- benz(a)piren..... $8 \cdot 10^{-9}$ %.

Kao i u slučaju benzina i dizel-goriva i pri sagorevanju TNG dolazi i do podizanja uvis dimne smeše, tako da emisije brzine nastalih toksičnih produkata sagorevanja „nemaju kapacitet“ da stvore posebno toksične koncentracije za ljude na otvorenom prostoru na lokaciji stanice.

5). Zaključak za procenu opasne zone

1. Iz gore navedenog može se zaključiti da je za slučaj mogućeg udesa relevantno minimalno rastojanje od mesta istakanja benzina iz auto-cisterne do okolnih objekta, ono koje je karakteristično za efekat dejstva toksičnih para (razmatrane pare benzena) od: $L_{min} \approx 24 \text{ m}$.
2. S obzirom da se radi o malom ispustu TNG, kao opasne materije i da se procena svih efekata izvodi za krajnje nepovoljne meteorološke uslove (stanje bezvetrice), kao relevantna (karakteristična) koncentracija TNG za analizu je koncentracijama nivoa 0,5-DGZ. Minimalno referentno rastojanje za procenu opasne zone, uz sprovođenje svih propisanih mera protivpožarne zaštite, od mesta istakanja TNG iznosi 25 m.
3. Od tri izračunate karakteristične vrednosti dometa opasnih zona kao referentna za procenu ugroženosti usvojena je zona za efekat naknadnog paljenja gasnog oblaka iz sledećih razloga:
 - za navedene uslove mala je verovatnoća naknadne eksplozije parnog oblaka (prema sugestijama TNO taj efekat se uglavnom dešava kada je oslobođena masa opasne materije veća od 1000 kg i kada se na putu prostiranja oblaka nalaze prepreke)
 - efekat trenutnog paljenja gasnog oblaka ima manji domet.



Slika 3.10. – Bezbedne zone oko pumpne stanice na lokaciji „Trg Branka Radičevića“ – Zemun procenjene na osnovu nekontrolisanog ispusta **benzina** iz priključnog creva na auto-cisterni



Slika 3.11. – Bezbedne zone oko pumpne stanice na lokaciji „Trg Branka Radičevića“ – Zemun procenjene na osnovu nekontrolisanog ispusta **TNG** iz priključnog creva na auto-cisterni

3.3. Metodologija modeliranja

Prikazani scenariji u *Analizi posledica i proceni rizika* uzeti su za tipične situacije mogućih hemijskih udesa, koji se mogu desiti pri manipulaciji, istakanju TNG ili u toku skladištenja, uz naknadnu analizu za slučaj nastajanja eksplozije parnog oblaka (*Vapor cloud explosion – VCE*). U ovom slučaju primenjeni su *plume* ili *puff*-modeli, prema izboru najnepovoljnijih scenarija udesa. Izbor takvih modela podrazumeva da se, trenutno oslobodi određena količina TNG da se prostire u prostoru i vremenu prema zakonima turbulentne atmosferske difuzije.

Matematički modeli primenjeni za simuliranje procene situacije pri hemijskim udesima u ovom izveštaju, zasnovani su na prihvaćenim modelima turbulentne difuzije čestica u prizemnom sloju atmosfere.

- **za prostiranje gasova težih od vazduha** (spontano prostiranje u trenutku nastanka udesa do trenutka dok formirani oblak ne počne da se pokorava zakonima turbulentne difuzije);
- **statističke teorije**, za period kada formirani oblak počinje da se pokorava zakonima turbulentne difuzije korišćeni su modeli na bazi Gausove prostorne raspodele.

Površine zona prostiranja oblaka za zadatu koncentraciju izračunavaju se numeričkom integracijom površina ispod dobijenih krivih koje opisuju zone prostiranja, opasnih koncentracija TNG: donje granice zapaljivosti (DGZ) ili eksplozivnosti (DGE) i gornje granice zapaljivosti (GGZ) ili eksplozivnosti (GGE).

Parametri, koji su navedeni u predmetnom izveštaju (raspodela i površine zona prostiranja zahtevanih koncentracija, dubina prostiranja kontaminacionog oblaka–sigurna rastojanja prema nekim koncentracijama) su izračunati korišćenjem različitih matematičkih transformacija, uz primenu analitičkih izraza i gotovih softverskih paketa tipa *Mathematica*, *Excel*, *Photoshop* i dr.

3.4. Koncentracije od značaja

Koncentracija od značaja (KOZ) se definiše kao "koncentracija neke hemijske materije u vazduhu, iznad koje se mogu javiti štetni efekti po zdravlje ljudi i životnu sredinu u zoni koja se označava kao **zona opasnosti** ili **povrediva zona**".

Koncentracije od značaja su parametri za određivanje veličine povredive zone, odnosno preduslov za primenu modela disperzije eksplozivnih (ili toksičnih) para u vazduhu. Na osnovu KOZ su u dvodimenzionalnom i trodimenzionalnom sistemu definisane su granice povredivih zona ili povredivog prostora.

Koncentracije koje se koriste kao parametar pri modeliranju širenja gasova, para, aerosola i čvrstih čestica opasnih materija su:

- 1) koncentracije koje izazivaju u vrlo kratkom vremenu smrt;
- 2) koncentracije koje mogu biti štetne po zdravlje ljudi ukoliko se ne izvrši hitna evakuacija;
- 3) koncentracije koje mogu biti štetne po zdravlje ljudi ukoliko izloženost traje više od 30 minuta;
- 4) koncentracije koje su određene kao maksimalno dopuštene za radnu sredinu,
- 5) koncentracije koje su određene kao granične vrednosti emisije ili imisije.

Štetna dejstva TNG kao što su toksičnost (otrovnost) i štetnost za životnu sredinu, nemaju značaj u poređenju sa eksplozivnim dejstvom para i gasova, odnosno dejstvima udarnog talasa usled pritiska koji nastaju u eksploziji i požarnom opasnosti).

Izbor koncentracija od značaja je definisan prema graničnim koncentracijama eksplozivnosti i to:

Tabela 3.2. Granice eksplozivnosti TNG

Donja granica eksplozivnosti TNG (DGE)	1.6%
Gornja granica eksplozivnosti TNG (GGE)	9.5%

3.5. Kriterijumi štetnih efekata

Na osnovu definisanih površina zona koje su zahvaćene oblakom TNG (čije su koncentracije veće od DGE, odnosno DGZ ili manje od GGE, odnosno GGZ (koji može da se zapali i eksplokira) definisani su efekti na osnovu razlike pritisaka usled eksplozije (udarnog talasa).

Ocena opasnosti dejstva eksplozije parnog oblaka **na zatečeno ljudstvo** tumačena je prema sledećim kriterijumima:

Tabela 3.3. Delovanje nadpritiska na ljude

Delovanje na ljude	nadpritisak
smrtni ishod ljudi u 50% slučajeva	$\Delta p \in (350 \text{ do } 500) \text{ kPa}$
teži stepen oštećenja pluća	$\Delta p \in (133 \text{ do } 200) \text{ kPa}$
teže povrede, pucanje bubnih opni u 50% slučajeva	$\Delta p \in (100 \text{ do } 133) \text{ kPa}$
pucanje bubnih opni u 1% slučajeva	$\Delta p > 30 \text{ kPa}$

Ocenu dejstva eksplozije parnog oblaka na **okolne objekte** tumačena je prema sledećim kriterijumima:

Tabela 3.4. Delovanje nadpritiska na objekte

Stepen oštećenja objekata	nadpritisak
totalna destrukcija objekata	$\Delta p > 83 \text{ kPa}$
ozbiljna oštećenja objekata	$\Delta p > 35 \text{ kPa}$
umerena oštećenja	$\Delta p > 17 \text{ kPa}$
laka oštećenja	$\Delta p > 3,5 \text{ kPa}$

4. VEROVATNOĆA NASTANKA UDESA

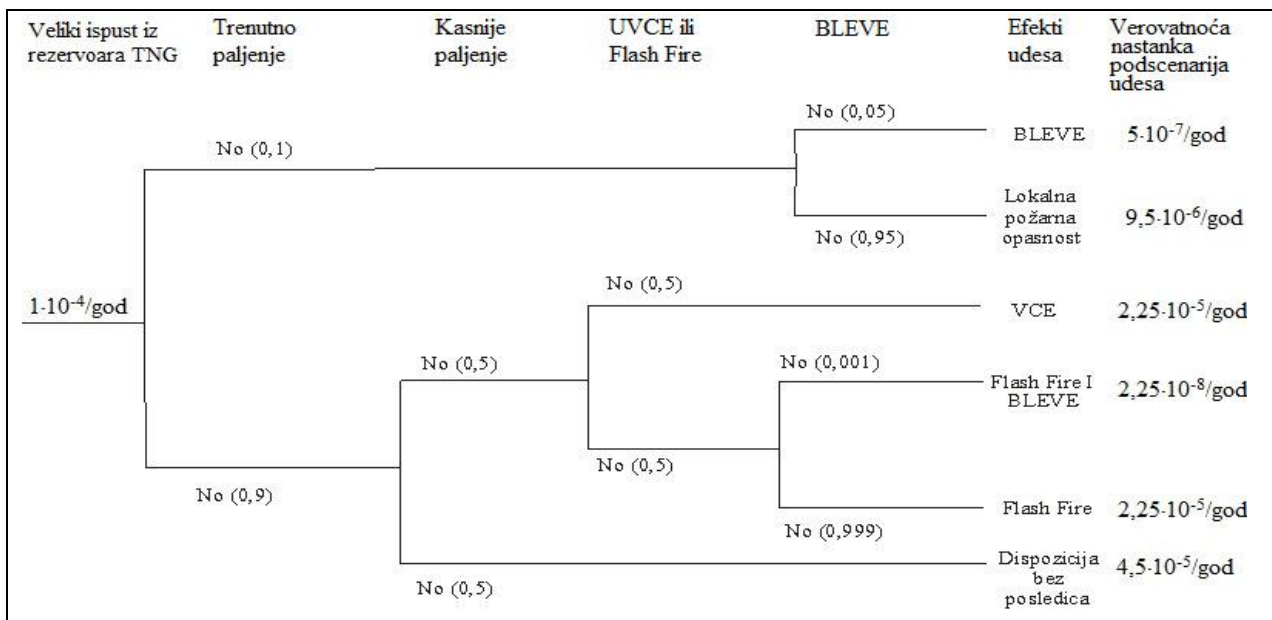
Verovatnoća nastanka udesa je stohastička veličina do koje se najčešće dolazi analizom statističkih podataka o registrovanim događajima na sličnim delovima instalacija, ili pojavama u sličnim uslovima rada. U procesu definisanja zona opasnosti za zapaljive i eksplozivne materije u procesu rada i na stanicama za snabdevanje goriva i skladištima goriva se traži verovatnoća nastanka uslova za stvaranje eksplozivne sredine gasova i para. U proceni verovatnoće nastanka udesa se ne ograničava udes samo na požar i eksploziju, već se proširuje i na mogućnost curenja, izlivanja ili rasipanja tečnog goriva.

Razvodni sistemi gasova ili tečnosti koji sadrže standardne elemente kao što su rezervoari, pumpe, cevovod, ventili i merno regulaciona oprema prema dosadašnjem statističkom ponašanju imaju verovatnoću otkaza odnosno verovatnoću da se na njima desi kvar koji se dalje razvijaju u udes su sledeća:

Tabela 4.1. Verovatnoća događaja na sistemima sa hemijskim materijama

Događaji	Verovatnoća
mala curenja	Velika 10^{-1} god^{-1}
pucanje cevi	Srednja $10^{-3} - 10^{-1} \text{ god}^{-1}$
rupa u sudu	Mala $10^{-4} - 10^{-3} \text{ god}^{-1}$
pucanje suda	Izuzetno mala $10^{-5} - 10^{-6} \text{ god}^{-1}$

U skladu sa mogućim udesnim situacijama na skladišnom rezervoaru sa TNG i očekivanim efektima izrađeno je „stablo događaja“ u kome su date i verovatnoće nastanka mogućih podscenarija udesnih situacija. Na slici 10. prikazano je stablo događaja za udes ispusta, požara i drugih udesnih situacija na rezervoaru i instalaciji sa TNG.



Slika 4.1. Prikaz stabla događaja za udes ispusta, požara i drugih udesnih situacija na rezervoaru i instalaciji sa TNG

I ako je veliki udes teorijski moguć, verovatnoća nastanka takvog udesa sa veoma velikim posledicama (stradanje većeg broja ljudi), je **veoma mala**.

Verovatnoće događaja "najgoreg mogućeg događaja": ispust TNG iz skladišnog rezervoara, sa pratećom eksplozijom ili paljenjem nastalog parnog oblaka ili većim požarom na pratećoj instalaciji za TNG (koji nisu ugašeni u početnoj fazi razvoj požara) su **veoma male (10^{-8})**

godina). Ovi udesi se ne razmatraju u analizi rizika od udesa zbog veoma male verovatnoće da se dogode kako u prevozu tako i na stanicama za snabdevanje gorivom.

Verovatnoća događaja manjih udesa (lokalna curenja TNG u instalaciji bez i sa požarom, kao bez i sa eksplozijom gasa) je **srednja**. Ovaj udes je analiziran za benzinsku pumpu sa TNG na lokaciji Trg Branka Radičevića u Zemunu.

5. ANALIZA POVREDIVOSTI

U blizini lokacije objekta benzinske stanice nema vulnerabilnih objekata tipa: dečiji vrtići, škole, domovi za decu, domovi za stare, bolnice, tržni centri i druga mesta kolektivnog okupljanja. U blizini lokacije stanice TNG nema dečijih igrališta i prostora za okupljanje dece.

Određivanje mogućeg nivoa udesa

U slučaju udesa u postrojenju stanice za snabdevanje gorivom analizirane su granice delovanja udarnog talasa (mehaničke energije), parčadnog dejstva eksplozije, toplotnog dejstva, požara i eksplozije u obliku saopštene energije u slučajevima eksplozije TNG.

S obzirom na uslove u kojima funkcionišu postrojenja kao što su stanice za snabdevanje gorivom, posebno one koje su planirane u naseljima nivo udesa je takav da posledice udesa mogu da budu izvan granica ovog postrojenja.

Mogući nivoi udesa na skali od 5 nivoa za analizirano postrojenje je : **III nivo udesa- posledice udesa zahvataju prostor izvan granica postrojenja stanice za snabdevanje TNG.**

6. ANALIZA POSLEDICA OD HEMIJSKOG UDESA

6.1. Procena mogućih posledica (P)

Procena mogućih posledica po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu vrši se na osnovu analize vulnerabilnosti. Vulnerabilni su svi oni objekti i stanovništvo, koji u zoni širenja gasova, para, aerosola i čvrstih čestica trpe posledice štetnog delovanja hemijske materije ili njenog fizičkog delovanja (toksičnih materija, toplotne energije - požara, vazdušnog udara - nadpritiska, parčadnog dejstva eksplozije).

Procena mogućih posledica po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu vršena je na osnovu analize povredivih objekata odnosno (vulnerabilnih objekata). Vulnerabilni su ljudi i sledeći objekti:

- radnici zaposleni na benzinskoj stanici;
- kupci, korisnici benzinske stanice (ukoliko nije prekinut rad stanice u toku pretakanja goriva, kako je propisano Pravilnikom o pretakanju na stanici);
- stanovnici u najbližem okruženju u individualnim stambenim objektima severno i zapadno od lokacije;
- prolaznici i drugi korisnici koji se mogu naći na prostoru u blizini koji je zahvaćen uticajem udesa na stanici (svi ljudi koji trpe posledice štetnog delovanja hemijske materije ili njenog fizičkog delovanja - toplote, i vazdušnog udara).

Pokazatelji koji određuju obim posledica su bili:

- mogući broj poginulih, mogući broj povređenih opekotinama ili udarom, mogući broj intoksiciranih bez trajnih posledica, moguće razmere kontaminacije zemljišta i voda, moguće materijalne štete.

Tabela 6.1. Potencijalni broj izloženih ljudi i objekta i stepen povredivosti na pumpi LUKOIL na Trgu Branka Radičevića u Zemun

Ugroženi	Stepen ugroženosti	Broj ugroženih Obim posledica
Radnici zaduženi za pretakanje goriva, vozač cisterne i radnik manipulant prijema goriva	Lake povrede usled eksplozije, parčadnog dejstva ili opekotine sa TNG	1-2 radnika
Administrativni i drugi radnika	Povreda od pucanja stakala na objektu	1 prodavac
	Povreda u slučaju učešća u gašenju požara	1 radnik
Kupci, korisnici stanice	Kupci u prodajnom objektu, u slučaju eksplozije mogu pretrpeti povrede od razbijenog stakla na objektu	1-3
Stanovništvo Objekti stanovanja , susedna zgrada	Povrede od pucanja stakala na prozorima stambenih objekata u Dobanovačkoj ulici. Najbliži stambeni objekat između Dobanovačke i Cara Dušana ulice su zaštićeni protivpožarnim zidom od delovanja udarnog talasa ili se nalaze izvan zone povredivosti.	1-3
Objekti na stanici Objekat i automati za pretakanje	Lako oštećenje. Pucanje staklenih površina okrenutih ka pretakalištu	prednji deo objekta i najbliži automat za točenje goriva
Automobili u prolazu	Moguća oštećenja automobila	pucanje stakala
Saobraćajnice	Moguće oštećenje automobila u prolazu sa pucanjem stakala	pucanje stakala
Flora i fauna:	Kontaminacija je kratkotrajna i bez trajnih posledica	nema delovanja na floru i faunu
Površinske vode	Izliveno gorivo se prečišćava na separatoru masti i ulja.	nema kontaminacije

Scenario udesa:

Ukupne maksimalne posledice:

- Teže povrede: najviše dva radnika (rukovalac pretakanja i vozač cisterne za dopremanje motornih goriva i TNG).
- Lakše povrede: do 5 ljudi (kupaca, slučajnih prolaznika ili stanara najbližih kuća u Dobanovačkoj ulici) .

Moguća materijalna šteta na otvorenim sistemima u zoni delovanja udarnog talasa.

Kontaminacije zemljišta i vode nema.

Broj ljudi izvan stanice za snabdevanje gorivom koji mogu biti izloženi udesu

Na 4-6 stambena objekta moglo bi da dođe do pucanja stakla u slučaju eksplozije pare benzina ili TNG.


U zoni delovanja udesa koji mogu izazvati povrede ljudi nema povredivih objekata kao što su obdaništa, predškolske ustanove, škole, bolnice, mesta masovnog okupljanja i drugih vulnerabilnih objekata.

Procena mogućih posledica

Na osnovu modeliranja scenarija udesa, izračunavanja širine povredivih zona i utvrđivanja zona opasnosti, procene mogućih posledica sa smrtnim ishodom po ljude, posledica sa teškim povredama, broja lakše povređenih ljudi i visine materijalne štete procenjene su moguće posledice prema kriterijumima koji važe za procenu rizika od hemijskog udesa, kao **ZNAČAJNE POSLEDICE**.

Tabela 6.2. Prikaz mogućih posledica na stanicima za snabdevanje gorivom u slučaju udesa sa TNG

Pokazatelji posledica	Posledice				
	malog značaja	značajne	ozbiljne	velike	katastrofalne
Broj ljudi sa smrtnim ishodom	nema	nema	1-2	3-5	više od 5
Teško povređeni	nema	1-2	3-6	7-10	više od 10
Lakše povređeni	nema	1-5	6-15	16-30	više od 30
Mrtve životinje	≤0,5 t	0,5-5 t	5-10 t	10-30 t	više od 30 t
Kontaminirano zemljište	≤0,1 ha	0,1-1 ha	1-10 ha	10-30 ha	više od 30 ha
Materijalna šteta u hiljadama dinara	≤100	100 – 1 000	1 000 – 10 000	10 000 – 100 000	veća od 100 000

 Procenjene moguće posledice

U slučaju udesa sa TNG prema opisanom scenariju:

- ne treba očekivati posledice sa smrtnim ishodom;
- mogu se dogoditi teže povrede radnika na pretakanju goriva;
- treba očekivati najmanje jednu a najviše 5 lakše povređenih osoba (radnici na pretakanju i kupci u prodajnom objektu);
- nema mrtvih životinja;
- nema kontaminiranog zemljišta;
- materijalna šteta će biti do milion dinara.

7. RIZIK OD HEMIJSKOG UDESA

Rizik (R) je funkcija verovatnoće nastanka udesa (V) i mogućih posledica (P) i matematički se može prikazati izrazom:

$$R = f [V, P]$$

Na osnovu procene verovatnoće događaja udesa sa TNG, gde je zaključeno da je verovatnoća da se opisani udes dogodi procenjena kao **SREDNJA**, izrađena je matrica Rizika od hemijskog udesa. U istoj matrici je prikazan podatak o procenjenom obimu posledica, gde je procenjeno da su posledice udesa sa TNG „**ZNAČAJNE**“.

Procena rizika sa zaključkom o prihvatljivosti rizika od hemijskog udesa

Tabela 7.1. Procenjeni rizik na osnovu kriterijuma verovatnoće nastanka udesa i mogućih posledica za benzinsku stanicu sa TNG

Verovatnoća nastanka udesa	Posledice				
	malog značaja	značajne	ozbiljne	velike	katastrofalne
mala	zanemarljiv rizik	mali rizik	srednji rizik	veliki rizik	veoma veliki rizik*
srednja	mali rizik	srednji rizik	veliki rizik	veoma veliki rizik*	veoma veliki rizik*
velika	srednji rizik	veliki rizik	veoma veliki rizik*	veoma veliki rizik*	veoma veliki rizik*

Procenjena verovatnoća događaja i Posledice;

Zaključak:

Rizik od hemijskog udesa na benzinskoj stanici LUKOIL na „Trgu Branka Radičevića“ u Zemunu je procenjen kao „**SREDNJI RIZIK**“.

Uzimajući u obzir mere prevencije koje su predviđene, projektovanjem, izgradnjom objekta i izgrađenost sistema upravljanja bezbednošću na stanici za snabdevanje gorivom ovim rizikom je moguće upravljati.

RIZIK JE PRIHVATLJIV.

8. PREDLOG MERA

8.1. Mere bezbednosti i protivpožarna zaštita

Mere bezbednosti i sistem protivpožarne zaštite koji je predviđen Glavnim projektima uslovljeni su osobinama i opasnostima koje prete pri skladištenju, pretakanju i radu sa tečnim gorivima i tečnim naftnim gasom na ovoj lokaciji.

Osnovne mere bezbednosti i zaštite ljudi, objekata, postrojenja i instalacija data su kroz ispravna tehnička rešenja, izbor opreme, izbor materijala, tehničke proračune, propisana rastojanja od puteva unutar postrojenja i drugih objekata, uslove i uputstva koji se daju u Glavnim projektima prema kojima je građen objekat i instalacije na ovoj lokaciji.

Na objektima su istaknute natpisne table sa nazivima objekata, nazivom vrste gasa, kao i table upozorenja i zabrana. Raspored natpisnih tabli je dat u Glavnom projektu zaštite od požara.

Protivpožarna zaštita stanice za punjenje pogonskih rezervoara motornih vozila tečnim gorivima i tečnim naftnim gasom se obezbeđuje stabilnom instalacijom hidrantske mreže sa odgovarajućim brojem hidranata što će biti dato u Glavnom hidrograđevinskom projektu i mobilnom protivpožarnom opremom, prevoznim i prenosnim protivpožarnim aparatima. Broj, veličina i raspored mobilne protivpožarne opreme daće se prema važećim pravilnicima i požarnom opterećenju u Glavnom projektu zaštite od požara.

8.2. Prostori ugroženi eksplozivnim smešama gasova sa vazduhom i određivanje zona opasnosti

Elaboratom za odobrenje lokacije, data je Situacija sa zonama opasnosti za objekte i prostore ugrožene od stvaranja eksplozivnih smeša gasova sa vazduhom.

Ceo postupak za određivanje zona opasnosti izvršen je za ugrožene prostore klasifikacijom tih prostora na zone opasnosti uzimajući u obzir stepene opasnosti za trajne, primarne i sekundarne izvore, prema SRPS N.S8.007 , prema Pravilniku o izgradnji postrojenja za zapaljive tečnosti i o uskladištavanju i pretakanju zapaljivih tečnosti 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 i 3.6. i prema Pravilniku o izgradnji stanica za snabdevanje gorivom motornih vozila i o uskladištavanju i pretakanju goriva (Sl. list SFRJ br. 27/71 i 26/71).

U zonama je zabranjeno držanje otvorenog plamena, rad sa otvorenim plamenom, i užarenim predmetima, pušenje, rad sa alatom koji varniči, postojanje nadzemnih električnih vodova bez obzira na napon. U zonama se moraju postaviti natpisi kojima se upozorava na navedene zabrane.

Zona opasnosti "0" (zona I) data je za :

- unutrašnjost skladišnog rezervoara goriva ,
- unutrašnjost autocisterne za transport goriva,
- unutrašnjost distributivnog stuba TNG-a.

Zona opasnosti "1" (zona II) data za :

- prostor oko okna podzemnog rezervoara, okna u kome su smešteni priključci, odušnog cevovoda i ventila, poluprečnika 3m mereno horizontalno i visine 1m iznad odnosno okna, odušne cevi i ventila mereno od tla.

- prostor oko automata za istakanje goriva poluprečnik 2,5m mereno horizontalno i visine 1m iznad tog automata
 - prostor oko pumpe poluprečnika 3m mereno horizontalno i visine 1,5m iznad pumpe
- U ovoj zoni ne smeju se nalaziti otvori, kanali, jame i slična udubljenja.

Zona opasnosti "2" (zona III) data je za:

- Prostor iznad okolnog terena širine 5 m mereno horizontalno od ivice zona povećane opasnosti "1" (zone II) i visine 0,5 m mereno od tla.

U ovoj zoni se ne smeju nalaziti objekti koji ne pripadaju stanici (stambeni, javni objekti i sl.).

Zaštitna zona pretakališta je pojas širine 7,5 m, i u njoj se ne može nalaziti oprema niti materijal koji mogu biti izvor paljenja (električni uređaji, grejna tela i dr.).

8.3. Mere zaštite predviđene zakonom i drugim propisima, normativima i standardima

Nosilac Projekta je u obavezi da predvidi i sprovodi mere, koje se direktno odnose na zaštitu životne sredine ili su u indirektoj vezi sa zaštitom životne sredine, propisane nacionalnim zakonskom regulativom.

- Sva investiciono-tehnička dokumentacija mora biti izrađena u skladu sa odgovarajućim zakonima, propisima i standardima i potvrđena od strane nadležnih ministarstva.
- Nakon izgradnje stanice neophodno je pribaviti Rešenje o primenjenim merama zaštite od požara i udesa od strane Ministarstva unutrašnjih poslova-Sektora za zaštitu i spašavanje - Uprave za preventivu.
- Ukoliko tokom gradnje dođe do promena kojima su narušene predviđene mere zaštite od požara projektnom dokumentacijom ili je došlo do izmena u građevinskom ili tehnološkom smislu, Nosilac projekta je u obavezi da pre tehničkog prijema pribavi saglasnost na ove izmene od strane nadležnog organa.
- Nakon izgradnje stanice neophodno je izvršiti tehnički prijem od strane Tehničke komisije imenovane od nadležnog organa. Po zahtevu Nosioca projekta nadležni organ će za komisiju odrediti člana koji će izvršiti kontrolu usklađenosti izvedenih radova u pogledu ispunjenosti uslova i mera zaštite životne koje su utvrđene Rešenjem o davanju uslova za zaštitu životne sredine.

8.4. Preventivne mere u pogledu rada sa TNG

- U pogledu preventivnih mera na lokaciji, već su planirani protivpožarni zidovi koji imaju ujedno i ulogu protivpožarnih zaštitnih zidova prema parcelama u okolini:
- Izvršiti obuku svih radnika koji rade na pretakanju goriva za pravilan i bezbedan rad.
- Pri nabavci creva za pretakanje tražiti dokaz o atestu i stručni nalaz o pojedinačnom ispitivanju fleksibilnih creva za TNG.
- Vršiti planski, svakodnevni, preventivni pregledi opreme za rad na pretakanju TNG od strane zaposlenih uz vođenje zapisa.
- Razvijati svesti zaposlenih o povećanju pažnje prilikom obavljanja redovnih radnih aktivnosti.
- Vršiti stalnu kontrola rada svih aktivnosti vezanih za transport, pretakanje i skladištenje TNG, u smislu ispunjenja sledećih zahteva:
 - Za vreme operacije istakanja: prisustvuju pretakanju vozač i primalac goriva, (samo prisustvo neophodnog broja ljudi u opasnoj zoni s visokim vrednostima potencijalnog rizika i u toku ograničenog vremenskog intervala),
 - radni personal Stanice TNG, mora biti dobro obučen i spreman za dejstvo u cilju lokalizacije i sanacije udesno opasnih situacija,
 - mora postojati uređen sistem obaveštavanja o požarno i eksplozivno opasnim situacijama i nastalim požarima.

Zakonska regulativa

1. Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/04, 36/09, 36/09 - dr. zakon, 72/09 - dr. zakon i 43/11 – US);
2. ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US i 50/2013 - odluka US);
3. Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. glasnik RS”, br.135/04 i 36/09);
4. Zakon o zaštiti vazduha („Sl. glasnik RS”, br. 36/09);
5. Zakon o vodama („Sl. glasnik RS”, br. 30/10);
6. Zakon o upravljanju otpadom („Sl. glasnik RS”, br. 36/09 i 88/10);
7. Zakon o hemikalijama („Sl.glasnik RS“ br.36/09 i 88/10 i 92/11);
8. Zakon o transportu opasnog tereta („Sl.glasnik RS“ br. 88/10);
9. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Sl. glasnik RS” br.101/05);
10. Zakon o zaštiti od požara („Sl. glasnik RS“, br. 111/09);
11. Zakon o vanrednim situacijama ("Sl. glasnik RS", br. 111/09, 92/11 i 93/12);
12. Zakon o eksplozivnim materijama, zapaljivim tečnostima i gasovima („Sl. glasnik SRS“, br. 44/77, 45/85 i 18/89 i „Sl. glasnik RS“, br. 53/93, 67/93, 48/94 i 101/05 dr. zakon);
13. Zakon o odbrani ("Sl. glasnik RS", br. 116/07, 88/09 - dr. zakon i 104/09 - dr. zakon);
14. Zakon o prometu eksplozivnih materija („Sl. list SFRJ“, br. 30/85, 6/89 i 53/91, „Sl. list SRJ“, br. 24/94, 28/96 i 68/02 i „Sl. glasnik RS“, br. 101/05 - dr. zakon);
15. Pravilnik o sadržini politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade izveštaja o bezbednosti i plana zaštite od udesa („Sl. glasnik RS“, br. 41/10);
16. Pravilnik o sadržaju informacije o opasnostima, merama i postupcima u slučaju udesa („Službeni glasnik RS", broj 18/12);
17. Pravilnik o izgradnji postrojenja za tečni naftni gas i o uskladištavanju i pretakanju tečnog naftnog gasa („Sl. list SFRJ“, br. 24/71 i 26/71 - ispr.);
18. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu skladišta od požara i eksplozija („Sl. Glasnik SRS“, br. 24/87);
19. Pravilnik o tehničkim i drugim zahtevima za tečni naftni gas („Sl. Glasnik RS“, br. 6p. 97/10);
20. Pravilnik o izmeni pravilnika o tehničkim i drugim zahtevima za tečni naftni gas („Sl. Glasnik RS“, br. 6p. 97/10 i 123/12);
21. Pravilnik o opasnim materijama u vodama („Sl. glasnik SRS“, br. 31/82);
22. Pravilnik o uslovima i načinu sakupljanja, transporta, skladištenja i tretmana otpada koji se koristi kao sekundarna sirovina ili za dobijanje energije („Sl. glasnik RS“, br. 98/10);
23. Pravilnik o načinu skladištenja, pakovanja i obeležavanja opasnog otpada („Sl. glasnik RS“, br. 92/10);
24. Pravilnik o obrascu dokumenta o kretanju opasnog otpada i uputstvu za njegovo popunjavanje („Sl. glasnik RS” br. 72/09);
25. Pravilnik o obrascu dokumenta o kretanju otpada i uputstvu za njegovo popunjavanje („Sl. glasnik RS” br. 72/09);
26. Pravilnik o načinu skladištenja, pakovanja i obeležavanja opasnog otpada („Sl. glasnik RS“, br. 92/10);
27. Pravilnik o uslovima, načinu i postupku upravljanja otpadnim uljima („Sl. glasnik RS“, br. 71/10);
28. Pravilnik o bezbednosti mašina („Sl. glasnik RS“, br. 13/10);
29. Pravilnik o sadržaju bezbednosnog lista („Sl. glasnik RS“, br. 100/11);
30. Pravilnik o načinu na koji se vrši procena bezbednosti hemikalije i sadržini izveštaja o bezbednosti hemikalije („Sl. glasnik RS“, br. 37/11);

31. *Izmena I dopuna plana detaljne regulacije starog jezgra Zemuna na prostoru Trga Branka Radičevića, Gradska opština Zemun, Urbanistički zavod Beograda JUP, Beograd februar 2017.*
32. *Plan generalne regulacije građevinskog područja sedišta jedinice lokalne samouprave - grad beograd Celine I do XIX, Službeni list grada Beograda br. 20/16.*
33. *Plan detaljne regulacije Staro jezgro Zemuna SI list grada Beograda br 34/2003*
34. *Tečni naftni gas, Autogas, Bezbednosni list, NIS, Izdanje broj.1. Prvo izdanje 18.04. 2013. Revizija br.3. dana 06.06.2015. strana 18.*
35. *Dizel gorivo, gasno ulje 0,1; Bezbednosni list, NIS, Izdanje broj.1. Prvo izdanje 31.07. 2013. Revizija br.3. dana 09.09.2015. strana 19.*
36. *Bezolovni motorni benzin, Evro premijum BMB 95; Bezbednosni list, NIS, Izdanje broj.1. Prvo izdanje 13.03. 2013. Revizija br.3. dana 09.09.2015. strana 21.*
37. *TNG Autogas, Petrol LPG: Bezbednosni list, datum izrade 18.03. 2015. 16. Strana.*
38. *Evro dizel, Lukoil, Bezbednosni list, Prvo izdanje 04.02. 2014. Revizija 3. datum izrade 30.03. 2016. Strana 18.*

Ostala stručna i naučna dokumentacija

1. Guidelines for use of vapor cloud dispersion models, CChPS AIChE, 1996.
2. Guidelines for evaluating the characteristics of vapor cloud explosion, flash fires and BLEVEs, CChPS AIChE, 1994.
3. Preporuke TNO Institute of environmental science – Holandija
4. UNEP IE/PAC, Utvrđivanje i procjena opasnosti u lokalnoj zajednici, 1992
5. D. Marković, Š. Đarmati, I. Gržetić, D. Veselinović, FIZIČKOHEMIJSKI OSNOVI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE, KNJIGA II Izvori i zagađivanja - Posledice i zaštita, Univerzitet u Beogradu, Fakultet za fizičku hemiju, 1996
6. WHO, Major Hazard Control, Geneve, 1990
7. EPA, Guidelines for Ecological Risk Assessment, 1998
8. ISO TC 223/SC, ISO PAS: 2007(E) Upravljanje rizicima - Uputstvo o implementaciji i upravljanju rizicima.
9. JUS ISO/IEC Uputstvo 73 - Menadžment rizikom - Rečnik - Smernice za korišćenje u standardima.
10. Internacionalni standard IEC/FDIS 31010 Menadžment rizikom - Tehnike za procenu rizika ISO TC 223/SC, ISO PAS: 2007(E) Društvena bezbednost - Uputstvo za pripravnost na incidente i upravljanje kontinuitetom operacija.

Beograd, 20. 03. 2017. godine




Dr Mladen Mičević dipl.ing