

# Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu

---

**Kogej, Nino**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:360281>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-31**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Nino Kogej

# **PRIJEVOZ OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Nino Kogej

**TRANSPORT OF DANGEROUS  
SUBSTANCES IN ROAD TRAFFIC**

FINAL PAPER

Karlovac, 2018.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Nino Kogej

# **PRIJEVOZ OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Igor Peternel

Karlovac, 2018.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**Stručni / specijalistički studij: SIGURNOST I ZAŠTITA**

Usmjerenje: ZAŠTITA NA RADU

Karlovac, 2018

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: NINO KOGEJ

Matični broj: 0415614044

Naslov: PRIJEVOZ OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU

Opis zadatka:

Opasne tvari koriste se u različitim industrijama i procesima proizvodnje a najčešće se prevoze cestovnim putem i zbog toga je jako bitno da se u u tom procesu stvari odvijaju na siguran i kvalitetan način. U završnome radu govorit ću o opasnim tvarima i načinima na koje se treba iste prevoziti i transportirati te koje uvijete moraju zadovoljavati ljudi i oprema za taj posao.

Zadatak zadan:  
07./2017.

Rok predaje rada:  
06./2018.

Predviđeni datum obrane:  
06./2018.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

dr. sc. Igor Peternel

dr. sc. Nikola Trbojević

## PREDGOVOR

*Zahvaljujem se profesoru dr. sc. Igoru Peternelu na podršci pri radu, mentorstvu i strpljenju.*

*Zahvaljujem se i svim profesorima i ostalim djelatnicima Veleučilišta u Karlovcu na znanju koje su mi prenijeli, trudu, radu i kolegijalnosti.*

*Na kraju se posebno zahvaljujem mojoj obitelji koja mi je omogućila studiranje i stjecanje novih znanja na Veleučilištu u Karlovcu tijekom ove tri godine.*

## SAŽETAK

Opasne tvari koriste se u različitim industrijama i procesima proizvodnje a često se prevoze cestovnim putem i zbog toga je jako bitno da se u u tom procesu stvari odvijaju na siguran i kvalitetan način. U završnome radu govorit ću o opasnim tvarima, njihovoj podjeli, opasnostima i načinima na koje se treba iste prevoziti i transportirati jer svaka tvar ima svoje specifičnosti i njima se treba prilagoditi. Govorit ću o uvjetima koje moraju zadovoljavati ljudi i oprema za taj posao kako bi sve prošlo na siguran način.

## SUMMARY

Dangerous substances has been used in different industries and manufacturing processes and they are often been transported by road and because of that it is very important that in that process work is done in safety and high-quality way. In my final paper I will talk about dangerous substances, the why they are divided, why they are dangerous and the ways they got to be transported because every substances is specific and work has to be adjusted to them. I will talk about terms and conditions that people and equipment has to gratify so work can be done safety way.

SADRŽAJ	STRANICA
ZAVRŠNI ZADATAK	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
UVOD.....	1
1.1. Predmet istraživanja .....	1
1.2. Svrha i cilj istraživanja .....	1
1.3. Objašnjenje relevantnih pojmova.....	1
1.4. Struktura rada.....	2
2. OPASNE TVARI I NJIHOVA SVOJSTVA .....	3
2.1. Djelovanje opasnih tvari na čovjeka i okoliš.....	4
2.2. Klasifikacija opasnih tvari.....	7
2.3. Zapaljive tekućine.....	8
3. PRIJEVOZ OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU .....	10
3.1. Europski sporazum o međunarodnom prijevozu (ADR).....	15
3.2. Osposobljavanje vozača za prijevoz opasnih tvari .....	18
3.3. Dokumentacija potrebna pri prijevozu opasnih tvari.....	20
3.4. Uzroci i posljedice nesreća pri prijevozu opasnih tvari.....	23
3.4.1. Preventivne mjere sigurnosti .....	23
3.4.2. Postupci u slučaju nesreće ili neželjenog događaja.....	24
4. KRETANJE I OZNAČAVANJE VOZILA KOJA PREVOZE OPASNE TVARI .....	26



4.1. Ploče i listice opasnosti.....	27
4.2. Označavanje opasnih tvari (otrova) .....	30
4.3. Označavanje kotla cisterne.....	32
5. PAKIRANJE, SKLADIŠTENJE I OZNAČAVANJE OPASNIH TVARI .....	34
5.1. Pakiranje opasnih tvari .....	35
5.1.1. Označavanje ambalaže .....	37
5.1.2. Zahtjevi odabira ambalaže i način pakiranja.....	38
5.2. Skladištenje opasnih tvari .....	40
6. UČINKOVITOST PROCESA PRIJEVOZA NAFTNIH DERIVATA U RH.....	42
6.1. Analiza pojedinih procesa- obrta.....	48
6.2. Pokazatelji i koeficijenti djelovanja prijevoznih sredstava.....	52
6.2.1. Koeficijenti vremenske analize $\alpha_{ad}$ i $\alpha_v$ .....	53
6.2.2. Koeficijenti prijeđenog puta $\beta$ i $\beta_n$ .....	54
6.2.3. Koeficijenti iskorištenja nazivne nosivosti $\gamma_s$ i $\gamma_d$ .....	56
6.3. Prikaz rezultata djelovanja prijevoznih sredstava.....	57
7. ZAKLJUČAK.....	61
LITERATURA .....	63
PRILOZI.....	65

# **1. UVOD**

## **1.1. PREDMET ISTRAŽIVANJA**

Predmet istraživanja u ovom završnom radu je prijevoz eksplozivnih tvari u cestovnom prometu. Samim time opisanu su glavni problemi koji se pojavljuju u prijevozu opasne robe i metode za rješavanje istih. U ovom radu nastoji se utvrditi i definirati sigurnost prilikom prijevoza opasnih tvari, te značajke i svojstva opasnih tvari. Prijevozu opasnih tvari treba pridati posebnu pozornost, pomno odabirati prijevozna sredstva te tehničko-tehnološka sredstva manipulacije, izučavati okoliš i prostor a ponajviše educirati osobe koje se nalaze u neposrednoj blizini i dodiru s opasnim tvarima.

## **1.2. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Ovaj rad ima za cilj upozoriti na kompleksnost procesa prijevoza opasnih tvari koje svakodnevno susrećemo u cestovnom prometu. Svrha i cilj kojemu se teži jest upozoriti na moguće nesreće te upoznati sudionike sa načinima djelovanja u slučaju nezgode jer one mogu imati katastrofalne posljedice za zdravlje ljudi i ostaviti štetno djelovanje na prirodu. Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu reguliran je Zakonom o prijevozu opasnih tvari.

## **1.3. OBJAŠNJENJE RELEVANTNIH POJMOVA**

Radi boljeg razumijevanja pojmova pojedinih naziva s kojima se susrećemo kada govorimo o prijevozu opasnih tvari, bit će ih korisno već na početku prikazati i

objasniti. Stoga, opasne tvari su one tvari ili predmeti na koje se odnose određene zabrane ili ograničenja pri prijevozu. Opasnim tvarima mogu rukovati punoljetne osobe koje su za to stručno osposobljene. Ambalaža je svaka ambalažna jedinica izrađena po međunarodnim propisima za ulaganje opasnih tvari (posude, vreće, kante, miješana ambalaža, IBC spremnici, cisterne, kontejneri ili druge ambalažne jedinice). Prijevoznik je onaj koji obavlja prijevoz ili je kao takav naveden u ugovoru o prijevozu, odnosno ispravi o prijevozu opasne tvari.

#### **1.4. STRUKTURA RADA**

U radu je opisana zakonska regulativa kojom se propisuju uvjeti i način prijevoza opasnih tvari, potrebna dokumentacija kod skladištenja, otpreme i prijevoza. Definirane su i klasificirane opasne tvari prema ADR-u. Navedene su posebne mjere sigurnosti koje se provode kod prijevoza određenih vrsta opasnih tvari. Važno je označavanje i obilježavanje vozila za prijevoz opasnih tvari (ploče i listice opasnosti), pakiranje i označavanje ambalaže. Opisane su i sigurnosne mjere koje se provode na punilištima zapaljivih tekućina, kao i mjesta posebno uređena za punjenje, zabrane i ograničenja, te potrebna dokumentacija za prijevoz.

## 2. OPASNE TVARI I NJIHOVA SVOJSTVA

Opasnim tvarima smatraju se tvari koje mogu ugroziti zdravlje ljudi, izazvati zagađivanje okoliša ili nanijeti materijalnu štetu, ona koja imaju opasna svojstva za ljudsko zdravlje i okoliš, te ona koja su kao takva definirane zakonima, drugim propisima i međunarodnim ugovorima, koje na temelju njihove prirode ili svojstava i stanja, a u vezi s prijevozom mogu biti opasne za javnu sigurnost ili red ili koje imaju dokazane toksične, nagrizajuće, nadražujuće, zapaljive, eksplozivne ili radioaktivne učinke. Opasnim tvarima smatraju se i sirovine od kojih se proizvode opasne robe i otpadi ako imaju svojstva opasnih tvari.

Kako su opasne tvari nezaobilazna sirovina u industriji, prema tome i nezaobilazni dio svakodnevnog života, prijevoz opasnih tvari predmet je istraživanja s geoprometnog, gospodarskog, ekološkog i sigurnosnog gledišta.

Opasne tvari mogu biti u tri agregatna stanja: plinovitom, krutom i rasutom.

Otrovne tvari uzrokuju smrt i narušavanje zdravlja udisanjem, gutanjem i dodiranjem s kožom. Zbog toga, opasne tvari moraju biti pravilno pripremljene za prijevoz, odnosno osigurane od neželjenog rasipanja ili neželjene reakcije tvari s drugim materijalima u dodiru. Opasne tvari moraju biti osigurane za sigurno rukovanje, utovar, istovar kao i zaštićene od vanjskih utjecaja.

Prijevozu opasnih tvari treba pridavati posebnu pozornost, pomno proučavati svojstva i značajke opasnih tvari, odabirati prijevozna sredstva i obrazovati osobe koje se nalaze u neposrednom dodiru s opasnim tvarima.

## 2.1. DJELOVANJE OPASNIH TVARI NA ČOVJEKA I OKOLIŠ

Postoje dva načina djelovanja opasnih tvari na čovjeka i okoliš: izravno i neizravno.

### 1. Izravno djelovanje opasnih tvari

To su tvari (npr. plinovi) koje se kemijski vežu na živi organizam ili nekim drugim fizikalno-biokemijskim djelovanjem izazivaju znatne funkcionalne promjene na materijalu na koji djeluju.

#### Toksične (otrovne) tvari

To su tvari koje djeluju na organizam u onom trenutku kada dođe do izravnog dodira udisanjem, oralno (npr. hranom) i resorpcijom kroz kožu.

#### S obzirom na svojstvo toksičnosti tvari se mogu podijeliti na:

- netoksične tvari koje ni pod kojim uvjetima ne izazivaju nikakve nadražaje u živim organizmima, a propisuje im se oznaka toksičnosti 0
- toksične tvari koje se svrstavaju u pet kategorija: slabo, umjereno, jako, ekstremno i supertoksično

### 2. Posredno djelovanje opasnih tvari

Mnoge tvari što se nalaze u prometu, u određenim uvjetima, reagiraju s kisikom iz zraka (goriva kao zapaljive tekućine, plinovi i čvrste tvari, oksidansi, sredstva za paljenje, korozivne tvari) ili se kemijski raspadaju brzo (eksplozivni, predmeti punjeni eksplozivom), odnosno reagiraju s tvarima s kojima dođu u neposredan dodir s vodom ili nekim drugim tvarima.

Posredna djelovanja opasnih tvari očituju se najčešće kao požari, posljedice eksplozija, te posljedice od zračenja radioaktivnih tvari

#### Zapaljive tvari

Zapaljive su tvari prema Zakonu o prijevozu opasnih tvari svrstane u više skupina: gorivi plinovi, zapaljive tekućine, čvrste tvari, samozapaljive tvari, oksidansi, te eksplozivni i predmeti punjeni eksplozivnim tvarima.

Požari pri skladištenju, u transportu, ukrcaju i iskrcaju te pri ostalim radnjama s tim opasnim tvarima učestali su i uzrokuju velike materijalne štete.

<b>A</b>	<b>Požari čvrstih tvari:</b> koje gore plamenom ili žarom (isključivši kovine) kao drvo, tekstil, ugljen, biljne tvari, plastici, slama, papir i sl.	
<b>B</b>	<b>Požari zapaljivih tekućina:</b> kao benzina, benzola, ulja, masti, lakova, asfalta, smole, voska, etera, alkohola i drugih.	
<b>C</b>	<b>Požari plinovitih tvari:</b> kao metana, butana, propana, vodika, acetilena, gradskog plina i drugih.	
<b>D</b>	<b>Požari lakih kovina:</b> koje gore jakim žarom kao aluminij, magnezij i njihove slitine, titan, alektron i druge osim natrija i kalija.	
<b>E</b>	<b>Požari vrste A do D, u blizini električnih postrojenja odnosno njihovi požari:</b> kao kabeli, sklopke, motori, generatori, transformatori i sl.	

Sl 1. Požari razvrstani u pet razreda

### **Radioaktivne tvari**

Radioaktivne tvari mogu biti prirodnog i umjetnog podrijetla. Prirodne radioaktivne tvari emitiraju tri vrste zračenja:

1. alfa-zrake (jezgre helijeva atoma)
2. beta-zrake (elektroni)
3. gama-zrake (kratkovalno elektromagnetsko zračenje)

Olovo je dobar materijal za proizvodnju ambalaže za čuvanje radioaktivnih tvari. Od organskih tvari uspješno se može koristiti hitin, koji je polusaharid životinjskog podrijetla.

U posljednjim godinama u prometu masovna je pojava proizvodnje i potrošnje radioaktivnih tvari kao nuklearnih goriva, kao preparata za potrebe medicine i za potrebe znanstvenoistraživačkog rada.

## 2.2. KLASIFIKACIJA OPASNIH TVARI

### Opasne tvari se klasificiraju:

Klasa 1 - eksplozivne tvari i predmeti s eksplozivnim tvarima,

Klasa 2 - plinovi,

Klasa 3 - zapaljive tekućine,

Klasa 4.1 - zapaljive krute tvari, samoreaktivne tvari i kruti desenzibilizirajući eksplozivi,

Klasa 4.2 - tvari podložne spontanom samozapaljenju,

Klasa 4.3 - tvari koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove,

Klasa 5.1 - oksidirajuće tvari,

Klasa 5.2 - organski peroksidi,

Klasa 6.1 - otrovne tvari,

Klasa 6.2 - infektivne tvari,

Klasa 7 - radioaktivni materijal,

Klasa 8 - nagrizajuće (korozivne) tvari,

Klasa 9 - ostale opasne tvari i predmeti. [1]



Slika 2.: Klasifikacija opasnih tvari



### 2.3. Klasa 3 – Zapaljive tekućine

Zapaljive tekućine su tvari ili smjese tekućina koje su na temperaturi do 20°C u tekućem stanju, pri 50°C tlak pare im je do 300kPa (3 bara). Imaju plamište do 61°C.

Na temelju stupnja opasnosti zapaljive tekućine su podijeljene u tri skupine:

- vrlo opasne zapaljive tekućine s vrelištem do 35°C, ili zapaljive tekućine s plamištem ispod 23°C, koje su vrlo otrovne ili jako nagrizajuće, razni organski spojevi, neki pesticidi i slično,
- opasne tvari su zapaljive tekućine s plamištem ispod 23°C, koje nisu u prvoj skupini (eter, petrolej, benzin, aceton, alkoholi, ...),
- manje opasne tvari su zapaljive tekućine s plamištem od 23 do 61°C.



Slika 5.: Listice opasnosti zapaljivih tekućina

Primjeri opasnih tvari klase 3 su: benzin, loživo ulje, boja i alkohol.

Opasnost ove klase jest: zapaljivost, otrovnost i opasnost od nagrizanja.

#### Svojstva zapaljivih tekućina

- Vrelište

Što je viša temperatura, to je isparavanje brže i na jednoj određenoj temperaturi,

kada je tlak para tekućine jednak atmosferskom tlaku, nastajat će pare i u unutrašnjosti tekućine, a ne samo na površini. Ta temperatura zove se vrelište.

Vrelište je bitno svojstvo zapaljivih tekućina budući da same tekućine nisu toliko opasne koliko su opasne njihove pare.

- Brzina isparavanja

Brzina isparavanja je odnos vremena potrebnog za isparavanje jednog volumena tekućine u odnosu na vrijeme potrebno za isparavanje istog volumena etilnog etera.

Što je broj isparavanja manji, to je tekućina opasnija jer će se brže nakupljati pare iznad površine tekućine, a time i nastati opasne koncentracije.

- Plamište

Plamište je najniža temperatura pri kojoj se iznad površine zapaljive tekućine stvori najmanja potrebna količina para da se one mogu zapaliti ako se prinese neki izvor paljenja uz dovoljnu količinu kisika.

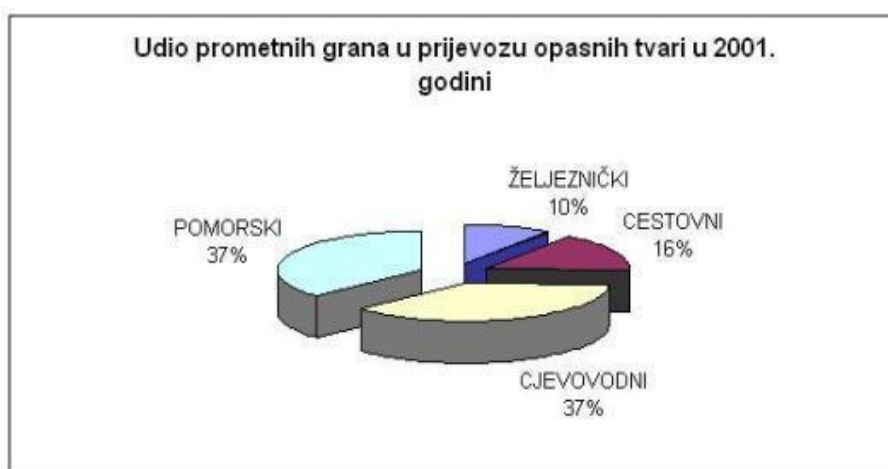
Plamište neke tekućine je vrlo važan podatak za procjenu opasnosti od požara eksplozija.

Što je plamište neke tekućine niže, opasnost od nastajanja eksplozivnih smjesa je veća.

### 3. PRIJEVOZ OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU

Prijevoz opasni tvari zahtjeva veće mjere opreza nego što je to pri pakiranju i skladištenju. U prijevozu postoje i dodatni rizici, kao što su djelovanje promjenjivih sila, promjene klime te eventualne prometne nezgode koje mogu izazvati prave katastrofe uzrokovane djelovanjem opasnih tvari. Stoga postoje mnogi međunarodni propisi o prijevozu opasnih tvari, kojima je utvrđena klasifikacija, način označavanja i uvjeti kojih se mora pridržavati tijekom prijevoza.

Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu u RH određuje se posebnim Zakonom o prijevozu opasnih tvari, ali za međunarodni i domaći promet Zakonom se predviđa i korištenje međunarodne konvencije i to europski sporazum o cestovnom prijevozu robe u međunarodnom prometu (ADR).



Slika 12.: Udio prometnih grana u prijevozu opasnih tvari u 2001. godini

Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu, po vrstama, utvrđen je u Europskom sporazumu o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu. Poznat je pod imenom ADR (Accord europeen relatif au transport international des

marchandises dangereuses par route). ADR klasifikacija identična je klasifikaciji u željezničkom prometu RID.

Klasa	Naziv skupine - vrste tvari	Rubni broj
1	Eksplozivne tvari i predmeti punjeni eksplozivom	2100 i dalje
2	Plinovi: stlačeni, ukapljeni i otopljeni pod tlakom	2200 i dalje
3	Zapaljive tekućine	2300 i dalje
4.1.	Zapaljive čvrste tvari i čvrste tvari koje se zagrijavanjem tale	2400 i dalje
4.2.	Samozapaljive čvrste tvari i tvari sklone samozagrijavanju	2430 i dalje
4.3.	Tvari koje s vodom razvijaju zapaljive plinove	2470 i dalje
5.1.	Oksidirajuće tvari i tvari koje mogu uzrokovati paljenje	2500 i dalje
5.2.	Organski peroksidi	2550 i dalje
6.1.	Otrovne tvari	2600 i dalje
6.2.	Zarazne tvari	2650 i dalje
7	Radioaktivne tvari	2700 i dalje
8	Korozivne (nagrizajuće) i nadražujuće tvari	2800 i dalje
9	Različite opasne tvari i predmeti	poimence navedeni

Slika 13.: Podjela opasnih tvari po ADR-u

Obveza pošiljatelja je da smije predati opasnu tvar na prijevoz tek ako je to zakonom dopušteno, a tvar upakirana ili punjena u ambalažu koja udovoljava uvjetima zakona, ako je udovoljeno odredbama o načinu prijevoza, zajedničkom utovaru, rukovanju, čuvanju, čišćenju i dekontaminaciji te ako vozilo odnosno prijevozna jedinica udovoljava uvjetima iz zakona, ako su vozaču odnosno osobi koja obavlja prijevoz uručene propisane prateće isprave i ako su primijenjene sve druge mjere sigurnosti koje su potrebne za siguran prijevoz.

Obveze organizatora prijevoza su osigurati ispunjavanje svih uvjeta iz zakona, a

odnose se na organizaciju i prijevoz opasnih tvari.

Obveze pakiratelja su poštivanje odredaba o pakiranju, poštivanje odredaba o znakovima upozorenja, natpisima i oznakama, listicama za označavanje opasnosti kod pripreme pakiranja, poštivanje mjera sigurnosti sukladno odredbama zakona.

Obveze punitelja su da prije punjenja opasnih tvari u teretne prostore namijenjene prijevozu opasnih tvari provjeri jesu li teretni prostori i njihova oprema očišćeni i tehnički ispravni te je li istekao rok za sljedeću kontrolu cisterne, baterijske cisterne, demontabilne ili prenosive cisterne. Teretni prostori vozila koji su namijenjeni prijevozu mogu se puniti opasnim tvarima koje se smiju prevoziti samo u tim teretnim prostorima ili cisternama, a pri punjenju u susjedne komore višedijelnog teretnog prostora cisterni potrebno je poštovati sve odredbe o opasnim tvarima koje se nalaze neposredno jedna pored druge. Važno je i poštovati dopušteni stupanj punjenja odnosno, dopuštenu masu punjenja po litri zapremine, a prije i nakon punjenja opasnih tvari u teretne prostore potrebno je provjeriti nepropusnost naprave za ispušt, osigurati da se na vanjskoj strani teretnog prostora ne nalaze ostaci opasnih tvari. Teretni prostor smije se puniti samo na određenom, posebno uređenom mjestu za punjenje (punilištu), te poštovati mjere sigurnosti prilikom organizacije i samog prijevoza opasnih tvari.

Obveze utovaritelja su da započne utovar tek kada su ispunjeni svi uvjeti za prijevoz opasnih tvari, poštovati odredbe o zabrani zajedničkog utovara i o razdvajanju opasnih tvari od živežnih namirnica i stočne hrane, utovarati samo na određenom i u tu svrhu opremljenom mjestu za utovar, poštovati druge mjere sigurnosti u skladu s odredbama zakona.

Obveze prijevoznika su da smije prevoziti opasne tvari ako posjeduje odobrenje za prijevoz te ako je opasna tvar pakirana u ambalaži koja udovoljava uvjetima iz zakona i ako su ispunjene odredbe o načinu prijevoza, zajedničkom utovaru, rukovanju i osiguranju opasne tvari te čišćenju, otplinjavanju i dekontaminaciji teretnih prostora. Vozilo mora udovoljavati uvjetima iz ovoga zakona i tehnički mora biti ispravno, te pravilno natovareno i opterećeno u skladu s najvećim dopuštenim

količinama opasnih tvari. Važno je posjedovati dokaz o osiguranju od odgovornosti za štetu prouzročenu trećim osobama te poštivati i druge mjere sigurnosti za prijevoz.

Obveze primatelja su da u najkraćem mogućem roku preuzme opasne tvari, očisti vozilo i teretni prostor, obavi otplinjavanje ili dekontaminaciju i pobrine se da se nakon čišćenja, otplinjavanja ili dekontaminacije s vozila uklone znakovi upozorenja, natpisi, oznake i listice za označavanje opasnosti, ako je to propisano odredbama zakona te istovare opasne tvari samo na za to određenom i posebno opremljenom mjestu za istovar.

Obveze prijevoznika u slučaju propuštanja opasne tvari su da poduzme sve što je nužno kako bi se u slučaju gubitka opasnih tvari tijekom prijevoza, izgubljene opasne tvari pronašle, te o opasnosti od opasnih tvari bez odgode nužno je obavijestiti Državnu upravu za zaštitu i spašavanje. Prijevoznik je dužan opasne tvari koje su se za vrijeme prijevoza prosule ili istekle osigurati, prikupiti ili ukloniti, odnosno smjestiti na za to određeno mjesto ili ih na drugi način učiniti bezopasnim te o tome obavijestiti Državnu upravu za zaštitu i spašavanje. Ako prijevoznik nije u mogućnosti to sam napraviti, dužan je pozvati pravnu ili fizičku osobu koja je ovlaštena za postupanje u slučaju nezgoda ili nesreća s opasnim tvarima i to napraviti na svoj trošak. Zabranjeno je označavati pakovine, odnosno vozila kojima se ne obavlja prijevoz opasnih tvari, znakovima upozorenja, natpisima, oznakama i listicama koja se koriste za označavanje opasnosti.

Kod prijevoza pojedinih vrsta opasnih tvari u odgovarajućim sredstvima postoje stanovite posebnosti, kao što su u sljedećim primjerima:

a) tekući plin pri prijevozu u cisternama širi se povećavanjem temperature, čime se povećava tlak na zidove cisterne. Zato je moguće tovariti do najveće dopuštene mase punjenja, koja ovisi o koeficijentu širenja tekućega plina. Najveća dopuštena masa punjenja izračunana je i naznačena na posebnoj tablici (na čelu kotla cisterne).

b) prijevozna sredstva kojima se prevoze zapaljive tvari moraju odgovarati tehničkim uvjetima propisanim za dotičnu vrstu zapaljivih tvari

c) radioaktivne tvari čiji je prijevoz željeznicom dopušten mogu se pakirati i prevoziti samo u ambalaži namijenjenoj za radioaktivnu tvar određene vrste, što ovisi o veličini i jakosti izvora, agregatnom stanju i drugim svojstvima radioaktivne tvari.

d) Posude za prijevoz opasnih tvari smiju se puniti samo onom opasnom tvari za čiji su prijevoz odobrene i koja s tvarima od kojih su izrađene posude, sa zatvaračima, s dijelovima opreme, kao i sa zaštitnim oblogama s kojima dolazi u dodir ne reagira opasno i ne stvara opasne tvari.

e) Dijelovi opreme koja se rabi kod prijevoza opasnih tvari trebaju biti postavljeni i osigurani tako da se za prijevoza ili manipulacije ne oštete ili odlome. Oni moraju jamčiti istu sigurnost kao i posude za prijevoz opasnih tvari i biti prilagođeni robi koja se prevozi.

DHL je u potpunosti ovlašten za rukovanje svim vrstama opasnih tvari u zračnom i cestovnom prijevozu u skladu s propisima Međunarodne asocijacije zračnih prijevoznika (IATA) za opasne tvari, te u skladu s odredbama zemlje i nadležnih lokalnih agencija. Za ekspresne pošiljke, DHL je certificiran za određene kategorije opasnih tvari u skladu s propisima IATA-e. Vlasnici računala u DHL-u uz prethodno odobrenje mogu otpremati opasne tvari DHL ekspresnom dostavom u sljedećim kategorijama:

- suhi led kao dodatak u pakiranju
- opasne tvari u izuzetim količinama (uzorci)

### **Utovar i istovar opasnih tvari:**

- mogu se obavljati samo na mjestima gdje ne može doći do ugrožavanja ljudi, okoline i prometa,
- mjesta utovara moraju biti opremljena uređajima za utovar i istovar, uređenim pristupima sa postavljenim znakovima opasnosti, upozorenja, te drugom opremom ovisno o vrsti opasne tvari i opasnostima vezanim uz manipulaciju na mjestu utovara,
- mjesta utovara moraju biti opremljena ručnim i prijevoznim vatrogasnim aparatima,
- ako na utovarno-istovarnim mjestima manipuliramo određenim vrstama opasnih tvari (eksplozivne, zapaljive tekućine koje imaju plamište do 55°C – I i II grupe po ADR-u) na takvim mjestima električna instalacija mora biti izvedena u protueksplozijskoj zaštiti, te moraju biti provedene mjere odvođenja statičkog elektriciteta.

### **3.1. EUROPSKI SPORAZUM O MEĐUNARODNOM PRIJEVOZU OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU (ADR)**

Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR) sastavljen je u Ženevi 30. rujna 1957. godine pod okriljem Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu te je stupio na snagu 29. siječnja 1968. godine. Prilozi A i B kao sastavni dio Sporazuma naknadno su usvojeni i pripojeni Sporazumu 1969. godine. [2]

Zakon o prijevozu opasnih tvari donesen je i usvojen u Hrvatskom saboru 2007. godine, (Narodne novine 79/07), a stupio je na snagu 01. siječnja 2008. godine. Zakonom je implementiran Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (ADR) kao i pripadajući Prilozi A i B u zakonodavstvo Republike Hrvatske. [4]

Novi restrukturirani Sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari cestom,



ADR 2001, (sada već dopunjen s izmjenama ADR 2003, ADR 2005, ADR 2007, ADR 2009, ADR 2011 i ADR 2013) osnova je za postupanje s opasnim tvarima u svim dijelovima prijevoznog procesa. [4]

Opasne tvari čiji prijevoz isključuje prilog A ne smiju biti prevožene u međunarodnom prometu dok je prijevoz ostalih opasnih tvari dopušten u skladu s:

- uvjetima propisanim u prilogu A za pakiranje i označavanje opasnih tvari;
- uvjetima propisanim u prilogu B za konstrukciju, izradu, opremanje i radnje s vozilima koje prevoze određene opasne tvari.

Prilozi A i B bitni su sastavni dijelovi Sporazuma koji se izmjenjuju i dopunjuju svake druge (neparne) godine te upravo te izmjene i dopune utječu na nacionalne propise i ponašanje s opasnim tvarima te ih je potrebno neprekidno pratiti i usvajati.

Vozilo da bi zaslužilo ADR Certifikat mora u svim segmentima zadovoljiti i specifične zahtjeve koje nameće ADR, pa svakako i odredbe o građi spremnika u kojima se prevoze opasne tvari. Da bi spremnik pričvršćen na vozilo bio u sklopu vozila odobren sukladno ADR-u potrebno je pregledati spremnik i dokumentaciju o građi spremnika te ga tipno odobriti. Spremnik ne smije biti oštećen ili prepravljn, te mora imati trajno pričvršćenu pločicu proizvođača s potrebnim podacima o spremniku. Dokumentacija o građi i prvom ispitivanju spremnika za tek proizvedena vozila dobiva se od proizvođača i čuva kao trajan dokaz značajki spremnika. Bilo da je riječ o novim ili rabljenim spremnicima na vozilima potrebno je pri odobravanju prema ADR-u priložiti dokumentaciju o građi i prvom ispitivanju spremnika i konstrukcijske opreme spremnika.

S obzirom na raznolikost izvedbi ADR spremnika nije moguće univerzalno, a točno definirati svu potrebnu dokumentaciju, ali je najčešće potrebno imati: specifikacije mehaničkih svojstava materijala od kojih je spremnik načinjen (certifikate o ispitivanju mehaničkih svojstava limova od kojih je napravljen plašt,

podnice, valobrani i pregradne stjenke spremnika), izvješće o tipnom odobravanju spremnika u skladu s ADR-om (ako za vozilo nije prezentirana dokumentacija o tipnom odobrenju, a tipno odobrenje za takav spremnik ne postoji od prije u Republici Hrvatskoj, za očekivati je donekle složeniji postupak odobravanja), izvješće o prikladnosti spremnika za prijevoz pojedinih opasnih tvari (popis opasnih tvari za koje proizvođač spremnika jamči da se smiju prevoziti u spremniku to jest da su kompatibilni s materijalima spremnika i armatura), upute za rukovanje pri punjenju i istakanju, kod spremnika za sve spremnike koji su proizvedeni nakon 30. lipnja 2001. godine., ako je spremnik opremljen mjernim ili drugim uređajima koji sadrže električne strujne krugove pod stalnim naponom i u područjima zona eksplozivnih atmosfera, tada treba i dokumentacija o prikladnosti izvedbi tih uređaja.

U cestovnom prijevozu, u 2001. godini, prevezeno je 3.427 tisuća tona opasne robe; od toga u unutarnjem prijevozu 3.080 tisuća tona (90%), a u izvozu 164 tisuće tona (5%), u uvozu 137 tisuća tona (4%) i u prijevozu za treće zemlje 46 tisuća tona (1%).[13]

Propisi Republike Hrvatske koji se odnose na prijevoz opasnih tvari u cestovnom prijevozu postepeno se usklađuju s međunarodnim propisima i pravnom stečevinom Europske zajednice.

Cilj usklađivanja je smanjenje rizika od onečišćenja na što manju moguću mjeru kao i smanjenje broja nesreća s opasnim tvarima, te izjednačenost propisa u svim državama potpisnicama Europskog sporazuma o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR).

Priprema, usklađivanje i provedba propisa prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu u Republici Hrvatskoj u nadležnosti je Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture.

U ADR propisima (u vezi sa mjerama sigurnosti pri prijevozu), kaže se još da:

- u cestovnom motornom vozilu koje prevozi opasne tvari ne smije biti drugih osoba osim vozača, suvozača i pratioca,
- u vozilu ne smije biti tvari koje mogu izazvati požar,
- vozilo natovareno opasnom tvari ne smije biti popravljano u dijelovima koji mogu izazvati požar ili eksploziju,
- količina opasne tvari limitirana je, tako da u slučaju prosipanja ili druge nezgode u prijevozu ne dođe do ugrožavanja drugih sudionika u prometu, te do uništenja imovine veće vrijednosti,
- brzina motornog vozila natovarenog opasnim materijalom ne smije biti veća od 70 km/h,
- prema ADR, motorna vozila koja prevoze opasne tvari moraju biti označena znakovima i svjetlom te je stoga oznaka na vozilu s prednje i zadnje strane pravokutnog oblika s narančastom reflektirajućom osnovom, dimenzija 30 x 40 cm,
- zabrana zajedničkog utovara opasnih materijala sa različitim listicama opasnosti, osim ako zajednički utovar nije dozvoljen prema tablici,
- ako se, nakon što je vozilo ili kontejner u kojemu su zapakirane opasne tvari istovaren, utvrdi da je neznatna količina sadržaja iscurila, vozilo ili kontejner moraju se očistiti što prije i svakako prije utovara,
- zabranjeno je pušiti za vrijeme manipulacije u blizini vozila ili kontejnera i u vozilu ili kontejneru,
- utovar i istovar se vrši na određenim punktovima,
- ministarstvo koje izdaje potvrdu o prijevozu opasnih materija može tražiti dodatne mjere sigurnosti,

u slučaju zapaljivih plinova ili tekućina, čije je plamište 60<sup>o</sup> C ili niže, ugljik ili čađa, pakirna skupina II, mora se postaviti ispravni električni spoj od teretnog prostora vozila, prenosive cisterne ili vozila cisterne sa zemljom prije punjenja ili pražnjenja cisterne.

### **3.2. OSPOSOBLJAVANJE VOZAČA ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI**

Novim Pravilnikom o uvjetima za ovlašćivanje ustanova koje provode stručno osposobljavanje vozača vozila za prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu, propisuju se prostorni, tehnički i kadrovski uvjeti koje moraju ispunjavati ustanove koje provode stručno osposobljavanje vozača takvih vozila te način i postupak

izdavanja ovlaštenja za obavljanje stručnog osposobljavanja.

Stručna poduka osoba koje sudjeluju u prijevozu opasnih tvari, odnosno pri pakiranju, utovaru, istovaru, punjenju i pražnjenju koje je vezano s tim prijevozom je obvezna. One moraju imati odgovarajuće obrazovanje, završen program stručne poduke, ovisno o poslovima i obvezama radnog mjesta i položen ispit stručne poduke. Stručna poduka i njihovo znanje u opsegu značajnom za sigurnost poslova koje obavljaju, mora se periodično, a u propisanim slučajevima i izvanredno provjeravati. Stručnu poduku mogu obavljati ustanove koje ovlasti ministarstvo nadležno za obrazovanje, ako ispunjavaju uvjete iz posebnih propisa.

Uvjeti i obveze za vozača koji prevozi opasne tvari:

- vozač smije prevoziti opasne tvari ako je navršio 21 godinu života i ima najmanje godinu dana radnog iskustva na poslovima vozača teretnog vozila čija najveća dopuštena masa prelazi 3500 kg, posjeduje valjanu ispravu o stručnoj osposobljenosti za prijevoz opasnih tvari u skladu s odredbama zakona, upoznat je sa svojim obvezama i posebnostima prijevoza,
- ako vozilo, opasne tvari i teret odgovaraju propisima,
- ako su pakiranja i vozilo označeni odgovarajućim znakovima upozorenja, natpisima, oznakama i listicama za označavanje opasnosti te drugim informacijama o opasnim tvarima i vozilu u skladu s zakonskim odredbama,
- ako posjeduje dokaz o osiguranju od odgovornosti za štetu prouzročenu trećim osobama, posjeduje isprave i dodatnu opremu sukladno odredbama zakona,
- ako su ispunjeni drugi uvjeti za prijevoz u skladu s odredbama zakona.

Vozač je tijekom utovara, prijevoza i istovara opasnih tvari dužan poštovati mjere sigurnosti sukladno odredbama zakona. Vozač je tijekom prijevoza dužan poštovati odredbe o nadzoru i parkiranju vozila sukladno odredbama Zakona o prijevozu opasnih tvari. Pregled ispravnosti vozila i obradu dokumentacije na temelju koje se

izdaje Potvrda o udovoljavanju vozila za prijevoz određenih opasnih tvari obavlja pravna osoba koju ovlasti nadležno ministarstvo. Pregled vozila za potrebe obrade dokumentacije, na temelju koje se izdaje Potvrda o udovoljavanju vozila za prijevoz određenih opasnih tvari mogu obavljati nadzornici tehničke ispravnosti vozila sa završenom najmanje višom stručnom spremom strojarskog ili prometnog smjera, koje ovlasti pravna osoba. Vozač vozila za prijevoz opasnih tvari mora posjedovati važeće uvjerenje o stručnoj osposobljenosti. Stručno osposobljavanje i provjeru stručne osposobljenosti vozača mogu obavljati ustanove koje ovlasti ministarstvo uz suglasnost ministarstva unutarnjih poslova, ako ispunjavaju uvjete iz posebnih propisa.

Svi kandidati moraju biti upoznati sa zakonskom regulativom vezanom uz prijevoz opasnih tvari cestom, uključujući i ADR sporazum (The European Agreement concernint the International Carriage of Dangerous Goods by Road).

Osim zahtjeva koji se odnose na vozila, osobe uključene u prijevoz opasnih tvari trebaju prepoznavati i brojna izuzeća od zahtjeva ADR-a, kako bi pojednostavnili ili pojedtinili postupak prijevoza i skrbi o opasnim robama. Opasnu robu potrebno je jasno označiti i obilježiti radi brzog uočavanja opasnosti koju roba predstavlja, što se mora razaznati i iz prateće dokumentacije. U potrebnu dokumentaciju spadaju i upute o postupanju u slučaju opasnosti kao i dokazi o osposobljenosti vozača i prikladnosti vozila za prijevoz opasnih tvari.

### **3.3. DOKUMENTACIJA POTREBNA PRI PRIJEVOZU OPASNIH TVARI U CISTERNAMA**

1. Prometna dozvola (mora odgovarati značajkama i VIN broju (šasije) vozila, a ako je riječ o vozilu-cisterni ili vozilu za prijevoz eksploziva HR oznaka tada postoji i potvrda o ispitivanju vozila s čijim podacima prometna dozvola mora

biti usklađena.

2. Vozačka dozvola mora biti datumski važeća.
3. Certifikat o osposobljenosti vozača -osim što mora biti datumski važeći, mora predočavati razinu obučenosti vozača i mora biti važeća za onu klasu tvari koja se prevozi.
4. Tovarni list (isprava o prijevozu opasne tvari) s opisom opasne tvari, mora sadržavati bitne opise prevožene robe kao što je tehničko-prijevoznički naziv tvari.
5. Knjižica preventivnih pregleda i periodičnih pregleda kočnica - posebni dokument na kojem se u posebne rubrike upisuju datumi kada je pregled obavljen i do kada vrijedi
6. Potvrda o ispitivanju vozila (opisuje tehničko stanje vozila s naglaskom prerade zahtijevane ADR-om i drugim propisima). Vrijedi za vozilo prema broju šasije.
7. ADR Certifikat ima valjanost godinu dana od dana izdavanja. Izdaje se temeljem dokazane ispravnosti na godišnjim pregledima u specijaliziranim stanicama za tehnički pregled vozila.

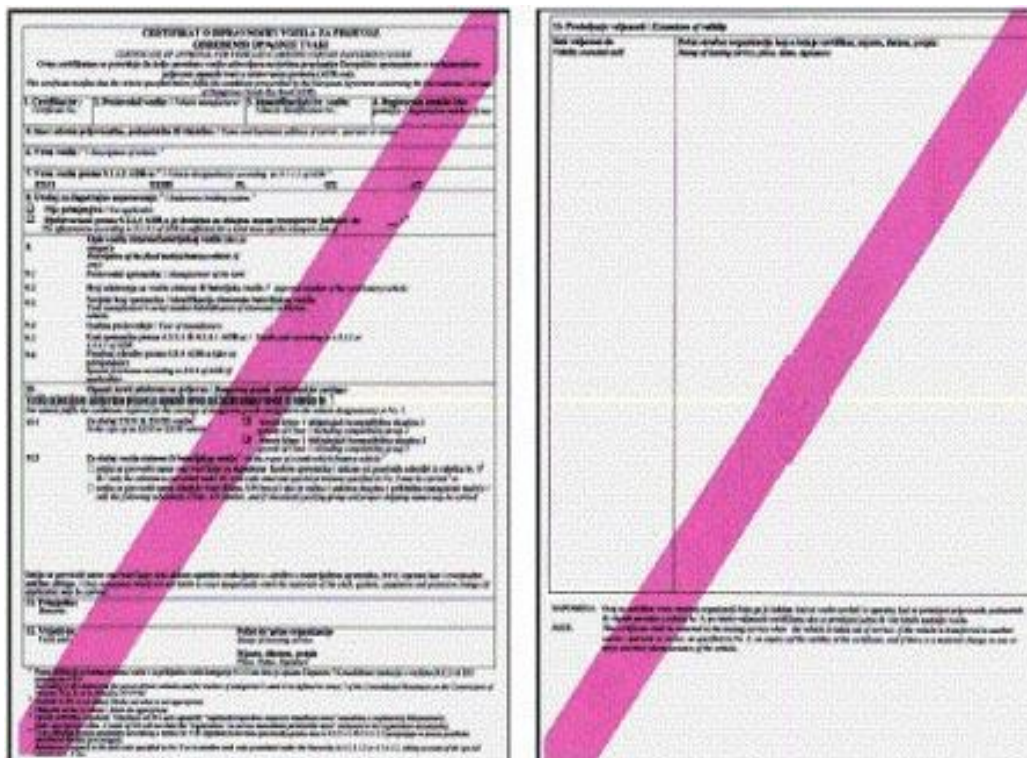
ADR Certifikat je svjedodžba o prikladnosti vozila za prijevoz određenih opasnih tvari. Sadrži osnovne podatke o vozilu, vlasniku i prijevozniku te prikladnosti prijevoza pojedinih opasnih tvari i važne napomene, te je naznačen i tip vozila. Prijevoz neke tvari u cisterni je dopušten samo onda, ako tip vozila naznačen u ADR certifikatu odgovara tipu vozila naznačenom u stupcu «Tip vozila spremnika».

U HR se još uvijek uz novi obrazac ADR Certifikata izdaje i stari obrazac, koji sadrži manje podataka od novog ali je propisan Pravilnikom o načinu prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu, te ga valja pohranjivati u vozilu.

8. Kontrola zaštite od statičkog elektriciteta se provodi za vozila namijenjena za prijevoz određenih vrsta opasnih tvar. Kontrola se provodi svakih šest mjeseci samo na vozilima za prijevoz eksplozivnih tvari te zapaljivih tvari plamišta nižim od 55 ° C kao i zapaljivih tvari čija je temperatura prilikom utovara i

istovara veća od 4/5 temperature plamišta. Vozila cisterne tipa FL, posebice one koje prevoze motorni benzin, moraju imati kartončić s upisanom ovjerom ispitivanja statičkog elektriciteta, datuma ne starijeg od šest mjeseci.

9. Upute za posadu u slučaju opasnosti moraju biti uočljive, lako i dostupne u kabini vozača i sadržavati naziv tvari, UN broj, klasu, (ako je riječ o miješanim teretima dopustivo je definirati samo klasu) fizikalni opis tvari, opis osnovne opasnosti, eventualne naknadne štete okolišu, reakcije pri zapaljenju i moguće štetne reakcije s vodom, potrebna dodatna zaštitna oprema i pomagala za sanaciju, upute vozaču o djelovanju tvari ako je došao u dodir te osnovne postupke koje glase; ugasiti motor, ne koristiti otvoreni plamen i ne pušiti, upozoravajućim znakovima izvijestiti i druge sudionike u prometu o nezgodi, obavijestiti prisutne na opasnost i savjetovati da stoje uz vjetar, čim prije obavijestiti hitne službe (vatrogasce, policiju, Centar 112) te pošiljatelja pošiljke.



Slika 14.: Certifikat o ispravnosti vozila za prijevoz određenih vrsta opasnih tvar

### **3.4. UZROCI I POSLJEDICE NESREĆA PRI PRIJEVOZU OPASNIH TVARI**

Najčešći mogući uzroci nesreća s opasnim tvarima su ljudska greška ili propusti u radu, nestručno rukovanje s opasnom tvari, neuvažavanje statičkog elektriciteta u tehnološkom procesu, kvar na opremi i postrojenju, neodgovarajući prijevoz opasne tvari, prometna nesreća te teroristički napad na objekte. Prema statističkim podacima MUP-a više od 85% nesreća uzrokovano je ljudskim čimbenikom. U Hrvatskoj njihova učestalost raste. Još su manje poznati veličina i razmjer posljedica po okoliš prouzročenih ispuštanjem opasnih tvari, no bez obzira na to, jedno je sigurno, opasne tvari i u minimalnim količinama mogu predstavljati opasnost za okoliš te život i zdravlje ljudi. Kada je cestovni promet u pitanju, najčešće su krivci neprofesionalni odnosno nedovoljno educirani i neiskusni vozači koji ne poštuju elementarna pravila kao što su smanjena, odnosno brzina prilagođena uvjetima vožnje, nedovoljan razmak među vozilima, nepažljivo pretjecanje, no krivci za nesreću nerijetko su i umor, pa čak i alkoholiziranost vozača. Opasnost prilikom prijevoza opasnih tvari cestom vreba i zbog lošeg stanja u kojem se nalaze naše ceste. Dodamo li tome još i to da je taj oblik transporta najskuplji, da je udjel emisije štetnih sastojaka gotovo 100% veći, prijevoz opasnog tereta željeznicom nameće se kao najbolje, najjeftinije, a prema podacima Međunarodne željezničke unije i najsigurnije rješenje.

#### **3.4.1. Preventivne mjere sigurnosti**

Sudionici u prijevozu opasnih tvari dužni su, s obzirom na vrstu predvidivih opasnosti, poduzeti sve potrebne mjere kako bi se spriječila nezgoda ili nesreća, odnosno kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri umanjile posljedice nezgode ili nesreće. U slučaju opasnosti, odnosno u slučaju nezgode ili nesreće sudionici pri prijevozu opasnih tvari dužni su odmah obavijestiti Državnu upravu za zaštitu i



spašavanje (112) te dati sve podatke nužne za poduzimanje odgovarajućih mjera. Prijevoznik, pošiljatelj, primatelj i organizator prijevoza moraju surađivati međusobno i s ovlaštenim osobama nadležnih tijela s ciljem razmjene podataka o potrebi poduzimanja odgovarajućih sigurnosnih i preventivnih mjera, te postupaka pri nezgodi ili nesreći. Zaštita od nesreća s opasnim tvarima provodi se putem evakuacije ljudi i dobara s ugroženog područja. U slučaju da se zateknemo na mjestu nesreće potrebno je primijeniti postupke za osobnu zaštitu i upotrijebiti specijalna zaštitna sredstva za zaštitu organa za disanje, očiju i tijela (zaštitne maske, rukavice, čizme, odijela, ogrtač i osobni pribor za dekontaminaciju). Kao priručna sredstva mogu poslužiti i vlažne maramice, krpe, vlažni zavoji (zaštita organa za disanje), vjetrovke i otpornija odjeća od sintetičkog i nepromočivog materijala (zaštita tijela), naočale (zaštita očiju). Potrebno je promatrati kretanje opasne tvari u odnosu na mjesto gdje se nalazimo pritom uvažavajući puhanje vjetra krećući se okomito na njegov smjer te donijeti odluku za spašavanje putem evakuacije ili zaklanjanja.

### **3.4.2. Postupci u slučaju nesreće ili neželjenog događaja**

U slučaju nesreće ili neželjenog događaja koji mogu nastati ili proizići tijekom prijevoza, članovi posade vozila moraju sigurno i učinkovito obaviti sljedeće:

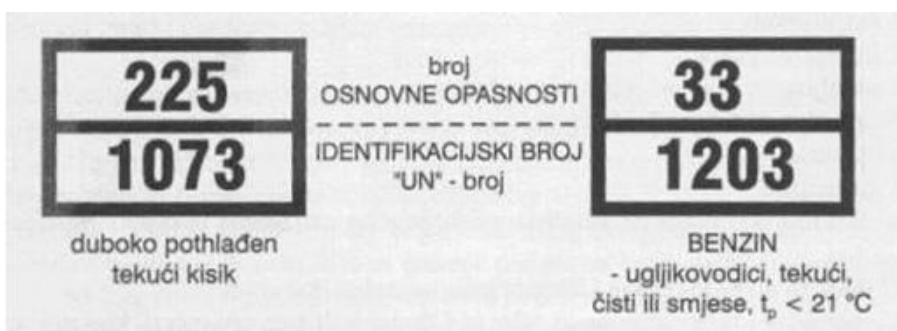
- aktivirati kočni sustav, zaustaviti motor i isključiti akumulator preko glavne strujne sklopke,
- spriječiti izvor zapaljenja, osobito tinjanje ili zagrijavanje spojeva električne opreme,
- obavijestiti o neželjenom događaju nadležne službe, davanjem što je moguće više podataka o incidentu ili nesreći i tvarima koje su uključene,
- koristiti obuću upozoravajući prsluk i postaviti samostojeće signalne oznake prema potrebi,
- predati prijevozne dokumente odgovornim osobama,
- ne šetati ili dirati po rasutim tvarima i spriječiti udisanje dima, prašine i para stajanjem od smjera vjetra,

- kada je učinkovito i sigurno koristiti vatrogasne aparate u slučaju požara na gumama, kočnicama i motornom dijelu,
- požare u teretnim prostorima ne smiju gasiti članovi posade vozila,
- kada je učinkovito i sigurno, koristiti sigurnosnu opremu za sprječavanje propuštanja i otjecanja tekućina u okoliš ili kanalizacijski sustav i spriječiti razlijevanje,
- udaljiti se od mjesta nesreće ili neželjenog događaja, savjetovati i pomoći drugim osobama da se udalje od nesreće i slijediti upute nadležnih službi o neželjenom događaju, ukloniti svu kontaminiranu odjeću i korištenu zaštitnu opremu na sigurno

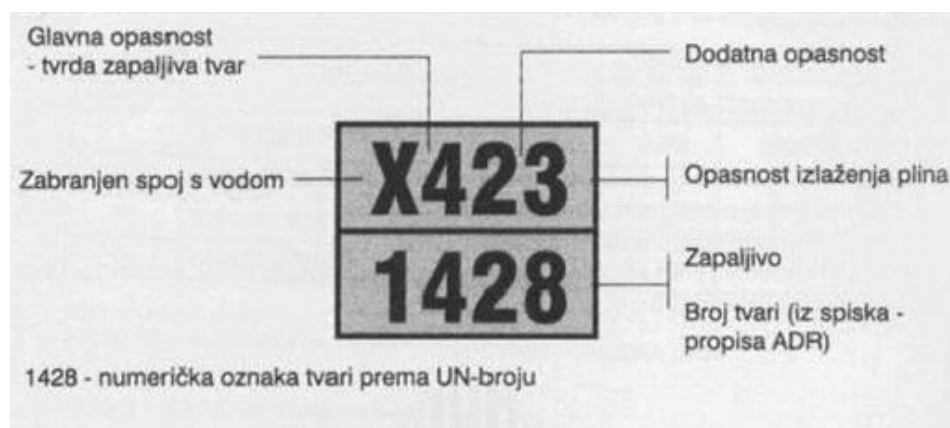
## 4. KRETANJE I OZNAČAVANJE VOZILA KOJA PREVOZE OPASNE TVARI

Brzina motornog vozila nakrcanog opasnim tvarima ne smije biti veća od 70 km/h. Prema ADR-u sva vozila koja prevoze opasne tvari moraju biti označena znakovima i svjetlom. Oznaka na vozilu s prednje i stražnje strane pravokutnog je oblika s narančastom svjetlećom osnovom, dimenzija 30 x 40 cm. [2] Pravokutnik je podijeljen na dva dijela: u gornjem dijelu upisan je broj opasnosti, a u donjem dijelu broj tvari prema UN listi.

Slika 15.: Ploče opasnosti



Slika 15.: Ploče opasnosti



Slika 16.: Opasnost dodira tvari s vodom

#### 4.1. PLOČE I LISTICE OPASNOSTI

Listice opasnosti su znakovi propisanih dimenzija (25x25 cm ili 10x10 cm), boja i brojeva kojima se dodatno obavještavaju sudionici u prijevozu opasnih tvari u prometu:

- o osnovnoj opasnosti i
- dodatnoj opasnosti.

Listice osnovne opasnosti propisane su za određenu klasu opasne tvari. Razlikuju se bojom i simbolom, a u donjem dijelu mogu imati zvjezdicu i broj pripadajuće klase opasnosti (1, 2, 3, i tako dalje). Listice dodatne opasnosti postavljaju se uz listice osnovne opasnosti kako bi pobliže upozorile na opasnu tvar koja se prevozi. Za obilježavanje opasnih materijala postoje i oznake koje se stavljaju na ambalažu da bi skrenule pažnju na opasnosti pri rukovanju. Ove oznake ne treba miješati sa oznakama za vozila, odnosno ne treba ih koristiti za obilježavanje vozila koja transportiraju opasne materijale.

Sva vozila koja prevoze opasne tvari moraju biti propisno označena, sukladno ADR-u. RID-ploče su narančaste boje s crnim obrubom debljine 15 mm, a podijeljena je crnom vodoravnom crtom debljine 15 mm na dva jednaka dijela. Brojevi u poljima ploče su 100 mm visoki, a njihova debljina mora iznositi 15 mm. [2] Navedeni brojevi moraju biti čitki i vidljivi nakon 15-minutne izloženosti vatri.

Vozila cisterne ili transportne jedinice sa jednim ili više spremnika namijenjenih prijevozu opasnih tvari treba dodatno označiti na obje strane svakog spremnika ili odjeljka (komore), jasno vidljivo, a paralelno s uzdužnom osi vozila, pločama narančaste boje (koja nose oznake opasnosti i UN broj), gore opisanom.

Kad vozila cisterni ili transportnih jedinica s jednim ili više spremnika namijenjenih prijevozu opasnih tvari UN brojeva 1202, 1203, 1223 ili zrakoplovnog goriva UN

broja 1268 ili 1863, ali ne i ostalih opasnih tvari nije neophodno bočno postaviti narančaste ploče kao što je prethodno opisano ukoliko su na prednji i stražnji dio transportne jedinice postavljene ploče sa UN brojevima i oznakama opasnosti one tvari koja ima najnižu točku plamišta.

Vozila, cisterne, kontejnerski spremnici, prenosivi spremnici ili posebno opremljena vozila ili kontejneri za koje se zahtjeva oznaka tvari s povišenom temperaturom moraju biti označena s obje bočne strane, kao i sa stražnje strane tom oznakom. Oznaka tvari s povišenom temperaturom sastoji se od crveno obrubljenog trokuta duljina stranica najmanje 250 mm u čijem središtu je simbolički prikaz termometra. Prema ADR-u na vanjskim površinama vozila, kontejnera, MEGC-ija (Multiple element gas container), kontejnerskih i prenosivih spremnika moraju biti istaknute listice opasnosti, dimenzija 100x100 mm, lijepe se na vanjske vidljive površine. Osim posebnih odredbi za listicu 7D, sve ostale moraju imati stranice minimalne duljine 250 mm. [3] Paralelno s rubovima moraju biti crne boje simbola, a odmaknute od rubova 12,5 mm. Visina slova ne smije biti manja od 25 mm. Listica 7D mora imati stranice duljine 250 mm, paralelno s rubovima moraju biti crne crte odmaknute od rubova 5 mm. Visina broja ne smije biti manja od 25 mm. Boja gornje polovice mora biti žuta, a donja bijela. Simbol mora biti crne boje, a tekst RADIOACTIVE može biti zamijenjen prikladnim UN brojem.

Kontejneri, MEGC, kontejnerski spremnici, prenosivi spremnici kao i vozila kojima se prevoze opasne tvari ili predmete dviju ili više klasa ne moraju nositi dodatne listice za tvari čija je istovrsna opasnost izražena u dodatnim listicama.

Vozila koja prevoze zapakirane ili u IBC-ima radioaktivne tvari Klase 7, moraju biti obilježena listicama s obje bočne strane kao i sa stražnje strane transportne jedinice. U gornjem polju navedene ploče nalaze se brojevi koji označavaju šifru osnovne opasnosti, odnosno, identifikacijski broj opasnosti, poznat i kao Kemlerov broj. To je najčešće niz od dva broja od kojih prvi uvijek znači oznaku klase, a slijedeći upozoravaju na dodatnu opasnost. U donjem polju ploče su četiri broja (UN-broj) koji oznčavaju vrstu opasne tvari, prema popisu Ujedinjenih naroda.

Ploča može biti sastavljena samo iz jednog dijela, pa predstavlja ploču upozorenja. Šifra osnovne opasnosti, iskazuje se identifikacijskim brojevima opasnosti i sastoji se od dva ili tri broja. U iznimnim slučajevima, ispred brojeva može biti slovo X, a ono upozorava da tvar ne smije doći u dodir s vodom.

Značenje prvog broja (u gornjem dijelu ploče opasnosti):

- 2 - plin
- 3 - zapaljiva tekućina
- 4 - zapaljiva kruta tvar
- 5 - oksidirajuća tvar ili organski peroksid
- 6 - otrovna (toksična) tvar i zarazna tvar
- 7 - radioaktivna tvar
- 8 - nagrizajuća (korozivna) tvar
- 9 - mogućnost snažne spontane reakcije

Drugi i treći broj označavaju dodatnu opasnost:

- 0 - bez posebne značajke
- 5 - zapaljiva oksidacijska svojstva
- 1 - eksplozivno
- 6 - otrovno
- 7 - korozijsko
- 2 – izdvajanje plina
- 3 - zapaljivo
- 9 - opasnost od energične kemijske reakcije
- 20 - inertni plin

Ako su prve dvije znamenke iste, u pravilu ukazuju na povećanu dodatnu opasnost:

- 22 - pothlađen plin, zagušljiv
- 33 - vrlo zapaljiva tekućina
- 44 - rastaljene zapaljive krute tvari
- 55- jako oksidirajuće tvari
- 66 - vrlo otrovna tvar
- 88 - jako nagrizajuća tvar
- 99- ostale opasne tvari u vrućem stanju

#### **4.2. OZNAČAVANJE OPASNIH TVARI (OTROVA)**

Mnogobrojni proizvodi kojima se svakodnevno služimo za održavanje čistoće u domu, a i mnogi drugi, spadaju u kategoriju opasnih tvari što predstavlja opasnost za ljude, životinje i okoliš. To su kemikalije koje se nalaze u različitim proizvodima kao npr. proizvodi osobne higijene (boje za kosu, sredstva za uklanjanje laka, lak za kosu itd.), čišćenje doma, održavanje tekstila i obuće, boje i lakovi i mnogi drugi.

Opasne tvari na nas mogu različito djelovati, a najčešće djeluju nadražajno (iritiraju kožu, oči, dišni sustav), lako zapaljivo, eksplozivno, otrovno, zagađuju okoliš itd.

Prema zakonu, svaki proizvod koji sadrži opasnu tvar mora biti obilježen odgovarajućom oznakom kako bi se spriječio i smanjio rizik od mogućih nuspojava korištenja proizvoda. Te oznake su grafički simboli za opasnost sa dodatnim informacijama o kemikalijama koje proizvodi sadrže, a koje služe liječnicima da znaju kako postupiti u slučaju da dođe do nezgode.

Oznake opasnosti, na listićima veličine 74x105 mm ili 148x210 mm, lijepo se na ambalažu.

Najčešće oznake obavezno su nalijepljene na restriktivnim materijalima. U neposrednoj blizini mjesta na kojemu se radi o opasnim materijalima, na primjer u skladištima, na rampama za ukrcaj i iskrcaj, ondje gdje se obavlja pretakanje ili drugi poslovi s opasnim materijalima, treba na vidljivom mjestu staviti uputu o pružanju prve pomoći u slučaju nezgode.

Znakovi su narančaste boje i vrlo uočljivi tako da ih obavezno pogledajte i pročitajte koje su im potencijalne opasnosti.



Slika 17.: Označavanje vozila za prijevoz opasnih tvari



Slika 18.: Znakovi opasnih tvari



### 4.3. OZNAČAVANJE KOTLA CISTERNE

Ovisno o tome koja se vrsta tekućine prevozi, cisterne su razvrstane u dvanaest skupina.

Da bi se lakše raspoznavale, kotao je obojen nekom od boja, kao i traka na čelu cisterne.

Kotao cisterne obojen crveno-smeđom bojom i trakom:

- crna - za prijevoz katrana i kreozota
- bijela – za prijevoz mineralnih ulja
- zelena - za prijevoz tehničkih kemikalija (u sredini kotla premazane zaštitnom crvenom bojom)

Kotao cisterne obojen aluminijsko-srebrnom bojom i trakom:

- crvena – za prijevoz svih vrsta motornoga i aviomaziva te mlaznih goriva
- žuta – za prijevoz petroleja svih vrsta
- plava – za prijevoz dizelskoga goriva i loživa ulja D1, D2, D3 te loživa ulja EL.

Kotao cisterne obojen sivom bojom i trakom:

- bijela – za prijevoz acetilena
- zelena – za prijevoz klora
- crvena – za prijevoz svih drugih zapaljivih plinova
- plava – za prijevoz kisika
- tamnosiva – za prijevoz svih drugih nezapaljivih plinova

Cisterne za prijevoz sirove nafte, dizelskoga goriva D4 i drugih loživih ulja na čelnoj strani kotla nemaju nikakve oznake.



Slika 19.: Znakovi opasnih tvari na cisterni



Slika 20.: Znakovi opasnih tvari na vozilu

## 5. PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE OPASNIH TVARI

Opasne tvari, od mjesta proizvodnje do mjesta uporabe moraju biti brižno pripremljene za transport radi sigurnosti ljudskih života i materijalnih dobara. Ta priprema osigurava se odgovarajućim pakiranjem. Pakiranje opasnih tvari u prvom redu ovisi o agregatnom stanju i o grupi odnosno kategoriji kojoj tvar pripada. S obzirom na fizikalno-kemijska svojstva, opasne se tvari razvrstavaju u nekoliko skupina. Materijali bilo koje kategorije obavezno moraju biti posebno pakirani, a poželjno je da ih se posebno i skladišti.



Slika 21.: Pakiranje i znakovi opasnih tvari

## 5.1. PAKIRANJE OPASNIH TVARI

Opasne tvari se dakle mogu prevoziti svim prometnim granama, s naglaskom integralnog i multimodalnog transporta zbog kojeg je bilo potrebno omogućiti smještaj opasnih tvari u jedinstvene, normizirane i okrupnjene prijevozne jedinice odnosno pakiranja, koja se po potrebi mogu premještati sa vozila jedne prometne grane na vozilo druge prometne grane.

Opasni plinovi koji se često sreću u prometu komprimirani su u čelične boce, čelične bačve ili čelične spremnike.

Opasne tekućine pakiraju se u boce, kanistre, spremnike, bačve i cisterne, izrađene od materijala koji prema zapakiranoj tekućini mora biti izvanredno inertan i stabilan.

Za otrove, bez obzira na agregatno stanje, koristi se različita ambalaža koja u promet može doći samo kao originalna, od proizvođača. Originalna ambalaža za otrovne tvari mora jamčiti sto postotnu zaštitu od razlijevanja i isparavanja od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje. Uz opasne materijale, posebno uz otrovne tvari, u pakiranju mora biti priložena uputa za upotrebu.

Pri pakiranju tvari osjetljivih na kiseline i njihove pare mora se voditi računa o otpornosti ambalažnog materijala na te kiseline. Svi tipovi ambalaže moraju osiguravati zaštitu života, zdravlja ljudi i okoliša prilikom prijevoza opasnih tvari i rukovanju opasnim tvarima te moraju biti vidljivo označene podacima o sadržaju i oznakama opasnosti.

Zakon o prijevozu opasnih tvari određuje kakvo mora biti pakiranje i ambalaža u prijevozu opasnih tvari. Opasna tvar pakira se u određenu ambalažu kojom se obavlja isporuka, a ujedno se štite osobe i okoliš od štetnog djelovanja opasnih tvari. Ambalaža mora biti ispravna, nepropusna za tvar koja se u njoj nalazi te propisno označena.

Ambalaža prema svojoj namjeni može biti: osnovna, zaštitna i pomoćna, a s obzirom na čvrstoću materijala od kojeg je proizvedena, može biti čvrsta i lomljiva. Ako je ambalaža lomljiva (staklo), mora biti zaštićena zaštitnom ambalažom radi sprečavanja međusobnog dodira, a ujedno mora upiti sadržaj prolivene tekućine, ako se razbije. Zaštitna ambalaža i ispunjena ne smiju opasno reagirati s opasnom tvari, odnosno, doći do sljedećih pojava: gorenja i značajnog porasta topline, oslobađanja zapaljivih ili otrovnih plinova, stvaranja korozivnih tvari, ili stvaranja nestabilnih tvari.

Boce u kojima se prevoze opasne tvari moraju se prevoziti u okomitom položaju. Boce s plinovima mogu se staviti okomito i vodoravno u vozilu u kojem se prevoze, odnosno, tovarnom prostoru vozila, ali moraju biti na pomoćnoj ambalaži (paleti) i osigurane od prevrtanja. Ako se ambalaža puni tekućim opasnim tvarima, ne smije se napuniti do vrha, mora se ostaviti slobodan prostor. Time se sprečava mogućnost nekontroliranog istjecanja tekućine ili destrukcije ambalaže zbog širenja (ekspanzije) tekućine na povišenoj temperaturi, koje se može pojaviti tijekom prijevoza.

### **Za opasnu tvar postoji i ambalažna skupina:**

Pakirna skupina I - velika opasnost.

Pakirna skupina II - srednja opasnost.

Pakirna skupina III - manja opasnost.

Pakirna skupina govori o zahtjevima za izdržljivošću (čvrstoćom) ambalaže.

Pakirna skupina I - ambalaža označena s „X“.

Pakirna skupina II - ambalaža označena s „Y“ (može i s „X“).

Pakirna skupina III - ambalaža označena s „Z“ (može i s „X“ i „Y“).

Najzahtjevnija testiranja su za „X“, a za „Z“ su najmanje zahtjevna testiranja.

Dopuštena ambalaža za prijevoz opasnih tvari je ambalaža koja prema kvaliteti i izradi odgovara kolčini i posebnostima tvari koja se u njoj prevozi, koja je provjerena i odobrena za prijevoz, koja ima znakove upozorenja, natpise, oznake i listice za označavanje opasnosti, te druge potrebne podatke. Proizvođač ambalaže za opasne tvari dužan je pribaviti odobrenje za ambalažu. Odobrenje za ambalažu za prijevoz tekućih zapaljivih tvari i plinova, cisterni, fiksno pričvršćenih za vozilo, u cestovnom prometu izdaje pravna osoba koju ovlasti ministar nadležan za promet. Označavanje ambalaže je propisano i vrijedi u cijelom međunarodnom prometu. Nije dopušteno upotrebljavati oznake koje se mogu zamijeniti s već odobrenim oznakama odnosno, oznakama drugih država.

#### **5.1.1. Označavanje ambalaže**

Oznaka, kodni broj, ambalaže sastoji se od arapskog broja i slova. Broj označava vrstu ambalaže, npr: bačva, sanduk, kutija, vreća i velikog slova kojim se označava priroda materijala, na primjer: drvo, papir, čelik. Za slučaj mješovite ambalaže, koriste se dva velika slova. Prvo slovo ukazuje na materijal unutarnje ambalaže, a drugo slovo na vanjsku ambalažu.

Sljedeći brojevi označavaju vrstu ambalaže:

- 1-bačve,
- 2-drvene ploče,
- 3-četvrtaste posude,
- 4-kutije,
- 5-vreće,
- 6-mješovito pakiranje,
- 0-pakiranja od lakih metala.

Sljedeća slova označavaju tipove materijala:

A-čelik,

B-aluminij,

C-prirodno drvo,

D-šperploča,

F-obnovljeno drvo,

G-lesonit,

H-plastični materijali, uključujući ekspanzirani plastični materijal,

L-tekstil,

M-papir višeslojni,

N-metal (ne čelik ili aluminij pri prijevozu),

P-staklo, porculan ili keramika.

Pod pojmom mjera zaštite od požara pri prijevozu opasnih tvari podrazumijevaju se mjere koje treba poduzimati već kod odabira ambalaže, kod pakiranja, kod utovara i istovara te kod prijevoza opasnih tvari.

### **5.1.2. Zahtjevi odabira ambalaže i način pakiranja**

- ambalaža mora biti zatvorena i nepropusna tako da se spriječi prosipanje, curenje i gubljenje sadržaja,
- materijal od kojeg je napravljena ambalaža ne smije reagirati sa opasnom tvari koja se u nju pakira,
- za tvari osjetljive na vodu ambalaža mora spriječiti da opasna tvar dođe u dodir čak i sa vlagom iz zraka,
- posude, cisterne, kontejneri i druge vrste ambalaže za prijevoz opasnih tvari moraju biti izrađene u skladu sa posebnim propisima,
- osnovna ambalaža ako je lomljiva mora biti zaštićena posebnom zaštitnom ambalažom,
- posude za prijevoz tekućih opasnih tvari ili opasnih tvari natopljenih u neku

tekućinu i posude za pakiranje otopljenih opasnih tvari kao i zatvarači tih posuda moraju izdržati unutarnji tlak u posudi kako pri normalnim uvjetima, tako i pri porastu temperature zbog čega posude ne smiju biti prepunjene,

- posude namijenjene prijevozu opasnih tvari volumena većeg od 150 l moraju biti izrađene od čeličnog lima ili nekog drugog prikladnog materijala,
- ako je ambalaža za prijevoz opasnih tvari izrađena od lomljiva materijala, te ako se pakira u skupine, ukupna težina skupine opasne tvari i ambalaže ne smije prelaziti težinu od 75 kg, a ako se pri istim uvjetima radi o nelomljivoj ambalaži, dozvoljena težina skupine opasne tvari i ambalaže je 150 kg,
- paleta opasne tvari u kojoj se nalaze pojedinačna ili skupna pakiranja moraju se označiti odgovarajućim natpisima i listićima opasnosti,
- ambalaža mora biti izrađena i zatvorena tako da pri uobičajenim prijevoznim uvjetima ne može doći do gubitka sadržaja iz pošiljke spremne za otpremu, osobito zbog temperaturnih, vlažnih ili tlačnih oscilacija.

Dijelovi ambalaže koji s opasnim tvarima dolaze u neposredan dodir, zbog kemijskih ili drugih utjecaja ne smiju biti oštećeni u pogledu svoje funkcionalnosti. Zato moraju imati odgovarajuću unutarnju oblogu ili biti obrađeni na odgovarajući način. Ti dijelovi ambalaže ne smiju sadržavati nikakve sastojke koji sa sadržajem mogu reagirati opasno, formirati opasne tvari ili znatno oslabiti te dijelove.

***Za prijevoz opasnih tvari, rabi se sljedeća ambalaža:***

- bačve - od metala, kartona, PVC-a, šperploče ili od kakva drugog materijala s ravnim ili s ispupčenim dnom,
- drvene bačve - od prirodnoga drva,
- kante - metalne ili od PVC-a, pravokutnoga ili višekutnoga poprečnog presjeka s jednim otvorom ili s više njih,
- sanduci - pravokutna ili višekutna ambalaža s punim stijenama bez otvora napravljena od metala, drva od šperploče, drvenih vlakana i slično,



- vreće - papirnate ili od PVC-folije, tekstila i drugih tkaninastih materijala,
- kombinirana ambalaža - sastavljena od unutarnje posude od PVC-a i vanjske posude od metala, kartona koja jednom spojena čini nerazdvojnu cjelinu,
- kombinirana ambalaža - sastavljena od unutarnje staklene ili porculanske posude te od vanjske ambalaže (od metala, drva, kartona, PVC-a) koja jednom spojena čini nerazdvojnu cjelinu)
- zajednička ambalaža - sastavljena od jedne unutarnje ambalaže ili od više njih smještenih u vanjsku ambalažu,
- ambalaža od najfinijega lima - s okruglim, eliptičnim ili četvrtastim poprečnim presjekom, posude s ravnim ili s ispupčenim dnom, s jednim otvorom ili s više njih.

Ambalaža koja se rabi za prijevoz opasnih tvari mora biti atestirana i označena prema odgovarajućim normama i propisima.

## **5.2. SKLADIŠTENJE OPASNIH TVARI**

Skladištenje je regulirano u najvećem broju slučajeva međunarodnim i nacionalnim propisima. Točno su utvrđene metode prihvata, rukovanja, slaganja i čuvanja te izdavanja opasnih materijala.

Prema vrstama opasnih tvari, skladišta se dijele na:

- specijalna skladišta za opasne tvari,
- skladišta za opasne tekućine,
- skladišta za kemikalije,
- skladišta za plinove.

Opasne tekućine se skladište u hermetički zatvorenim spremnicima do 100.000 m<sup>3</sup> za naftu. Ta skladišta mogu biti podzemna, nadzemna ili plivajuća. Zapaljive tvari moraju biti odvojene od materijala koji reagiraju sa zrakom i vodom, oksidirajućih tvari, eksploziva i slično. Moraju biti opskrbljena protupožarnom zaštitom, izgrađena od vatrootpornog materijala, s propisanom prirodnom ventilacijom itd.



Slika 22.: Skladištenje opasnih stvari

## 6. UČINKOVITOST PROCESA PRIJEVOZA NAFTNIH DERIVATA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Unutar analize učinkovitosti će biti analiziran proces prijevoza aviogoriva, a dostava se vrši vozilima INA-e. INA, prodaje oba potrebna tipa aviogoriva: mlazno gorivo i aviobenzin, čija je kvaliteta na traženoj razini, tako da se Ininim gorivima bez problema mogu služiti sve aviokompanije koje koriste hrvatske aerodrome.

Analizirat će se itinerar kretanja prijevoznog sredstva te svaki pojedini obrt. Također će biti objašnjeni ostvareni prijevozni učinci i biti će provedena analiza vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti djelovanja prijevoznih sredstava.

Prijevozna tvar u primjerima će biti mlazno gorivo (aviokerozin). To je gorivo namijenjeno samo mlaznim motorima, a ne motorima s unutarnjim izgaranjem, jer razvija ogromnu temperaturu. Zbog toga avioni na nebu ostavljaju vidljivi bijeli trag iz ispuha. [18]

### **Svojstva mlaznih goriva**

Aviokerozini su ugljikovodici sa specifičnom težinom između 0,800 do 0,820 pri 20°C. Najvećim dijelom su laki parafini s točkom ledišta ispod -60°C.

Osnovni uvjeti koje moraju zadovoljavati su:

- postojanost pri niskim tlakovima (koji vladaju na 12.000–20.000 metara),
- pri izgaranju stvarati što veći potisak,
- ne smiju sadržavati sumpor radi korozije uređaja motora,
- da se lako pretaču iz rezervoara u rezervoar,
- da rad motora bude osiguran od požara,
- moraju zadovoljavati veliki raspon radnih temperatura. [18]

Gorivu se dodaju razni aditivi, npr. radi sprječavanja pjenjenja prilikom nadopune goriva u zrakoplov ili nagle promjene visine leta dodavaju se razni inhibitori za pjenjenje. Pumpe visokog pritiska stvaraju statički elektricitet nastao trenjem slojeva goriva, što se sprječava uzemljenjem i dodavanjem sredstva za povećanje elektroprovodljivosti. Kod nas se upotrebljava mlazno gorivo na bazi petroleja JET A-1. Inino gorivo za mlazne motore jet A-1 otprema se u strogo namjenskim autocisternama, vagnskim cisternama i tankerima dok skladišta zračnih luka trebaju biti konstruirana i opremljena specijalnom opremom za prihvatanje, skladištenje i isporuku goriva u zrakoplov.

### ***Prikaz itinerara kretanja prijevoznih sredstava***

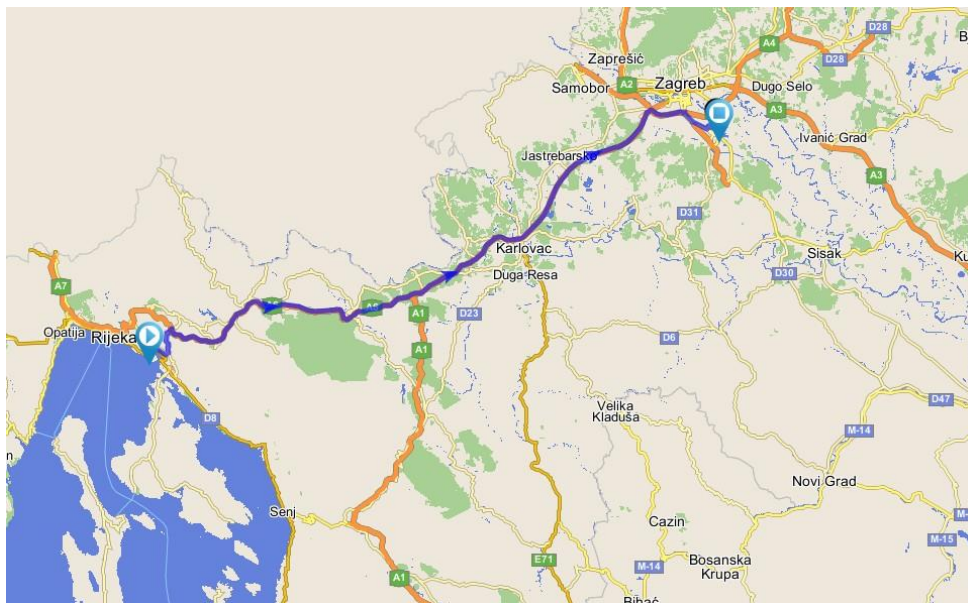
INA već dugi niz godina opskrbljuje zrakoplove na sedam najvećih domaćih aerodroma - Zagreb, Split, Dubrovnik, Zadar, Krk, Pula i Osijek. Od navedenih aerodroma, pet je smješteno na obali, u blizini najvećih turističkih destinacija.

Inin zadatak je osigurati dovoljne količine kvalitetnog goriva za sve zrakoplove koji se njima koriste, što znači i raspolagati dovoljnim skladišnim kapacitetima te cisternama i ostalom opremom, kao i dovoljnim brojem osposobljenih kadrova. S namjenom sigurne i redovite opskrbe, INA raspolaže vlastitim skladišnim kapacitetima u svim navedenim zračnim lukama, osim u Dubrovniku, koji su u vlasništvu tamošnje zračne luke. [17]

Opskrba domaćih aerodroma se vrši iz rafinerije nafte Rijeka, koja je također u vlasništvu INA d.d. Koriste se cisterne za prijevoz mlaznih goriva koja su u vlasništvu INE i imaju kapacitet 35.000 litara. Normalna brzina punjenja mora iznositi 2.300 litara u minuti za jednu utakačku ruku, a ne smije prekoračiti vrijednost od 2.500 litara u minuti. Kad terminal radi punim kapacitetom, dozvoljeno je da sustav za prikupljanje para na utovarnom mostu, uključujući i uređaj za rekuperiranje, može proizvoditi maksimalni protutlak od 55 milibara, mjereno na priključku sustava za prikupljanje para na strani autocisterne.

Prijevoz robe vrše kvalificirani vozači motornog vozila koji posjeduju položen ispit za upravljanje motornim vozilima C i E kategorije, posjeduju uvjerenje o nekažnjavanju, imaju položen ispit za prijevoz i rukovanje opasnim tvarima (ADR) i minimalno 3 godine iskustva u prijevozu opasnih tvari u cestovnom transportu. [17]

Rafinerija nafte Rijeka smještena je na Urinju, a zauzima 3,5 četvorna kilometra priobalnog područja Kostrene i Bakra, 12 kilometara južno od Rijeke, najkraće i najpogodnije veze srednje Europe i Mediterana.

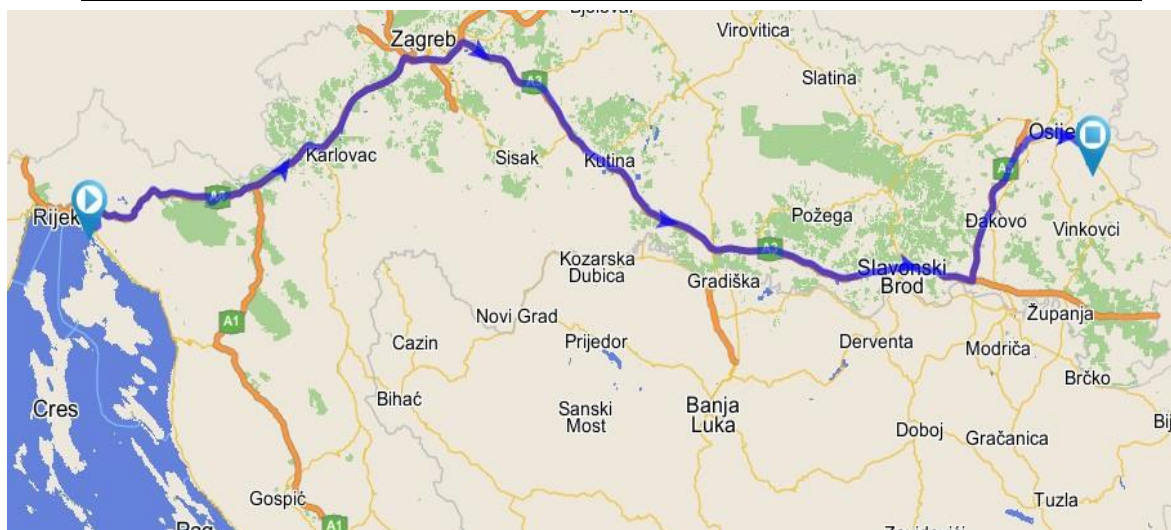


Sl. 23. Prikaz prijevoznog puta prvog obrta, [19]

U Tablici 1 prikazan je itinerar pri prvom obrtu.

Tab. 1: Itinerar pri prvom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Međunarodna zračna luka Zagreb	Ulica Rudolfa Fizira 1, Velika Gorica, Zagreb



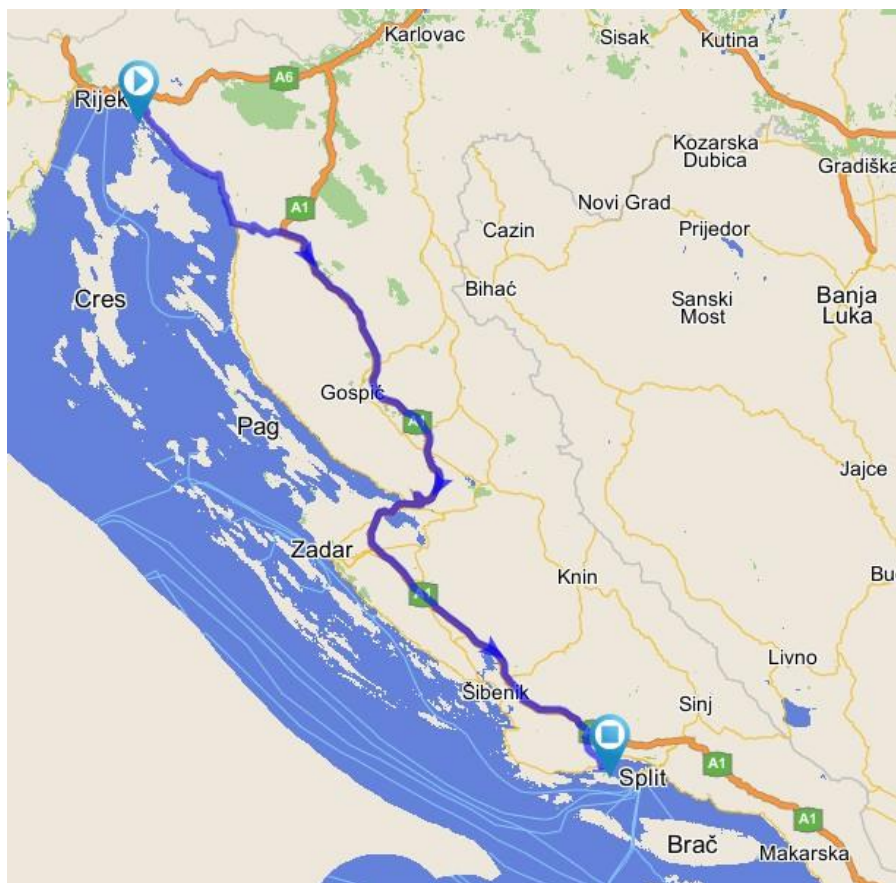
Sl. 24. Prikaz prijevoznog puta drugog obrta, [19]

U Tablici 2 prikazan je itinerar pri drugom obrtu.

Tab. 2: Itinerar pri drugom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Osijek	Vukovarska ulica 67, Klisa, Osijek

[32]



Sl. 25. Prikaz prijevoznog puta trećeg obrta, [19]

Tab. 3: Itinerar pri trećem obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Split	Cesta dr. Franje Tuđmana 1270, Kaštel Štafilić

[17]

Zračna luka Split smještena je na samom izlazu iz grada Kaštela u smjeru Trogira. Od Splita je udaljena 20, a od Trogira 6 km.



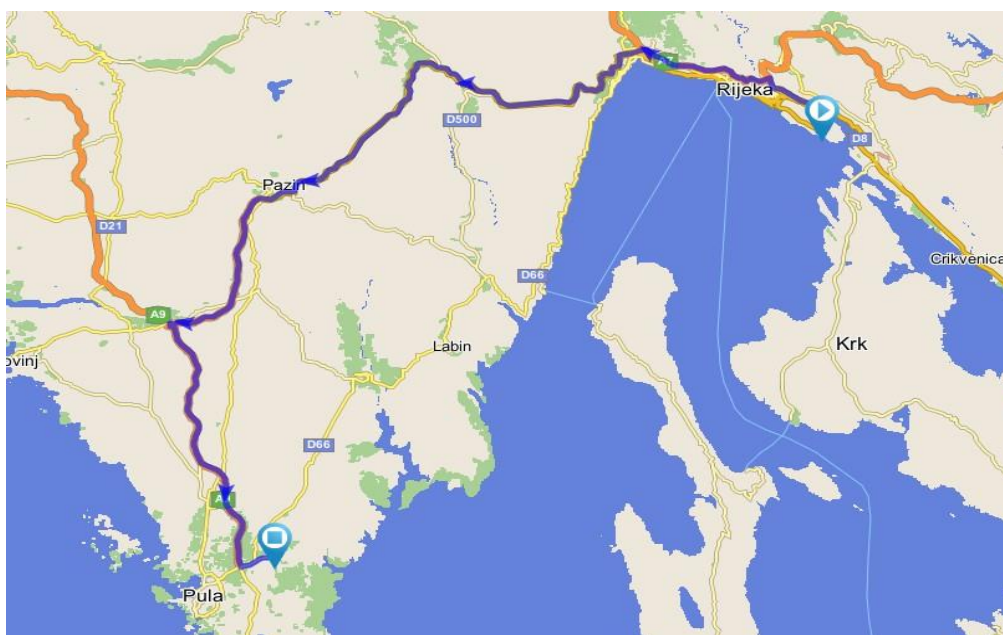
Sl. 26. Prikaz prijevoznog puta četvrtog obrta, [19]

U Tablici 4 prikazan je itinerar pri četvrtom obrtu.

Tab. 4: Itinerar pri četvrtom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Dubrovnik	20213 Čilipi, Dubrovnik

[17]



Sl. 27. Prikaz prijevoznog puta petog obrta, [19]

U Tablici 5 prikazan je itinerar pri petom obrtu.

Tab. 5: Itinerar pri petom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Pula	Valtursko polje 210, Ližnjan, Pula

[17]



## 5.1. Detaljna analiza pojedinih procesa – obrta

Tablično su prikazani hodogrami svakog pojedinog procesa – obrta, redni broj aktivnosti, vrijeme trajanja aktivnosti, količina robe, udaljenost (prijevoza) i brzina kretanja vozila.

Tab. 6: Analiza procesa obrta To1

Prvi obrt (jednostavni)	aktivnost $V_{nup}$ $i V_n$	vrijeme $t$ [min]	teret $q$ [l]	put $L$ [km]	brzina $V_p$ [km/h]	vrijeme $t_{v_n}$ $t_{v_i}$ [min]	put $L_n$ $L_t$ $L_p$ [km]	učinak $U$ [lkm]
Industrijska 26, Rijeka - Ulica Rudolfa Fizira 1, Zagreb								
Garaža (p. nulta vožnja) $t_{v_n G_u1}$	$V_n$	5	0	1,0	12,00	140	169,0	
Izvorište (ukrcaj)	$u1$	20	30.000	0,0	0,00	40	165,0	
Relacija 1 (prijevoz)	$p1$	140	30.000	165,0	70,71	140	0,0	4.950.000,00
Odredište (iskrcaj)	$i1$	20	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{v_n i1_G}$	$V_n$	135	0	168,0	74,67			
Ukupno		320	30.000	334,0				4.950.000,00

[17]

Na prvom obrtu prevoziće se 30.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinj, Rijeka, do zračne luke Zagreb u Ulica Rudolfa Fizira 1, Velika Gorica, Zagreb. U ovom obrtu pređeno je 334 km te je ostvaren učinak od 4.950.000,00 lkm.

Tab. 7: Analiza procesa obrta To2

Drugi obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme $t_{v_n}$	put $L_n$	učinak
Industrijska 26, Rijeka- Vukovarska ulica 67, Osijek	$V_{n_u}$ $p_i$ $V_n$	$t$ [min]	$q$ [l]	$L$ [km]	$V_p$ [km/h]	$t_{v_n}$ [min]	$L_p$ [km]	$U$ [lkm]
Garaža (p. nulta vožnja) $t_{v_n G_u1}$	$V_n$	5		1,0	12,00	330	461,0	
Izvorište (ukrcaj)	$u1$	15	25.000	0,0	0,00	30	450,0	
Relacija 1 (prijevoz)	$p1$	330	25.000	450,0	81,82	330	0,0	11.250.000,00
Odredište (iskrcaj)	$i1$	15	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{v_n i1_G}$	$V_n$	325	0	460,0	84,92			
Ukupno		690	25.000	911,0				11.250.000,00

[17]

Na drugom obrtu prevoziće se 25.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinj, Rijeka, do zračne luke Osijek na adresi Vukovarska ulica 67, Klisa, Osijek. U ovom obrtu pređeno je 911 km te je ostvaren učinak od 11.250.000,00 lkm.

Tab. 8: Analiza procesa obrta To3

Treći obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak
Industrijska 26, Rijeka - Cesta dr. Franje Tuđmana 1270, Kaštel Štafilić	$V_{nup}$ $i V_n$	$t$ [min]	$q$ [l]	$L$ [km]	$V_p$ [km/h]	$t_{n,tui}$ [min]	$p$ $L_n$ $L_t$ $L_p$ [km]	$U$ [lkm]
Garaža (p. nulta vožnja) $t_{n,G,u1}$	$V_n$	5		1,0	12,00	260	351,0	
Izvorište (ukrcaj)	$u_1$	12	20.000	0,0	0,00	25	335,0	
Relacija 1 (prijevoz)	$p_1$	240	20.000	335,0	83,75	240	0,0	6.700.000,00
Odredište (iskrcaj)	$i_1$	13	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{n,i1,G}$	$V_n$	255	0	350,0	82,35			
Ukupno		525	20.000	686,0				6.700.000,00

[17]

Na trećem obrtu prevoziće se 20.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinj, Rijeka, do zračne luke Split na adresi Cesta dr. Franje Tuđmana 1270, Kaštel Štafilić. U ovom obrtu pređeno je 686 km te je ostvaren učinak od 6.700.000,00 lkm.

Tab. 9: Analiza procesa obrta To4

Četvrti obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme $t_{vn}$	put $L_n$ $L_t$ $L_p$ [km]	učinak
Industrijska 26, Rijeka - 20213 Čilipi, Dubrovnik	$V_{nup}$ $V_n$	$t$ [min]	$q$ [l]	$L$ [km]	$V_p$ [km/h]	$t_v$ [min]		$U$ [lkm]
Garaža (p. nulta vožnja) $t_{vnG_u1}$	$V_n$	5		1,0	12,00	495	571,0	
Izvorište (ukrcaj)	$u1$	25	35.000	0,0	0,00	53	565,0	
Relacija 1 (prijevoz)	$p1$	480	35.000	565,0	70,63	480	0,0	19.775.000,00
Odredište (iskrcaj)	$i1$	28	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{vni1,G}$	$V_n$	490	0	570,0	69,80			
Ukupno		1028	35.000	1.136,0				19.775.000,00

[17]

Na četvrtom obrtu prevoziće se 35.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinj, Rijeka, do zračne luke Dubrovnik na adresi 20213 Čilipi, Dubrovnik. U ovom obrtu pređeno je 1.136 km te je ostvaren učinak od 19.775.000,00 lkm.

Tab. 10: Analiza procesa obrta To5

Peti obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak
Industrijska 26, Rijeka - Valtursko polje 210, Pula	$V_{nup}$ $i V_n$	$t$ [min]	$q$ [l]	$L$ [km]	$V_p$ [km/h]	$t_{nui}$ $t_v$ [min]	$L_n$ $L_t$ $L_p$ [km]	$U$ [lkm]
Garaža (p. nulta vožnja) $t_{nG\_u1}$	$V_n$	5		1,0	12,00	135	131,0	
Izvorište (ukrcaj)	$u1$	15	25.000	0,0	0,00	30	125,0	
Relacija 1 (prijevoz)	$p1$	125	25.000	125,0	60,00	125	0,0	3.125.000,00
Odredište (iskrcaj)	$i1$	15	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{ni1\_G}$	$V_n$	130	0	130,0	60,00			
Ukupno		290	25.000	256,0				3.125.000,00

[17]

Na petom obrtu prevozit će se 25.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinj, Rijeka, do zračne luke Pula na adresi Valtursko polje 210, Ližnjan, Pula. U ovom obrtu pređeno je 256 km te je ostvaren učinak od 3.125.000,00 lkm.

## 5.2. Pokazatelji i koeficijenti djelovanja prijevoznih sredstava

Informacije o uspješnosti djelovanja prijevoznih sredstava mogu upozoravati na subjektivne slabosti nositelja operativnog procesa, ali i na slabosti uvjetovane objektivnim ograničenjima, stoga se analizom pokazatelja rada prijevoznih sredstava mogu detektirati, a potom eventualno i otkloniti poremećaji u odvijanju prijevoznih procesa. [16]

Koeficijenti vremenske analize djelovanja prijevoznih sredstava su:

- koeficijent ispravnosti prijevoznih sredstava,
- koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava,
- koeficijent angažiranosti ispravnih prijevoznih sredstava i
- koeficijent iskorištenja vožnje. [34]

Koeficijenti analize prijeđenog puta prijevoznih sredstava su:

- koeficijent iskorištenja prijeđenog puta pod teretom
- koeficijent nultog prijeđenog puta.

Koeficijenti statičkog opterećenja su:

- koeficijent statičkog opterećenja nazivne nosivosti i
- koeficijent dinamičkog opterećenja nazivne nosivosti. [34]

#### 5.2.1. Koeficijenti vremenske analize $\alpha_{ad}$ i $\alpha_v$

Prijevozna se sredstva tijekom dana nalaze na radu ili izvan radnog procesa. Prijevozna sredstva koja nisu na radu mogu biti u smještajnom prostoru (garaži) ako za njih nema posla, ili mogu biti u garaži radi otklanjanja neispravnosti, odnosno na popravku. Koeficijenti ( $\alpha_{AD}$  i  $\alpha_V$ ) nam pokazuju postotni omjer trajanja rada u jednome danu. [20]

Koeficijent angažiranosti prijevoznog sredstva tijekom dana ( $\alpha_{AD}$ ), pokazatelj je vremenske analize djelovanja prijevoznog sredstva i ukazuje na udio broja radnih sati angažiranog prijevoznog sredstva u odnosu na sveukupno knjigovodstveno vrijeme. [20]

Koeficijent iskorištenja radnog vremena u funkciji vožnje ( $\alpha_V$ ), pokazatelj je vremenske analize djelovanja prijevoznog sredstva koji ukazuje na udio vremena (sati) što ga vozilo provodi u vožnji u odnosu na ukupno radno vrijeme istog vozila. Kao predmet obrade može se uzeti vožnja od izvora – polazišta do cilja (jednostavna vožnja), vožnja od izvora do cilja s ponavljanjem faza prijevoznih procesa (složena vožnja) i vožnja od polazišta do povratka u polazište (vožnja s povratkom), što se smatra obrtajem prijevoznog sredstva. [20]

Osim praćenja angažiranosti prijevoznog sredstva za navedena tri pojma (jednostavnu vožnju, složenu vožnju i vožnju s povratkom), prati se i koeficijent

iskorištenja vremena na radu za jedno i za sva prijevozna sredstva, i to ne samo u danu, nego i u operativnim dijelovima planskog razdoblja.

Tab. 11: Vrijednosti koeficijenata ( $\alpha_{ad}$  i  $\alpha_v$ )

$\alpha_{ad} = \Sigma Hr / 24 \times \Sigma Dr = 0,283$	$\alpha_{av} = \Sigma Hv / \Sigma Hr = 0,937$
$\alpha_{ad1} = Hr / 24 \times Dr = 0,222$	$\alpha_{av1} = Hv / Hr = 0,875$
$\alpha_{ad2} = Hr / 24 \times Dr = 0,239$	$\alpha_{av2} = Hv / Hr = 0,955$
$\alpha_{ad3} = Hr / 24 \times Dr = 0,364$	$\alpha_{av3} = Hv / Hr = 0,952$
$\alpha_{ad4} = Hr / 24 \times Dr = 0,357$	$\alpha_{av4} = Hv / Hr = 0,948$
$\alpha_{ad5} = Hr / 24 \times Dr = 0,201$	$\alpha_{av5} = Hv / Hr = 0,896$

Vrijednosti koeficijenata ( $\alpha_{ad}$ ) pokazuju kako je pojedinačna (po obrtima) angažiranost prijevoznih sredstava dosta mala u odnosu na ukupno knjigovodstveno vrijeme, što znači da vozilo više vremena provede u garaži nego na radu.

Vrijednosti koeficijenata ( $\alpha_v$ ) pokazuju da iskorištenje radnog vremena u funkciji vožnje za sve obrte vrlo veliko, odnosno da se na utovar i istovar ne gubi puno vremena.

### 5.2.2. Koeficijenti prijeđenog puta $\beta$ i $\beta_n$

Tijekom angažiranosti prijevoznog sredstva, ono ostvaruje određeni prijevozni učinak. Taj učinak ovisi o više čimbenika. Jednu skupinu čine objektivni čimbenici, a uvjetovani su tehničkim značajkama vozila i stanjem infrastrukture. Drugu skupinu čine tzv. subjektivni čimbenici koje bi trebalo pridružiti organizaciji rada. Sa stajališta iskorištenosti nazivne nosivosti, optimalan je onaj prijevozni proces u kojemu je postignuta puna iskorištenost nazivne nosivosti. To se u praksi rijetko događa, češće je prijevozno sredstvo podkapacitirano, prekapacitirano ili uopće nije opterećeno. Ako prijevozno sredstvo nije opterećeno, tada ostvaruje samo djelomične učinke.

U praksi se pojavljuje i prekapacitirano prijevozno sredstvo, uz uvjerenje da se time ostvaruje i veći ukupni učinak. To međutim uglavnom nije tako, jer prekapacitiranost izaziva i negativne učinke na prijevoznom sredstvu koji su teško mjerljivi i obično se naknadno očituju. [20]

Proces kretanja sa stajališta iskorištenja prijeđenog puta, pri čemu prijevozno sredstvo u prijevoznom procesu ostvaruje:

- prijevozni put od smještajnog do operativnog prostora
- prijevozni put na relaciji prijevoza
- prijevozni put od operativnog prostora (ili prijevozne relacije) do smještajnog prostora. [20]

Sa stajališta djelovanja prijevoznog sredstva poželjno je analizirati sve faze kretanja. U procesu prijevoza koji se ponavlja, elementi ( $L_t$  - put koji je prijevozno sredstvo prešlo pod opterećenjem) i ( $L_p$  – put koji je prijevozno sredstvo prešlo bez tereta na relaciji prijevoza) povećavaju se u apsolutnom iznosu približno proporcionalno tijekom vremena. Pritom opada udio prvog ( $L_{01}$  – udaljenost od smještajnog prostora do mjesta ukrcaja) i zadnjeg ( $L_{02}$  – udaljenost/put koju prijevozno sredstvo prijeđe od završetka procesa prijevoza do povratka u mjesto smještaja) elementa.

Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta  $\beta$  je udio prijeđenog puta koji je prijevozno sredstvo prešlo pod opterećenjem u odnosu na ukupni prijeđeni put. Koeficijent  $\beta$  ukazuje na iskorištenje prijeđenog puta pod teretom, bez obzira u kojoj mjeri je iskorištena nazivna nosivost. [20]

Koeficijent iskorištenja nultog prijeđenog puta  $\beta_N$  određuje udio nultog prijeđenog puta u ukupnom prijeđenom putu, odnosno koliki put vozilo prijeđe od/do smještajnog objekta u odnosu na ukupni put tijekom radnog vremena. [20]



Tab. 12: Vrijednosti koeficijenata ( $\beta$  i  $\beta_n$ )

$\beta = \Sigma Lt / \Sigma L =$	0,493	$\beta_n = \Sigma Ln / \Sigma L =$	0,507
$\beta_1 = Lt / L =$	0,494	$\beta_{n1} = Ln / L =$	0,506
$\beta_2 = Lt / L =$	0,493	$\beta_{n2} = Ln / L =$	0,507
$\beta_3 = Lt / L =$	0,488	$\beta_{n3} = Ln / L =$	0,512
$\beta_4 = Lt / L =$	0,497	$\beta_{n4} = Ln / L =$	0,503
$\beta_5 = Lt / L =$	0,488	$\beta_{n5} = Ln / L =$	0,512

Iskorištenje prijeđenog puta pod teretom je približno 50% za svaki pojedinačni obrt, što znači da vozilo obavlja praznu povratnu vožnju koja je ujedno i nulta vožnja.

Nulti prijeđeni put je mali jer je udaljenost između garaže i skladišta relativno kratka, ali vozilo na kraju svakog obrta obavlja praznu povratnu vožnju koja se ubraja pod nulti prijeđeni put. Trebalo bi organizirati da vozilo na povratku obavi prijevoz još neke robe kako bi se povećala iskoristivost prijeđenog puta.

### 5.2.3. Koeficijenti iskorištenja nazivne nosivosti $\gamma_s$ i $\gamma_d$

Koeficijent statičkog iskorištenja nazivne nosivosti ( $\gamma_s$ ) prijevoznog sredstva je količnik stvarnog i dopuštenog (nazivnog) opterećenja.  $\lambda$  predstavlja broj vožnji s teretom po obrtu (u ovom slučaju  $\lambda = 1$ ).

U praksi se promatra za cijeli vozni park, te je potrebno naglasiti da su veoma rijetki ili uopće ne postoje potpuno homogeni ustroji u kojih bi sva prijevozna sredstva bila iste nosivosti, barem ne u uvjetima djelovanja autoprijevozničkih organizacija javnog prometa. Takvo stanje uvjetuje da se i tu pronalaze neki čimbenici kojima bi trebalo procijeniti koeficijent statičkog opterećenja za homogeni ustroj i dobiti njegovu prosječnu vrijednost. [20]

Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti ( $\gamma_D$ ) prijevoznog sredstva je količnik ostvarenog inajvećeg mogućeg prijevoznog učinka. To znači da za razliku od koeficijenta statičnog iskorištenja nazivne nosivosti koji se dobiva s pomoću stvarne količine prevezene robe, koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti uključuje se ne samo stvarno prevezenu robu, nego i udaljenosti na kojima se roba prevozi. [20]

Tab. 13: Vrijednosti koeficijenata ( $\gamma_s$  i  $\gamma_d$ )

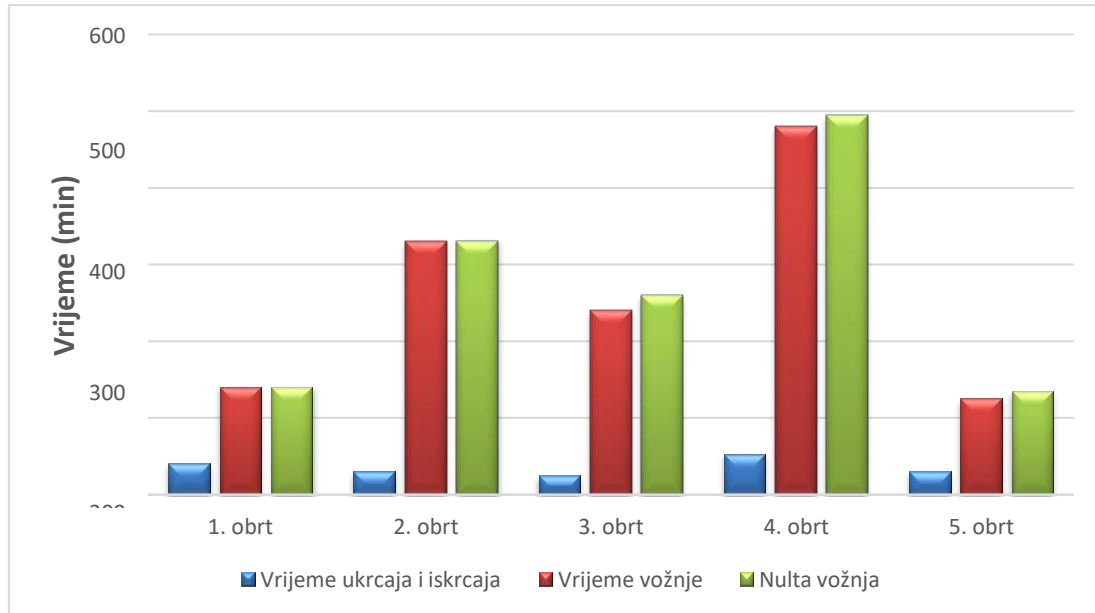
$\gamma_s = \Sigma Q / \Sigma qn \times \lambda =$ 0,771	$\gamma_d = \Sigma U / \Sigma qn \times Lt =$ 0,798
$\gamma_{s1} = Q / qn \times \lambda =$ 0,857	$\gamma_{d1} = U / qn \times Lt =$ 0,857
$\gamma_{s2} = Q / qn \times \lambda =$ 0,714	$\gamma_{d2} = U / qn \times Lt =$ 0,714
$\gamma_{s3} = Q / qn \times \lambda =$ 0,571	$\gamma_{d3} = U / qn \times Lt =$ 0,571
$\gamma_{s4} = Q / qn \times \lambda =$ 1,000	$\gamma_{d4} = U / qn \times Lt =$ 1,000
$\gamma_{s5} = Q / qn \times \lambda =$ 0,714	$\gamma_{d5} = U / qn \times Lt =$ 0,714

Koeficijent statičkog iskorištenja nazivne nosivosti ima najveću vrijednost u četvrtom obrtu zbog najveće količine prevezenog tereta. Ukupna vrijednost koeficijenata statičkog iskorištenja nazivne nosivosti je 77,1% i to je pokazatelj dobre iskorištenosti mogućeg opterećenja. Ta vrijednost može se dodatno povećati korištenjem manjeg prijevoznog sredstva kod zahtjeva za manje robe ili da se prevozi veća količina tereta.

Vrijednosti koeficijenata dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti podudaraju se s vrijednostima prethodno navedenog koeficijenta. Najveća vrijednost ovog koeficijenta je u četvrtom obrtu zbog najveće količine prevezenog tereta, dok je najmanja u trećem obrtu zbog male količine prevezenog tereta bez obzira što je veća udaljenost vožnje na prvom i petom obrtu.

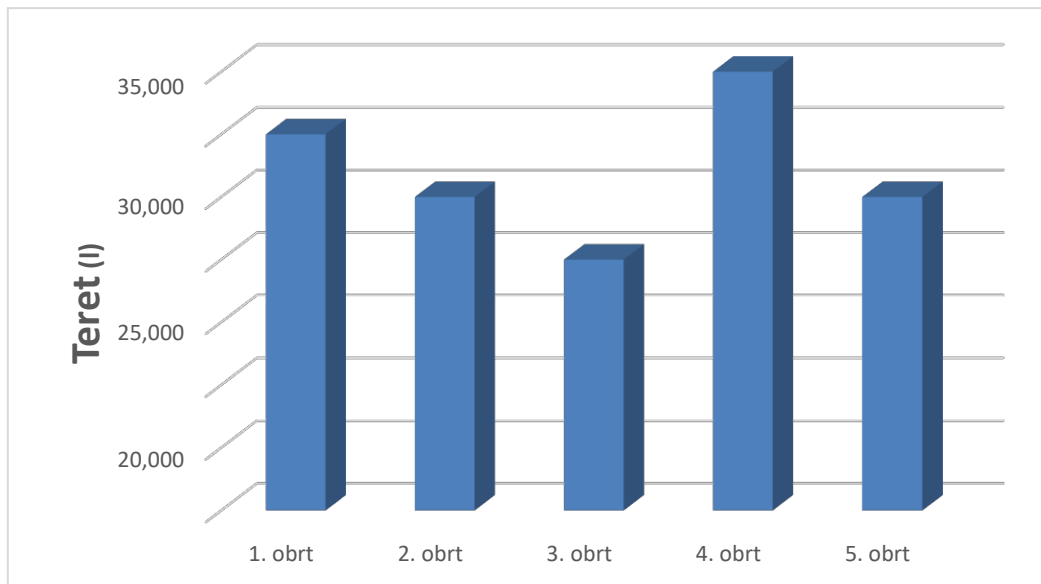
### 5.3.Prikaz rezultata djelovanja prijevoznih sredstava

Grafikon 1: Prikaz vremena vožnja, ukrcaja i iskrcaja



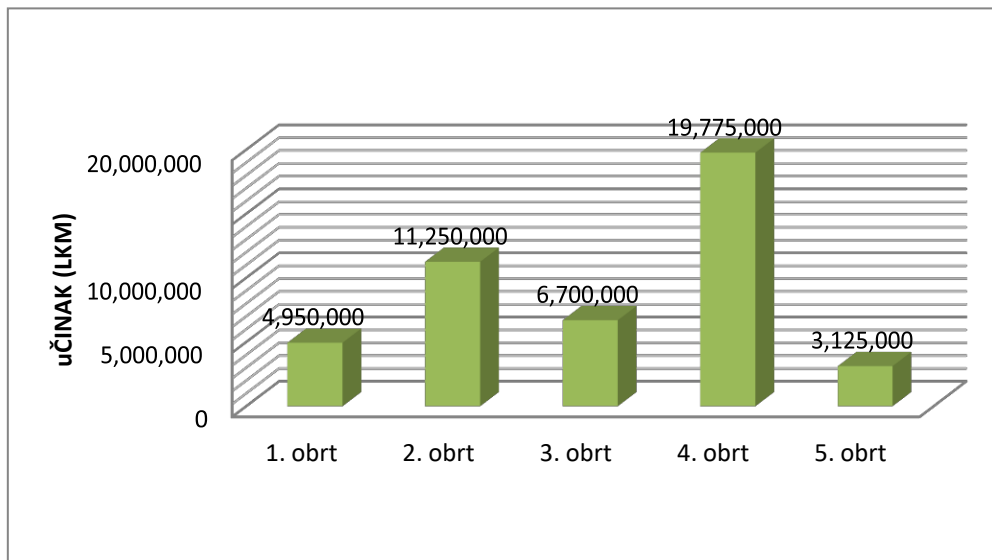
Iz grafikona 1. vidljivo je da je vrijeme ukrcaja i iskrcaja robe kratko, a to utječe pozitivno na ukupni proces jer vozilo može više vremena provesti u vožnji. Vrijeme nulte vožnje na početku procesa prijevoza je kratko, jer je udaljenost između garaže i skladišta relativno kratka. Vozilo na kraju svakog obrta obavlja praznu povratnu vožnju koja se ubraja pod nultu vožnju, pa shodno tome nulta vožnja čini nešto više od polovine ukupnog vremena rada. Trebalo bi organizirati da vozilo na povratku obavi prijevoz još neke robe kako bi se povećala iskoristivost prijeđenog puta i smanji vrijeme nulte vožnje.

Grafikon 2: Prikaz prevezenog tereta



Grafikonom 2. prikazan je teret koji je prevezen pri svih pet obrta, te se može uočiti da je najviše tereta prevezeno u četvrtom obrtu a najmanje u trećem. Ukupna vrijednost iskorištenja nazivne nosivosti je 77,1 % i to je pokazuje optimalnu iskorištenost mogućeg opterećenja. Ta vrijednost može se povećati korištenjem manjeg prijevoznog sredstva ili da se prijevozom veće količine tereta.

Grafikon 3: Prikaz ostvarenog učinka



Iz grafikona 3. vidljivo je da je najveći ostvareni učinak pri četvrtom obrtu. U odnosu na ostale obrte prevezena je najveća količina tereta (35.000 litara) i pređen je najveći put (1.136 km) te je shodno tome ostvaren učinak od 19.7750.000,00 [lkm].

## 7. ZAKLJUČAK

Iz svega navedenog proizlazi da bi se promet opasnih tvari u budućnosti trebao više obavljati željezničkim prijevozom, a samo u posebnim slučajevima cestovnim putem. To pokazuju i sve statistike koje govore u prilog željezničkom transportu kao sigurnijem, ekonomičnijem i čistijem načinu prijevoza opasnih tvari, ali i općenito. Isto tako važno bi bilo da se ovom području prometa posveti veća pažnja prilikom polaganja vozačkih ispita svih kategorija da bi učesnici bolje shvatili kakva im opasnost prijete dok se voze iza ili ispred teretnog vozila koje prevozi neku opasnu tvar i samim time, povećanim oprezom, izbjegnu stradanje i uzrokovanje ekoloških katastrofa širokih razmjera.

Ozljede, smrtni slučajevi, velika materijalna šteta i štete na ekosustavima su uobičajene posljedice, a sveukupni iznosi šteta, koje nastaju su vrlo velike. Interes svakog društva je smanjiti štete i štetne posljedice na najmanju moguću mjeru. To se može postići utvrđivanjem i analizom potencijalnih opasnosti u svim fazama prijevoza opasne tvari.

Obzirom da suvremena industrijska proizvodnja omogućava proizvodnju velikog broja opasnih tvari, mnogo ljudi dolazi u dodir sa opasnim tvarima. Zato se pri rukovanju s opasnim tvarima nastoji smanjiti ili izbjeći opasnost za život ili zdravlje osoba koje su u neposrednom dodiru sa tim tvarima, kao i da se izbjegnu opasnosti za druge osobe i širu okolinu, a za dobre rezultate potrebno je da poznamo sve glavne karakteristike tih tvari i postupke za sigurno rukovanje. To se posebno odnosi na radnike koji prevoze te tvari kao i postupke za sigurno rukovanje (priprema tvari za prijevoz, utovar, istovar i usputne manipulacije). Na prijevoz se mogu dati samo one opasne tvari koje zadovoljavaju uvjete ADR-a , a za svaku tvar se daje odgovarajuća isprava. Vozila za prijevoz opasnih tvari moraju biti opremljena i označena u skladu sa zahtjevima ADR-a i tehnički ispravna. Osoba koja upravlja prijevoznim sredstvom kojim se prevoze opasne tvari dužna je posjedovati ispravu

o prijevozu opasne tvari, potvrdu o ispitivanju vozila, certifikat ispravnosti vozila, potvrdu o stručnoj osposobljenosti za upravljanje tim vozilom i upute o posebnim mjerama sigurnosti. Opasne tvari su razvrstane u određene kategorije baš na temelju njihovih specifičnih opasnosti, te zato pri prijevozu opasnih tvari raznih klasa razmatramo neke posebne mjere koje je potrebno provoditi ovisno o tome koje se opasne tvari prevoze.

## LITERATURA

- [1] Zakon o prijevozu opasnih tvari, Narodne novine, 97/93. pristupljeno 20.8.2017.
- [2] Mekovec, I.: Osnove prijevoza opasnih tvari cestom, Zagreb, 2003. pristupljeno 19.8.2017.
- [3] Šegović, A. : Prijevoz opasnih tvari cestom / 03, Zagreb, 2004. pristupljeno 19.8.2017.
- [4] Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu pristupljeno (ADR) : <http://www.mppi.hr/default.aspx?ID=5918> 20.8.2017.
- [5] Jezerčić, A.; Kozjak, A.; Žunić, M.; Čolja, D. : Priručnik za vozače vozila za prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu : Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu 2011. pristupljeno 19.8.2017.
- [6] Kaučić, N.; Nemet, Z.; Šegović, M. : Prijevoz opasnih tvari, Zagreb, 2002. pristupljeno 19.8.2017.
- [7] Mekovec, I., Golubić, J., Božičević, J.: Stanje sigurnosti prijevoza opasnih tvari na hrvatskim cestama. Znanstveni skup: Nezgode i nesreće u prometu i mjere za njihovo sprječavanje, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova, Zagreb, 2007. pristupljeno 19.8.2017.
- [8] Viličić, D.; Martinović, P.; Petrović-Poljak, Z. : Vozilo u cestovnom prometu, Zagreb, 1996. pristupljeno 19.8.2017.
- [9] Zakon o prijevozu opasnih tvari, Narodne novine, 79/07. pristupljeno 21.8.2017.
- [10] Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prijevozu opasnih tvari, Narodne novine, 151/03. pristupljeno 21.8.2017.
- [11] Djelovanje opasnih tvari na čovjeka i okoliš: [http://www.prometna-zona.com/cestovni-sigurnost-001opasne\\_tvori1.php](http://www.prometna-zona.com/cestovni-sigurnost-001opasne_tvori1.php) pristupljeno 20.8.2017.
- [12] Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu – ADR: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=5878> pristupljeno 21.8.2017.
- [13] <http://www.cvh.hr/cvh/naslovnica.aspx> pristupljeno 22.8.2017.
- [14] <http://www.prometna-zona.com/> pristupljeno 22.8.2017.
- [15] <http://www.teretna-vozila.com/index.php?start=9> pristupljeno 22.8.2017.
- [16] Mjere zaštite od požara pri prijevozu opasnih tvari: <http://www.hvz.hr/mjere-zastite-od-pozara-pri-prijevozu-opasnih-tvari/> pristupljeno 21.8.2017.
- [17] URL: <http://www.ina.hr/default.aspx?id=88>, pristupljeno 24.8.2017.
- [18] INA katalog goriva 2014. pristupljeno 24.8.2017.
- [19] URL:<http://maps.mireo.hr/GelinX/>, pristupljeno 24.8.2017.



[20] Protega, V.: Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, akademska godina 2014./2015.

## PRILOZI

### POPIS SLIKA

### STRANICE

Sl 1. Požari razvrstani u pet razreda.....	5
Sl 2.: Klasifikacija opasnih tvari.....	7
Sl 5.: Listice opasnosti zapaljivih tekućina.....	16
Sl 12.: Udio prometnih grana u prijevozu opasnih tvari u 2001. godini.....	27
Sl 13.: Podjela opasnih tvari po ADR-u.....	28
Sl 14.: Certifikat o ispravnosti vozila za prijevoz određenih vrsta opasnih tvari...	44
Sl 15.: Ploče opasnosti.....	47
Sl 16.: Opasnost dodira tvari s vodom.....	47
Sl 17.: Označavanje vozila za prijevoz opasnih tvari.....	52
Sl 18.: Znakovi opasnih tvari.....	53
Sl 19.: Znakovi opasnih tvari na cisterni.....	55
Sl 20.: Znakovi opasnih tvari na vozilu.....	55
Sl 21. Pakiranje i znakovi opasnih tvari.....	56
Sl 22. Skladištenje opasnih tvari.....	64
Sl.23. Prikaz prijevoznog puta prvog obrta.....	44
Sl.24. Prikaz prijevoznog puta drugog obrta.....	44
Sl.25. Prikaz prijevoznog puta trećeg obrta.....	45
Sl.26. Prikaz prijevoznog puta četvrtog obrta.....	46
Sl.27. Prikaz prijevoznog puta petog obrta.....	47

### POPIS TABLICA

### STRANICA

Tab. 1: Itinerar pri prvom obrtu.....	48
---------------------------------------	----

Tab. 2: Itinerar pri drugom obrtu.....	49
Tab. 3: Itinerar pri trećem obrtu.....	49
Tab. 4: Itinerar pri četvrtom obrtu.....	50
Tab. 5: Itinerar pri petom obrtu.....	51
Tab. 6: Analiza procesa obrta $T_{o1}$ .....	52
Tab. 7: Analiza procesa obrta $T_{o2}$ .....	52
Tab. 8: Analiza procesa obrta $T_{o3}$ .....	53
Tab. 9: Analiza procesa obrta $T_{o4}$ .....	53
Tab. 10: Analiza procesa obrta $T_{o5}$ .....	54
Tab. 11: Vrijednosti koeficijenata ( $\alpha_{ad}$ i $\alpha_v$ ).....	55
Tab. 12: Vrijednosti koeficijenata ( $\beta$ i $\beta_N$ ).....	57
Tab. 13: Vrijednosti koeficijenata ( $\gamma_s$ i $\gamma_d$ ).....	58

POPIS GRAFIKONA	STRANICA
Graf 1. Prikaz vremena vožnja, ukrcaja i iskrcaja.....	58
Graf 2. Prikaz prevezenog tereta.....	59
Graf 3. Prikaz ostvarenog učinka.....	59