

Skladištenje i zaštita opasnih tereta

Ostović, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic Nikola Tesla in Gospić / Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:107:089591>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-19**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic Nikola Tesla in Gospić - Undergraduate thesis repository](#)



**VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U
GOSPIĆU**

Marko Ostović

**SKLADIŠTENJE I ZAŠTITA OPASNIH TERETA
STORAGE AND PROTECTION OF DANGEROUS GOODS**

Završni rad

Gospić, 2024.

VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Prometni odjel

Stručni prijediplomski studij cestovnog prometa

SKLADIŠTENJE I ZAŠTITA OPASNIH TERETA

STORAGE AND PROTECTION OF DANGEROUS GOODS

Završni rad

MENTOR

Prof. dr.sc. Hrvoje Baričević

STUDENT

Marko Ostović

JMBAG:2961000230/09

Gospić, rujan 2024.

Veleučilište „Nikola Tesla” u Gospiću

Prometni odjel

Gospić, 06.06.2024.

Z A D A T A K

za završni rad

Studentu: Marko Ostović, JMBAG 2961000230/09 studentu prijediplomskog stručnog studija cestovni promet izdaje se tema završnog rada pod nazivom:

SKLADIŠTENJE I ZAŠTITA OPASNIH TERETA

Sadržaj zadatka:

- Uvod
- Opasne tvari i njihova svojstva
- Klase opasnih tvari
- Ambalaža
- Skladištenje i zaštita opasnog tereta
- Osnovni postupci u slučaju nezgode s opasnim tvarima
- Zaključak

Završni rad izraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću.

Mentor: Prof. dr. Sc. Hrvoje Baričević zadano: 06.06.2024
(ime i prezime) (nadnevak)

Pročelnikodjela: Prof. Slađana Čuljat predati do: 03.09.2024,
(ime i prezime) (nadnevak)

Student: Marko Ostović primio zadatak: 06.06.2024,
(ime i prezime) (nadnevak)

Dostavlja se:

- mentoru
- studentu
- evidenciji studija – dosje studenta



Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, MARKO OSTOVIĆ izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je moj završni rad naslova: SKLADIŠTENJE I ZAŠTITA OPASNIH TERETA isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Student/ica:

U Gospiću, 03.09.2024

Marko Ostović



Izjava o pohrani diplomskog rada u Digitalni repozitorij

Odjel: Prometni odjel

Student/ica: MARKO OSTOVIĆ

Vrsta rada: Završni rad

Ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog završnog rada i da sadržaj njegove elektroničke inačice u potpunosti odgovara sadržaju obranjenog rada.

Slažem se da se rad pohrani u javno dostupnom institucijskom repozitoriju Veleučilišta "Nikola Tesla" u Gospiću i javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, NN br. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 02/07, 46/07, 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15, 131/17, 96/18, 119/22) i bude u

rad u otvorenom pristupu

rad dostupan nakon _____
(upisati datum)

rad dostupan svim korisnicima iz sustava znanosti i visokog obrazovanja RH

rad dostupan samo djelatnicima i studentima Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću

Student/ica:

U Gospiću, 03.09.2024

Marko Ostović

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je skladištenje i zaštita opasnih tereta. U radu su opisana svojstva opasnih tvari i njihov utjecaj na čovjeka i okoliš, klasificirane su opasne tvari. Opisana je ambalaža u koju se skladište opasne tvari, štetnosti i naponi na radnim mjestima vezanima uz skladištenje i zaštitu opasnih tereta. Također su opisani postupci u slučaju nezgode s opasnim tvarima i postupci vozača i interventnog osoblja u slučaju nesreće s opasnim tvarima.

Ključne riječi: opasni tereti, ambalaža, klase opasnih tvari, skladištenje, nesreća, interventno osoblje.

ABSTRACT

The topic of this final work is the storage and protection of dangerous goods. The final work describes the properties of hazardous substances and their impact on humans and the environment, hazardous substances are classified. The packaging in which dangerous substances are stored, hazards and efforts at workplaces related to the storage and protection of dangerous goods are described. The procedures in the event of an accident with dangerous substances and the procedures of drivers and emergency personnel in the event of an accident with dangerous substances are also described.

Keywords: dangerous goods, packaging, classes of dangerous substances, storage, accident, emergency personnel.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPASNE TVARI I NJIHOVA SVOJSTVA.....	2
3. DJELOVANJE OPASNIH TVARI NA ČOVJEKA I OKOLIŠ.....	3
3.1. Izravno djelovanje opasnih tvari	3
3.2. Posredno djelovanje opasnih tvari.....	3
4. KLASE OPASNIH TVARI.....	4
4.1. Klasa 1 - Eksplozivne tvari i predmeti	5
4.2. Klasa 2 – Plinovi	7
4.3. Klasa 3 - Zapaljive tekućine.....	8
4.4. Klasa 4 - Zapaljive krute tvari.....	9
4.5. Klasa 5 - Oksidirajuće tvari ili oksidansi	11
4.7. Klasa 7 - Radioaktivne tvari.....	15
4.8. Klasa 8 - Nagrizajuće (korozivne) tvari.....	16
4.9. Klasa 9 - Ostale opasne tvari.....	18
5. AMBALAŽA ZA SKLADIŠTENJE OPASNOG TERETA	19
6. SKLADIŠTENJE I ZAŠTITA OPASNIH TERETA.....	23
7. OSNOVNI POSTUPCI U SLUČAJU NEZGODA S OPASNIM TVARIMA.....	27
7.1. Postupci i aktivnosti vozača u slučaju nezgode s opasnim tvarima.....	27
7.2. Postupci i aktivnosti interventnog osoblja u uvjetima nezgode s opasnim tvarima.....	28
7.3. Metode za smanjivanje opasnosti.....	29
8. ZAKLJUČAK.....	33
9. POPIS LITERATURE.....	34
10. POPIS SLIKA.....	35

1.UVOD

Poglavlje se odnosi na predmet i cilj rada, metode i tehnike rada, odnosno izvore i načine prikupljanja potrebnih podataka te na sadržaj i strukturu rada.

1.1. Predmet i cilj rada

Tema završnog rada je skladištenje i zaštita opasnih tereta. Opasne tvari prisutne su u svakodnevnom životu, no one prilikom skladištenja predstavljaju posebnu opasnost. One mogu ugroziti zdravlje ljudi te zagađiti okoliš. Jedan od osnovnih uvjeta sigurnog skladištenja je upoznavanje svih sudionika skladišnog procesa s vrstama opasnih tvari i osnovnim načelima zaštite od tih opasnosti. Cilj ovog rada je prikazati pravilan način skladištenja i zaštite opasnih tvari te samim time upoznati mjere koje je potrebno poduzeti kako bi se opasnosti po život i zdravlje radnika te štetno djelovanje na okoliš sveli na minimum ili potpuno uklonili i postupci interventnog osoblja ukoliko dođe do nesreće. U radu se nastoje definirati opasne tvari te njihova svojstva i značajke.

1.2. Metode i tehnike rada

Način prikupljanja podataka za izradu rada sekundarnog je karaktera. To ukazuje da su se potrebni podaci prikupili iz različitih izvora koji omogućuju bolje, jasnije i kvalitetnije razumijevanje same teme rada. Za izradu ovog rada korištena je stručna literatura i internetske stranice. Za najveći dio rada korištena je stručna literatura i internetski izvori.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Rad se sastoji od osam poglavlja. U prvom poglavlju naveden je predmet i cilj rada te metode, tehnike, sadržaja i strukture rada. U drugom poglavlju su definirane opasne tvari i njihova svojstva. U trećem poglavlju opisuje se djelovanje opasnih tvari na čovjeka i okoliš. U četvrtom poglavlju detaljno su opisane klase opasnih tvari. U petom poglavlju je pokazan primjer ambalaže u koju se opasni teret može skladištiti. U šestom poglavlju je opisano skladištenje i zaštita opasnog tereta. U sedmome poglavlju su opisani osnovni postupci u slučaju nezgode sa opasnim tvarima. Osmo poglavlje odnosi se na zaključak u kojem su sumirani svi prikupljeni podaci i iznijeti su zaključci do kojih se došlo prilikom izrade rada.

2. OPASNE TVARI I NJIHOVA SVOJSTVA

Opasnim tvarima smatraju se takve tvari, koje zbog svojih osobina kao što su eksplozivnost, otrovnost, zapaljivost, korozivnost, oksidativnost i slično mogu ugroziti zdravlje ili život ljudi, prouzročiti materijalnu štetu ili ugroziti i oštetiti okoliš (tlo, voda, zrak). Iako su mnoge tvari opasne, kako za čovjeka tako i za njegovu okolinu ipak se ne možemo odreći korištenja takvih tvari, jer su one osnova mnogih tehnoloških procesa, mnoge su energetske izvori, neke su nezamjenjive u poljoprivredi, šumarstvu i drugim dijelovima gospodarstva. Iako su sve osobe koje sudjeluju u proizvodnji opasnih tvari i koje sa njima rukuju, na razne načine, ipak se smatra da prijevoz i skladištenje opasnih tvari, glede opasnosti zaslužuje posebnu pažnju.

Opasni tereti moraju biti osigurani za sigurno rukovanje, utovar, istovar te zaštićene od vanjskih utjecaja. Na skladištenje i zaštitu opasnih tereta treba pridavati posebnu pozornost, pomno proučiti svojstva i značajke opasnih tereta. Posebno ih se mora pravilno označiti da nebi došlo do nezgoda sa opasnim tvarima koje mogu imati velike posljedice na ljudsko zdravlje. [1]

3. DJELOVANJE OPASNIH TVARI NA ČOVJEKA I OKOLIŠ

Postoje dva načina djelovanja opasnih tvari na čovjeka i okoliš:

3.1 izravno

3.2 neizravno.

3.1. 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 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

3.2. 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 (eksplozivi, 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.[8]

4. KLASSE OPASNIH TVARI

Prema Zakonu o prijevozu opasnih tvari i ADR-u, opasne tvari razvrstane su u devet klasa:

- 4.1. Klasa 1 - eksplozivne tvari i predmeti s eksplozivnim tvarima,
- 4.2. Klasa 2 - plinovi,
- 4.3. Klasa 3 - zapaljive tekućine,
- 4.4. Klasa 4 - zapaljive krute tvari,
- 4.5. Klasa 5 - oksidirajuće tvari ili oksidansi,
- 4.6. Klasa 6 - otrovne tvari,
- 4.7. Klasa 7 - radioaktivne tvari,
- 4.8. Klasa 8 - nagrizajuće ili korozivne tvari,
- 4.9. Klasa 9 - ostale opasne tvari i predmeti.[1]

Slika 1. Klase opasnih tvari



Izvor: http://www.bafinternational.net/?page_id=5906&lang=ba

4.1. Klasa 1 - Eksplozivne tvari i predmeti

Eksplozivne tvari su kemijski spojevi ili smjese koje zagrijavanjem, udarcem, trenjem ili inicijalnim paljenjem vrlo brzo oslobađaju veliku količinu energije. Gotovo kod svih eksploziva odvija se kemijska reakcija i trenutna oksidacija pri kojoj se oslobađaju velike količine topline i plinova, koji pak, ako se nalaze u ograničenom prostoru, uzrokuju moćna razaranja. Da bi eksploziv trenutno oksidirao, u svojim molekulama ima za to potreban kisik.

Eksplozive svrstavamo u tri skupine:

- barute - deflagrantni eksploziv
- brizantne - trinitrotoluen (TNT), praskave želatine, nitroceluloza i drugi
- inicijalne eksplozive - koji služe za punjenje detonatora i kapsli, a reagiraju na udarac ili temperaturu i uzrokuju eksploziju.

Slika 2. Eksplozivna tvar



Izvor: <http://www.pssv.hr/Programi/Rukovanje%20eksplozivnim%20tvarima.htm>

Osim eksploziva, u ovu klasu opasne tvari ubrajaju se još i sredstva za paljenje, vatromet i drugi predmeti koji mogu eksplodirati.

Prema ADR-u tvari klase 1 dijele se u šest skupina:

1. tvari i predmeti kod kojih postoji opasnost od masovne eksplozije,
2. tvari i predmeti kod kojih postoji opasnost od »ispaljivanja« ali ne masovne eksplozije,

3. tvari i predmeti kod kojih postoji opasnost od zapaljenja i manja eksplozivna opasnost ili »ispaljivanje« ali ne opasnost od masovne eksplozije,
4. tvari i predmeti koji ne predstavljaju značajnu opasnost,
5. vrlo neosjetljive tvari kod kojih postoji opasnost od masovne eksplozije,
6. ekstremno neosjetljive tvari kod kojih ne postoji opasnost od masovne eksplozije.[1]

Slika 3. Eksplozivne tvari



Izvor: <http://www.ex-agencija.hr/hr/nova-usluga-adr/>

4.2. Klasa 2 – Plinovi

Uklasu 2 ubrajamo tvari koje na 50°C imaju tlak para veći od 300kPa (3 bara) ili su kompletno u plinovitom stanju na 20°C pri standardnom tlaku od 101,3 kPa.

Slovne oznake za plinove imaju slijedeće značenje:

- A – zagušljivi
- O – oksidirajući
- F – zapaljivi
- T – otrovni
- TF - otrovni i zapaljivi
- TC - otrovni i nagrizujući
- TO - otrovni i oksidirajući
- TFC - otrovni, zapaljivi i nagrizujući
- TOC - otrovni, oksidirajući i nagrizujući[1]

Slika 4. Nezapaljivi, neotrovni plinovi



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

4.3. Klasa 3 - Zapaljive tekućine

Zapaljivim tekućinama ili smjesama zapaljivih tekućina smatraju se tekućine koje na 50°C imaju tlak para niži od 300 kPa (3 bara), nisu kompletno u plinovitom stanju na 20°C i standardnom tlaku od 101,3 kPa, a plamište im je niže od 61°C.[1]

Europski sporazum o prijevozu opasnih tvari (ADR) poznaje podjelu prema plamištu zapaljivih tekućina i dijeli ih u nekoliko skupina:

A - tvari koje imaju plamište ispod 23°C, ali nisu otrovne ni korozivne;

B - tvari koje imaju plamište ispod 23°C, i otrovne su;

C - tvari koje imaju plamište ispod 23°C, i korozivne su;

D - tvari koje imaju plamište ispod 23°C, a istodobno su otrovne i korozivne te predmeti punjeni tim stvarima;

E - tvari koje imaju plamište između 23°C i 61°C i mogu biti blago korozivne i/ili korozivne;

F - tvari i preparati koje imaju plamište ispod 23°C, a koriste se kao pesticidi;

G - tvari koje imaju plamište iznad 61°C.

H – Prazna ambalaža[1]

Slika 5. Zapaljive tekućine



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

4.4. Klasa 4 - Zapaljive krute tvari

Krute zapaljive tvari klase 4 dijele se u tri podskupine:

1) Klasa 4.1 - zapaljive krute tvari koje na temperaturi od 35°C ostaju u krutom stanju ili u obliku paste.

Tu ubrajamo, na primjer: sumpor, celuloid, nitroceluloza, crveni fosfor i slične tvari. Ove se tvari u suhom stanju mogu zapaliti u dodiru s plamenom ili iskrom, ali nisu sklone samozapaljenju.

Slika 6. Zapaljive krutine, samoreaktivne tvari i desenzibilizirani eksplozivi



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

2) Klasa 4.2 - samozapaljive krute tvari koje se pale u dodiru sa zrakom bez prinošenja izvora paljenja.

Tu ubrajamo: bijeli i žuti fosfor, cinkovi alkali, nitrocelulozni filmovi, sirovi pamuk, rabljene krpe i drugo.

Ove se tvari poradi svojih svojstava i sklonosti samozapaljenju moraju čuvati i prevoziti u posebnoj vatrootpornoj ambalaži.

Slika 7. Tvari sklone spontanom izgaranju



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

3) Klasa 4.3 - krute tvari koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove.

Tu ubrajamo krute tvari koje s vodom stvaraju zapaljive plinove, na primjer: natrij, kalij, kalcij, kalcijev karbid i druge.

Neke od tih tvari mogu biti označene i sljedećim oznakama:

- (a) - vrlo opasno,
- (b) - opasno,
- (c) - malo opasno.[1]

Slika 8. Tvari koje u dodiru s vodom oslobađaju zapaljive plinove



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.htm>

4.5. Klasa 5 - Oksidirajuće tvari ili oksidansi

Tvari klase 5 dijele se u dvije podskupine:

1) Oksidirajuće tvari klase 5.1

Tu ubrajamo klorite, perklorite, vodenu otopinu vodikova peroksida, peroksidi alkalnih metala i njihove smjese i drugo.

Ove tvari u dodiru s drugim tvarima razlažu se i oslobađaju kisik, pa mogu prouzročiti ili pospješiti gorenje.

I ove tvari možemo posebno označavati na sljedeći način:

- (a) - jaki oksidansi,
- (b) - oksidansi,
- (c) - slabi oksidansi.

Slika 9. Oksidirajuća tvar



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.htm>

2) Organski peroksidi klase 5.2

Tu ubrajamo tvari s višim stupnjem oksidacije, koje mogu izazvati štetne posljedice za zdravlje ljudi ili uništiti materijalna dobra, ali su manje osjetljive na eksploziju. Te tvari ne ubrajamo u eksplozivne tvari, premda su osjetljive na plamen, temperaturu i trenje.

Organski peroksidi klase 5.2 su dibenzoli, cikloheksanon peroksidi, metiletilketon peroksid i drugi. Za neke vrste peroksida traži se kontrola temperature u prijevozu. Neki se moraju prevoziti u posebnim prijevoznim sredstvima - hladnjačama.

U svakom slučaju treba poštovati upute proizvođača u prijevozu i skladištenju, a zahtjeva se i posebna ambalaža.[1]

Slika 10. Organski peroksidi



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

4.6. Klasa 6 - Otrovne tvari

Ovu klasu dijelimo u dvije podskupine:

- I. KLASA 6.1 – otrovne tvari,
- II. KLASA 6.2 – onečišćujuće ili infektivne tvari.

Da bi manipulirale otrovima ili otrovnim tvarima, tvrtke moraju imati zaposlenike koji su školovani u kemijskoj ili poljoprivrednoj struci, koji su položili stručni ispit, te moraju imati propisano iskustvo u proizvodnji i prometu otrova. Iste ove odredbe odnose se i na pojedince, odnosno fizičke osobe.

Da bi se odobrio prijevoz otrova unutar RH ili prijevoz preko državne granice, potrebno je zatražiti odobrenje slično onome za prijevoz eksploziva ili eksplozivnih tvari.

Osim označavanja vozila određenim znacima i obilježjima, ambalaža s otrovima mora imati istaknute naljepnice propisane veličine sa simbolima znakova opasnosti i oznakama upozorenja "R", s pripadajućim brojem, te oznaku obavijesti i sigurnosti "S" s pripadajućim brojem.

U klasu 6.1 podrazumjevaju se tvari prirodnog, biološkog i sintetičkog podrijetla te preparati proizvedeni od tih tvari koji, unešeni u organizam ili u

dodiru s organizmom, mogu ugroziti život i zdravlja ljudi i štetno djelovati na radni i životni okoliš.

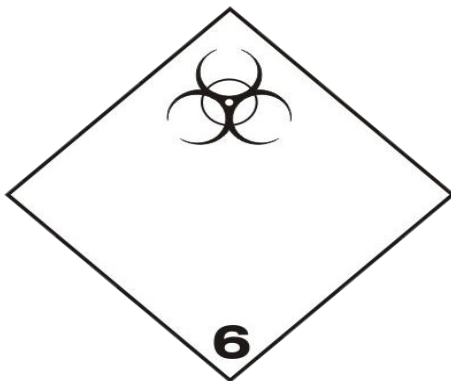
Slika 11. Otrovnne tvari



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

U klasu 6.2 ubrajamo one tvari koje imaju neugodan miris i sadrže mikroorganizme ili njihove toksine za koje se sa sigurnošću može reći da izazivaju zarazne bolesti kod ljudi i životinja.[1]

Slika 12. Zarazne tvari



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

4.7. Klasa 7 - Radioaktivne tvari

Radioaktivne tvari podliježu posebnom režimu pa za prijevoz i rukovanje treba tražiti posebna odobrenja. Osobe koje manipuliraju radioaktivnim tvarima moraju biti stručno osposobljene za taj posao.

Prijevoz i pakiranje radioaktivnih tvari podliježe posebnim odredbama. Ambalaža ovisi o agregatnom stanju, snazi izvora zračenja i veličini pošiljke.

Doza zračenja određuje se na površini ambalaže i na određenoj udaljenosti, a razina zračenja određena je za kategoriju radioaktivne tvari. Ako se radi o radioaktivnim tvarima koje su u isto vrijeme i otrovne ili zapaljive, tada treba poduzeti i dodatne mjere zaštite i opreza.

Da bi se prijevoz radioaktivnih tvari mogao obaviti, treba zatražiti odobrenje Ministarstva zdravstva, a ako se prevozi preko državne granice Republike Hrvatske onda se traži odobrenje Ministarstva unutarnjih poslova.

Vrste zračenja:

1)Alfa zračenje – su čestice koje čine jezgru atoma helija. Njihov prodor se može zaustaviti plohom debljine lista običnog papira. Doseg tih zraka u zraku iznosi tek nekoliko centimetara, no ako dospije u tkivo izaziva znatna oštećenja jer ima veliku relativnu biološku djelotvornost.

2)Beta zračenje – nastaje raspadom neutrona u jezgri na proton i elektron odnosno proton raspada u neutron i pozitron. To zračenje nije osobito prodorno. Doseg u zraku je nekoliko metara, u tkivu nekoliko centimetara, a zaustavlja ga zaštitna pregrada debljine aluminijske folije.

3)Gama zračenje – visokoenergetsko elektromagnetno zračenje. Ono je vrlo prodorno te je potreban deblji sloj olova ili betona da bi se ono zaustavilo. Kao dio ove vrste zračenja pojavljuje se rendgensko ili X-zračenje.

Posebno je važno da se radioaktivne čestice ne unose u organizam hranom, vodom ili disanjem zbog čega treba posebno paziti na izvore zračenja koji se mogu raspršiti u okoliš. Ako zračenje pada ne živu tvar u koju se apsorbira, izaziva biološka oštećenja, tj. promjene u molekulama tkiva. Promjene mogu biti tjelesne – somatske i genetske (nasljedne).[1]

Slika 13. Radioaktivne tvari



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

4.8. Klasa 8 - Nagrizajuće (korozivne) tvari.

Korozivne ili nagrizajuće tvari imaju svojstvo da nagrizaju i razaraju druge tvari zbog čega su opasne za čovjekov organizam, ali i za materijal s kojim dolaze u dodir. Mogu izazvati požar lakozapaljivih tvari jer su neke od njih jaki oksidansi. Neke od tih tvari razaraju klasičan materijal, na primjer klorovodična kiselina, koja nagriza gotovo sve metale. Flurovodična kiselina nagriza staklo, gumu, kožu, beton i lijevano željezo.

Posebno treba paziti da ne dođu u dodir s organizmom, kao tekućina, para, magla ili prašina.

Posebnu pozornost u prijevozu i rukovanju ovim tvarima treba posvetiti pakiranju i ambalaži, te njezinu označavanju. Obvezno treba obratiti pozornost pri pretakanju i rabiti odgovarajuća zaštitna sredstva.[1]

Slika 14. Korozivne ili nagrizajuće tvari



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

4.9. Klasa 9 - Ostale opasne tvari

U klasu 9 svrstavaju se one opasne tvari koje se ne mogu svrstati u prethodnih osam klasa.

Dijele se u 9 skupina:

- A) tvari koje, ako se udišu kao vrlo sitna prašina, mogu ugroziti zdravlje (azbest i smjese tvari koje sadrže azbest),
- B) tvari i oprema koje u slučaju požara mogu oslobađati dioksine,
- C) tvari koje ispuštaju zapaljive pare,
- D) litijske baterije,
- E) naprave za osobnu zaštitu i samozaštitu za koje se upotrebljavaju neke vrste plinova,
- F) tvari opasne za okoliš,
- G) tvari koje se prevoze na povišenoj temperaturi,
- H) druge tvari koje predstavljaju opasnost koja ne spada u prethodne grupe,
- I) prazna ambalaža.[1]

Slika 15. Ostale opasne tvari i predmeti



Izvor: <http://www.znakovi.com.hr/osnovneOpasnosti/osnovneOpasnosti.html>

5. AMBALAŽA ZA SKLADIŠTENJE OPASNOG TERETA

Ambalaža za skladištenje mora biti izrađena tako da omogućava siguran prijevoz opasnih tvari. Treba razlikovati pojam “ambalaža” od pojma “paket” ili “pakovina”. Pojam “ambalaža” se rabi za prazne vreće, boce, sanduke, bačve, kante itd. Materijal od kojega je ambalaža izrađena je u neposrednom dodiru s opasnom tvari. Pojam “paket” ili “pakovina” se rabi za ambalažu koja je napunjena s opasnom tvari i spremna za prijevoz (označena).

5.1. Vrste ambalaže

Razlikujemo ove vrste ambalaže:

- Bačve od čeličnog lima (npr. 210 – litarske) – jedan od najraširenijih oblika ambalaže. Upotrebljava se za tekućine, ali i za krute tvari. Obično se pune na vrhu i zatvaraju se poklopcem ili čepom.

Slika 16. Bačva od čeličnog lima



Izvor: <https://www.google.com/search?q=bačve+od+čeličnog+lima>

- Plastične bačve – skuplje su od čeličnih, ali su lakše. Vrlo često se primjenjuju za nagrizajuće tvari koje se ne smiju puniti u metalnu ambalažu.

Slika 17. Plastične bačve



Izvor: <https://www.google.com/search?q=plastične+bačve>

- Kante – posude manje od bačve. Najčešće su metalne ili plastične, s pravokutnim ili okruglim poprečnim presjekom, a mogu imati više od jednog otvora.

Slika 18. Primjer kante



Izvor: <https://www.google.com/search=kante+za+otpad>

- Vreće – obično ih upotrebljavamo za krute tvari, a ima ih u različitim veličinama i oblicima. Većinom su izrađene od plastike, papira, folije i tekstila. Na paletu se slaže više vreća, prekriju se još s ovojnjom ambalažom, zbog lakše manipulacije viličarom.

Slika 19. Primjer vreće za otpad opasnih tvari



Izvor: <https://www.google.com/search=vreće+za+otpad+opasnih+tvari>

- Sanduci – različitih su oblika i veličina, izrađeni od različitih materijala (čelik, drvo, karton, plastika). Dobri su za prijevoz krutih i tekućih opasnih tvari. Često su stranice izrađene u više slojeva. Ako nema opasnosti da se ambalaža tijekom prijevoza ošteti, na sanduku se mogu izbušiti otvori koji olakšavaju otvaranje i manipulaciju njima.

Slika 20. Primjer sanduka



Izvor: <https://www.google.com/search?=sanduci+za+prijevoz+opasnih+tvari>

- Boce za plin – izrađene su od različitih materijala (najčešće od čelika) koji moraju biti čvrsti kako bi lako izdržali tlak plinova u unutrašnjosti posude. Najosjetljiviji dio boce je ventil koji mora biti dodatno osiguran (zaštitna kapa).

Slika 21. Boce za plin



Izvor: <https://www.google.com/search? =boce+za+plin>

- IBC spremnici – posebna skupina prijenosne ambalaže s volumenom do 3.000 litara, a, namijenjena manipulaciji pomoću mehaničkih uređaja. Skupi su, ali im je prednost višekratna upotreba. Napravljeni su od različitog materijala (plastika, metal itd.).[4]

Slika 22. IBC spremnici



Izvor: <https://www.google.com/search? =IBC>

6. SKLADIŠTENJE I ZAŠTITA OPASNIH TERETA

S obzirom na svojstva opasnih tvari proces skladištenja zahtijeva mnogo veće mjere opreza u usporedbi sa skladištenjem roba koje ne zahtijevaju poseban način manipulacije. Dodatne mjere opreza ne treba provoditi samo unutar skladišta, već i u njegovu krugu radi smanjenja mogućnosti nastupa neželjenih događaja. Ključno je da opasne tvari budu pravilno pripremljene za skladištenje odnosno osigurane tako da ne dođe do neželjenog rasipanja ili reakcije s nekim drugim tvarima prilikom kontakta.

Zabranjeno je zajedno skladištiti opasne tvari koje:

- a) zahtijevaju različita sredstva za gašenje
- b) zahtijevaju različitu temperaturu
- c) reagiraju jedne s drugima odnosno prouzročuju požar.

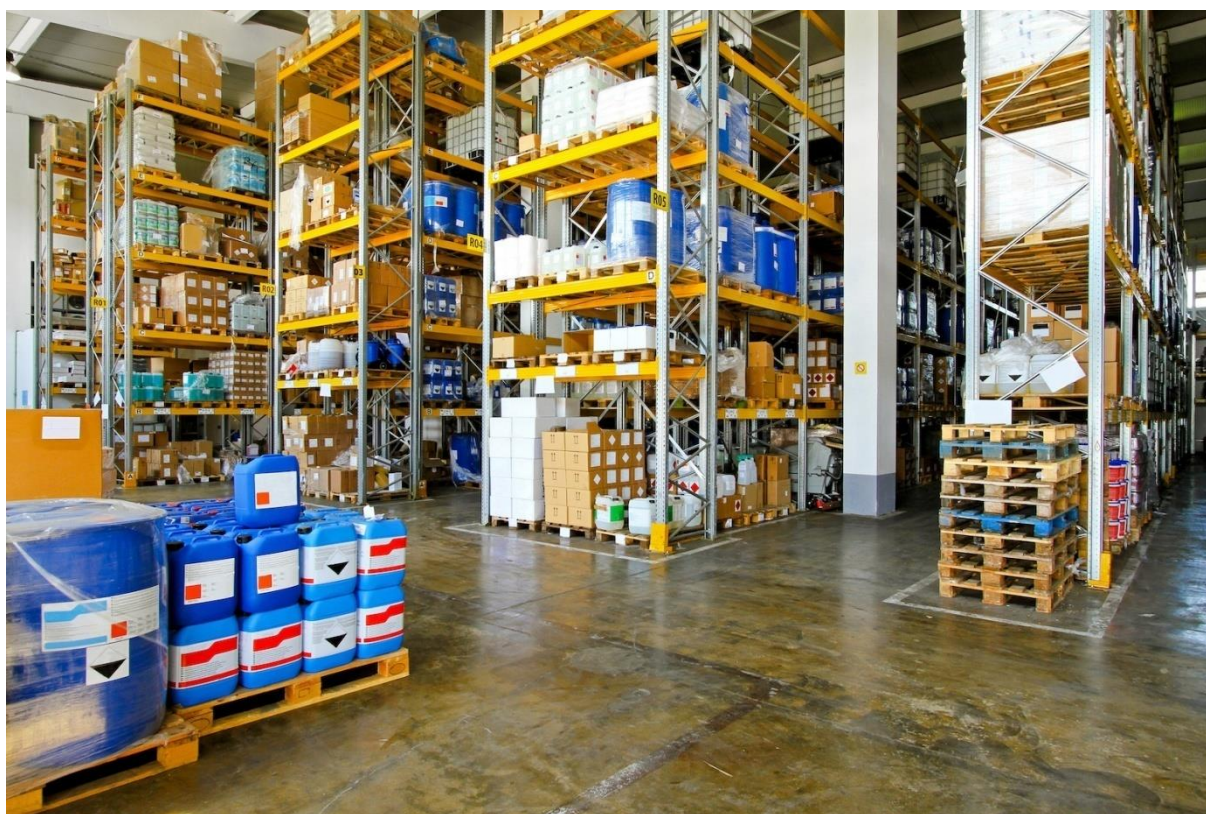
Unutar skladišta i u krugu zone oko skladišta potrebno je provesti niz zaštitnih mjera kako bi se smanjila mogućnost nesreće. U gotovo svim tipovima skladišta za smještaj opasnih tvari zabranjeno je:

- držanje predmeta koji mogu izazvati požar ili omogućiti njegovo širenje,
- upotreba otvorenog plamena, alata koji iskre, pušenje i upotreba sredstava za pripaljivanje (upaljači, šibice)
- upotreba uređaja sa ložištem ili iskrištem
- postavljanje nadzemnih električnih vodova
- rad motora vozila u tijeku ukrcaja ili iskrcaja
- pristup osobama koje nisu vezane za manipulaciju opasnim tvarima [10]

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.

Slika 23: Skladište za kemikalije



Izvor: <https://atomium.hr/pregled-skladista/>

Eksplozivi se skladište u skladištima propisno udaljenim od naselja i industrijskih objekata, a u priručnom skladištu se mogu čuvati točno određene količine eksploziva. Plinovi i opasne tekućine se skladište u hermetički zatvorenim spremnicima do 100.000 m³ 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.[6]

Tvrtke koje se bave proizvodnjom pa i skladištenjem opasnih kemikalija moraju udovoljiti nizu posebnih uvjeta i odredbi određenih Zakonom o kemikalijama (NN. Br. 155/05 i 53./08.), koje se između ostaloga odnose i na samu građevinu tj. skladište u kojem će se opasne kemikalije pohranjivati. Propisano je da se kemikalije moraju čuvati u posebnoj prostoriji sa čvrstim stjenkama, odvojenoj od proizvodnih pogona i ostalih prostorija koje pogon zahtjeva također, opasne kemikalije je moguće skladištiti i u posebnim nadzemnim spremnicima[10]

Slika 24. Spremnici za skladištenje nafte



<http://cmjp.rs/wp-content/uploads/2020/04/491404556.jpg>

Poslove skladištenja mogu obavljati jedino osobe koje su educirane za obavljanje takvih poslova, te moraju biti upoznate s mjerama za sprječavanje nastanka i širenja požara i eksplozija. Prostor gdje se obavlja skladištenje treba imati oznake koje predstavljaju zaštitu

od požara i eksplozija, upute za siguran rad u skladištu i postupak u slučaju požara i eksplozije[11]

7. OSNOVNI POSTUPCI U SLUČAJU NEZGODA S OPASNIM TVARIMA

U nesrećama s opasnim tvarima potrebno je što prije intervenirati. Ranijim dolaskom na mjesto nesreće može se spasiti nečij život, spriječiti ozljeđivanje ili kontaminacija s opasnim tvarima.[1]

7.1. Postupci i aktivnosti vozača u slučaju nezgode s opasnim tvarima

Kod tekućina, krutih tvari i plinova klase 2,3, 4.1,4.2,4.3,5.1,6.1 i 8, vozač transportnog sredsta s opasnim tvarima mora najprije obavjestiti vatrogasce , policiju i poduzeti sljedeće mjere:

- Zaustaviti rad motora
- Ukloniti izvore paljenja(ugasiti otvorenu vatru, zabraniti pušenje)
- Osigurati cestu i druge prilaze
- Udaljiti neovlaštene osobe
- Skloniti se na stranu s koje puše vjetar
- Zagraditi prolivenu tekućinu zemljom
- Prolivene tvari prekriti suhim pjeskom ili zemljom
- Početne požare gasiti ručnim aparatima za gašenje
- U slučaju kontaminacije očiju s opasnim tvarima, obavezno oči ispirati s puno vode najmanje 15 minuta,
- Odjela uprljana opasnim tvarima skinuti, a uprljana mjesta na koži ispirati s puno vode najmanje 15 minuta.[2]

7.2. Postupci i aktivnosti interventnog osoblja u uvjetima nezgode s opasnim tvarima

Prilikom nezgode s opasnim tvarima ekipe koje sudjeluju u intervenciji moraju poduzeti niz radnji i mjera radi osobne sigurnosti i spašavanja ljudi koji su izravno izloženi opasnim tvarima, produktima njihova raspadanja, utjecaja štetnih požarnih plinova i drugim opasnostima. Stoga je potrebno:

- **utvrditi - prepoznati opasnost** s obzirom na tvar koja se prevozi ili skladišti, i to na osnovi:

- listica - naljepnica opasnosti;

- ploča opasnosti;

- listovima s uputama o postupanju s opasnim tvarima u slučaju nezgode (nalazi se u kabini vozila uz prateću dokumentaciju vozila);

zatvoriti mjesto intervencije - radi sigurnosti sudionika u prometu, stanovništva, odnosno interventnih ekipa koje sudjeluju u sanaciji posljedica, Potrebno je, osim toga definirati zonu ovisno o vrsti tvari, nastojeći da se cjelokupna zona označi;

alarmirati specijalne dodatne snage - nakon procijene cjelokupna stanja, odrediti punktove za kemijsku zaštitu (zaštitu od zračenja) službu za spašavanje i evakuaciju, a ovisno o potrebi i ostale snage.

Spašavanje ljudi iz opasne zone prvi je cilj svake intervencije, a neprimjerena i neadekvatna opremljenost interventnih snaga u pravilu ne daje dobre rezultate.[1]

7.3. Metode za smanjivanje opasnosti

Odmah po dolasku na mjesto nesreće potrebno je spasiti unesrećene osobe, analizirati nastalo stanje, procijeniti opasnosti, donijeti i provesti plan intervencije za smanjivanje opasnosti. Za analizu nastalog stanja nužno je utvrditi koja je opasna tvar u pitanju, razmjere oštećenja, mogući razvoj događaja itd. Izbor metode za smanjivanje opasnosti ovisi o okolnostima na mjestu nesreće i mogućnostima primjene pojedine metode.

Metode mogu biti:

-Hlađenje vodom. Može biti najbolje rješenje za snižavanje tlaka u prilikama gdje visoki tlak u spremnicima stvara opasnost od eksplozije i pucanja sprenika. Hlađenje toplinski nestabilnih tvari smatra se također jednom od najdjelotvornijih metoda za usporavanje kemijskih reakcija u njima. Kod tvari koje se miješaju s vodom preporuča se u nekim slučajevima razrijeđivanje. Time se može smanjiti opasnost i postići sigurnije stanje. S druge strane, rarijeđivanjem se povećava količina tekućine što može otežati naknadno sakupljanje, pa se ova metoda savjetuje u iznimnim slučajevima. Nakon sakupljanja glavnine razlivene tekućine, zaostale količine opasne tvari moguće je razrijediti i ukloniti ispiranjem vodom.

Slika 25. Hlađenje spremnika vodom



Izvor: <https://www.shutterstock.com/image-photo/industrial-tanks-water-spray-fire-extinguisher-26109341>

-Prekrivanje pjenu. Cilj metode prekrivanja istekle opasne tekućine ili ukapljenog plina zračnom pjenuom je odvajanje površine tih opasnih tvari od izvora zapaljenja i toplinskog zračenja. Isparavanje je sporije ako je tekućina izložena slabijem toplinskom zračenju. Na taj način se može značajno otežati zapaljenje i smanjiti koncentraciju otrovnih i štetnih para u okolnom zraku.

Slika 26. Prekrivanje pjenuom



https://www.vatrogasci-rijeka.hr/hr/gasenje_pozara_spremnika_lako_zapaljivih_tekucina/984/16

-Raspršivanje para. Osim prirodnim strujanjem zraka, koncentraciju plinova i para može se smanjiti i uređajima za prozračivanje i primjenom raspršene vode. Smanjivanje koncentracije plinova i para primjenom raspršene vode sporije je u odnosu na prozračivanje, ipak, raspršena voda u određenim prilikama može biti nezaobilazna, posebnonkad se radi o plinovima i parama topljivim u vodi.

-Neutralizacija. To je proces u kojem se istekle tekućine obaraju kiselinama ili lužinama i time dovode u neutralno stanje. Osnovna prednost neutralizacije kao metode je mogućnost pretvaranja opasnog materijala u neopasno stanje.

Slika 27. Neutralizacija



Izvor: <https://www.firehouse.com/rescue/hazardous-materials/news/21119652/muskegon-heights-mi-firefighters-stop-sulfuric-acid-spill-from-turning-deadly>

-Kontrolno spaljivanje. U pojedinim prilikama, gdje bi gašenje požara moglo rezultirati nastankom velike količine zagađene vode ili ugroziti sigurnost vatrogasaca i drugih osoba, opasna tvar može se ostaviti da izgori. Pri tome je važno takav požar zadržati pod nadzorom kako se nebi proširio.

-Spaljivanje na baklji. Kad se radi o zapaljivim plinovima i tekućinama koje iz nekog razloga nije moguće pretočiti, kao rješenje se može izabrati njihovo spaljivanje na prikladno izvedenoj baklji na dovoljnoj udaljenosti od izvora opasne tvari.[2]

Baklje upotrebljavaju otvoreni plamen tijekom normalnog rada u izvanrednim uvjetima za spaljivanje opasnih plinova. Sustav nema posebne značajke za kontrolu temperature ili vremena izgaranja, međutim, može biti potrebno dodatno gorivo za održavanje izgaranja. [12]

Slika 28. Spaljivanje na baklji



Izvor: <https://torpedo.media/ina>

8. ZAKLJUČAK

Ljudi se u svakodnevnom životu susreću sa opasnim tvarima i one kao takve predstavljaju opasnost za čovjeka i okoliš. Kako bi se opasnost pri skladištenju opasnih tereta svele na minimum potrebno je dobro poznavati svojstva opasnih tvari i osobe koje rade sa opasnim tvarima potrebno je upoznati s vrstom tvari koja se skladišti, opasnostima koje bi se mogle dogoditi prilikom skladištenja te načine na koje se mogu zaštititi od tih opasnosti.

Opasne tvari su razvrstane u određene kategorije na temelju njihovih specifičnih opasnosti, te zato pri skladištenju opasnih tvari raznih klasa razmatramo neke posebne mjere zaštite koje je potrebno provoditi ovisno o tome koje se opasne tvari skladište. Također opasne tvari moraju biti skladištene u odgovarajuću ambalažu te moraju biti propisno označene.

Ipak imajući u vidu najbolje mjere zaštite, nesreće sa opasnim tvarima nemoguće je isključiti te je u takvim prilikama potrebno intervenirati.

9. POPIS LITERATURE

- [1] Domitran, M.: Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu, INA, Zagreb, 2001.
- [2] D. Knežević: Intervencije u nesrećama pri prijevozu opasnih tvari, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 2014.
- [3] Kovaček, S.: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 2006.
- [4] Kocijan, S.: Sigurnost pri prijevozu opasnih tvari, IPROZ, Zagreb, 2000
- [5] Mekovec, I.: Osnove prijevoza opasnih tvari cestom, Zagreb, 2003
- [6] Sertić, Z.: Tehnički priručnik za zaštitu od požara, Grafo-Amadeus d.o.o., Zagreb 1997.
- [7] Šegović, A.: Prijevoz opasnih tvari cestom, Zagreb, 2004.
- [8] <https://www.prometna-zona.com>
- [9] www.hzv.hr/prijevoz-opasnih-tvari
- [10] <https://hrcak.srce.hr/file/104540>
- [11] https://www.vatrogasni-portal.com/articles.php?article_id=70
- [12] https://edu.asoo.hr/wpcontent/uploads/2024/03/G23_98_Skladi%C5%A1tenje_i_%C4%8Duvanje_opasnih_tvari
- [13] Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95)
- [14] <https://www.eionet.europa.eu/gemet/hr/concept/3282>

10. POPIS SLIKA

BROJ SLIKE	NAZIV	BROJ STRANICE
1.	Klase opasnih tvari	4
2.	Eksplozivna tvar	5
3.	Eksplozivne tvari	6
4.	Nezapaljivi, neotrovni plinovi	7
5.	Zapaljive tekućine	9
6.	Zapaljive krutine samoreaktivne tvari i desenzibilizirani eksplozivi	9
7.	Tvari sklone spontanom izgaranju	10
8.	Tvari koje u dodiru s vodom oslobađaju zapaljive plinove	11
9.	Oksidirajuća tvar	12
10.	Organski peroksidi	13
11.	Otrovne tvari	14
12.	Zarazne tvari	14
13.	Radioaktivne tvaeri	16
14.	Korozivne ili nagrizajuće tvari	17
15.	Ostale opasne tvari i predmeti	18
16.	Bačva od čeličnog lima	19
17.	Plastične bačve	20
18.	Primjer kante	20
19.	Primjer vreće za otpad opasnih tvari	21
20.	Primjer sanduka	21
21.	Boce za plin	22
22.	IBC spremnici	22
23.	Skladište za kemikalije	24
24.	Spremnici za skladištenje nafte	25
25.	Hlađenje spremnika vodom	29
26.	Prekrivanje pijenom	30
27.	Neutralizacija	31
28.	Spaljivanje na baklji	32