

Tehničke upute za siguran prijevoz opasne robe zrakom

Samardžić, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:746857>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-30**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Matija Samardžić

**TEHNIČKE UPUTE ZA SIGURAN PRIJEVOZ
OPASNE ROBE ZRAKOM**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

TEHNIČKE UPUTE ZA SIGURAN PRIJEVOZ OPASNE ROBE ZRAKOM

Mentor: mr.sc Miroslav Borković

Student: Matija Samardžić
JMBAG: 0068213154

Zagreb, rujan, 2016.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	6
2. Klasifikacija i karakteristike opasne robe.....	8
2.1 Eksplozivi	8
2.2 Plinovi.....	11
2.3 Zapaljive tekućine.....	13
2.4 Zapaljive krutine i tvari koje su sklone samozapaljenju, tvari koje u kontaktu sa vodom ispuštaju zapaljivi plin.....	14
2.5 Oksidi i organski peroksidi.....	16
2.6 Toksične i zarazne tvari.....	17
2.7 Radioaktivni materijal	18
2.8 Korozivne tvari.....	20
2.9 Ostale opasne tvari i stvari uključujući i opasne supstance	21
3. Tehničke karakteristike ambalaža i kontejnera	23
3.1 Tehničke karakteristike ambalaže	23
3.1.1 Tehničke karakteristike vanjskih pakiranja.....	24
3.1.2 Tehničke karakteristike unutarnjih pakiranja	29
3.2 Tehničke karakteristike kontejnera	31
4. Međunarodna regulativa i propisi za prijevoz opasne robe	33
4.1 Zahtjevi za vanjska pakiranja	34
4.2 Zahtjevi za unutarnja pakiranja.....	35
5. Tehničke upute pri rukovanju opasnom robom	37
5.1 Opće upute pri pakiranju i prijevozu opasnih tvari	38
5.2 Upute pri pakiranju eksploziva.....	40
5.3 Upute pri pakiranju plinova	42
5.4 Upute pri pakiranju zapaljivih tekućina	42
5.5 Upute pri pakiranju zapaljivih krutina, samozapaljivih tvari i tvari koje u kontaktu sa vodom otpuštaju zapaljivi plin.....	43
5.6 Upute pri pakiranju oksida i organskih peroksida	44
5.7 Upute pri pakiranju toksičnih i infektivnih tvari	45
5.8 Upute pri pakiranju radioaktivnih tvari.....	47
5.9 Upute pri pakiranju korozivnih tvari.....	48
6. Tehničke upute pri prijevozu opasne robe	49
7. Preventivne i sigurnosne mjere u slučaju nezgode	51

8. Zaključak.....	53
Popis literature.....	55
Internetski izvori.....	55
Popis slika	55
Popis tablica	56

Sažetak

Tehničke upute pri prijevozu opasne robe pružaju pregled tehničkih mjera u prijevozu opasne robe i preporučene prakse. Zakonom o prijevozu opasnih tvari definirani su izgledi i načini pretovara iz jednog prevoznog sredstva u drugo i kao takvi moraju se poštivati. Opasna roba predstavlja sama po sebi rizik u prijevozu. Različite vrste opasnih tvari imaju sposobnost bilo kemijskih ili termičkih reakcija jedna sa drugim ili sa okolinom. Stoga potrebna je provedba analize pojedinih klasa opasnih tvari te opasnosti i njihovih reakcija. Tehničkim zahtjevima za pakiranja opasnih tvari osiguravaju se dovoljne razine zaštite u pogledu zadržavanja opasnih tvari. Analizirane su opasne tvari i njihova pakiranja te je dan pregled sigurnosnih i preventivnih mjera u prijevozu.

KLJUČNE RIJEČI: prijevoz opasnih tvari; opasnosti u prijevozu; sigurnost; upute

Technical instructions for the transport of dangerous goods provide an overview of technical measures in the transport of dangerous goods and recommended practices . The Transport of Dangerous Goods defines ways and forms of loading and unloading transported goods to other means of transport and must be respected . Dangerous goods represents, by itself a risk in transport . Different types of hazardous substances have the ability to create either chemical or thermal reactions with each other or with the environment . Therefore , its important to analyze certain classes of dangerous substances and hazards they present and their reactions. The technical requirements for the packaging of hazardous substances shall provide a sufficient level of protection in terms of retention of hazardous substances . The paper analyzes the dangerous substances and their packaging as well as an overview of security and preventive measures in transport .

KEY WORDS : transport of dangerous goods; danger in transport; security; instructions

1. Uvod

U ovom završnom radu cilj je dati pregled opasne robe te rizike za prijevoz koje predstavljaju pojedine tehničke karakteristike ovakvog tipa robe.

Opasne tvari se dijele na devet različitih kategorija te se neke pojedine klase dijele dodatno radi razlika unutar samih tvari.

Posebna se pozornost odnosi na ambalažu koja se koristi u prijevozu tih tvari jer ona predstavlja iz sigurnosnog aspekta barijeru između opasne tvari i atmosfere što je izrazito bitno kod tvari koje reagiraju sa zrakom ili vlagom.

Pakiranja opasnih tvari potrebno je označiti pripadajućim oznakama koje se stavljaju radi pružanja informacija i uputa na koji način se rukuje s određenim tvarima.

Kroz ovaj rad dat će se pregled tehničkih karakteristika vrsta unutarnjih i vanjskih pakiranja kao i posebni tehnički zahtjevi za određene vrste opasnih tvari.

Sam pošiljatelj odgovara za ispravnost pakiranja opasne robe, ali dužnost prijevoznika i same zračne luke je pregledati prije primanja na prijevoz i prije ukrcaja stanje pakiranja i same pošiljke.

Opasne tvari se prevoze zračnim prometom iz razloga sigurnosti. Veća je razina osiguranja u zračnom prometu nego u bilo kojoj drugoj grani prometa.

Također u slučaju nezgode školovano osoblje koje se bavi prihvatom, manipulacijom i otpremom tereta ima znanje i vještine za takve situacije.

Posebne osjetljive pošiljke koje zahtijevaju posebne režime i uvjete prijevoza jednostavnije je prevesti zrakoplovom.

Preventivne i sigurnosne mjere uvelike doprinose sigurnosti prijevoza u zračnom prometu. Poštivanjem niza strogih sigurnosnih pravila i procedura postiže se smanjenje rizika i utjecaja koje opasne tvari same po sebi predstavljaju.

Rad je podijeljen u osam cjelina:

1. Uvod
2. Klasifikacije i karakteristike opasne robe
3. Tehničke karakteristike ambalaže i kontejnera
4. Međunarodna regulativa i propisi za prijevoz opasnih tvari
5. Tehničke upute pri rukovanju opasnom robom
6. Tehničke upute pri prijevozu opasne robe
7. Preventivne i sigurnosne mjere u slučaju nezgode
8. Zaključak

U svakoj cjelini pokrivaju se osnovne informacije koje su potrebne u prijevozu opasnih tvari definirane međunarodnim konvencijama i pravilnicima u prijevozu opasnih tvari.

2. Klasifikacija i karakteristike opasne robe

Potrebno je opasnu robu klasificirati te pobliže opisati karakteristike opasne robe.

Prema pravilniku danom od strane ICAO-a opasne tvari klasificiramo i dijelimo u devet klasa. Opasne tvari se označavaju posebnim naljepnicama koje daju do znanja osoblju koje rukuje s njima o kojoj se opasnoj tvari radi i koje opasnosti predstavlja.

Također istaknuti su atmosferski uvjeti skladištenja u vidu temperature i vlažnosti koji predstavljaju obvezu načinja skladištenja, ako se ne poštuju tada postoji određena opasnost koju predstavlja pojedina opasna tvar.

Unutar određenih klasifikacija se pojavljuje potreba za dodatnom podjelom opasnih tvari, njihovom podjelom na divizije se dodatno upozorava na točno određeni tip opasne tvari.

Sama podjela je bitna radi dodatnog upozorenja i opisa kakvu opasnost predstavlja pojedina opasna tvar.

2.1 Eksplozivi

Pod eksplozive ubrajamo sve tvari koje ovisno u uvjetima mogu uzrokovati eksploziju.

Takve tvari mogu ovisno o kemijskoj strukturi uzrokovati eksploziju koja može biti masivna ili slabija ali uz to dodatno neke tvari mogu imati slabiju eksplozivnu moć a uzrokovati požar dok druge pri eksploziji stvaraju veliku količinu šrapnela te time nanose teške ozljede i prouzrokuju veću materijalnu štetu.

Pod eksplozivne tvari ubrajamo mnoge od gotovih eksplozivnih naprava poput plastično eksploziva ili eksploziva na bazi baruta pa do kemikalija koje mogu uzrokovati eksploziju poput nitroglicerina, amonijevog nitrata, etilen glikol dinitrata i drugih.

Eksplozivi se dijele u divizije kojih je ukupno šest te se dijele na:

- Divizija 1. – tvari i supstance koje prouzrokuju masivnu eksploziju
- Divizija 2. – tvari i supstance koje prouzrokuju veću količinu šrapnela ali ne i masivnu eksploziju
- Divizija 3. – tvari i supstance koje prouzrokuju požar a imaju manju udarnu moć i manju količinu šrapnela ali ne i masivnu eksploziju
- Divizija 4. – tvari i supstance koje ne predstavljaju veću opasnost

- Divizija 5. – veoma neosjetljive tvari koje mogu prouzrokovati masivnu eksploziju
- Divizija 6. – ekstremno neosjetljive tvari koje ne uzrokuju eksploziju

Ovisno o tipu tvari posebni su uvjeti rukovanja i pakiranja koji ili moraju biti stabilizirani da uzrokuju što manje trešnje u prijevozu ili temperaturni režim prijevoza kod tvari koje su osjetljive na temperaturu.



Slika 1. Naljepnica za označavanje eksploziva¹



Slika 2. Naljepnica za označavanje eksploziva divizije 4²

¹ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-1.html>

² <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-1.html>



Slika 3. Naljepnica za označavanje eksploziva divizije 5³



Slika 4. Naljepnica za označavanje eksploziva divizije 6⁴

Naljepnice prikazane na slikama 1,2 ,3 ,4 potrebno je ovisno o vrsti eksploziva nalijepiti na vanjska pakiranja radi označavanja o kojem se tipu radi.

Najčešći eksplozivi koji se prevoze u zračnom prometu su: streljivo/metci/patrone, vatrometi/pirotehnika, svjetleće rakete, minerske kapice/detonatori, fitilji, upaljači, eksplozivni naboji (minerski, razarajući itd.), detonirajući fitilj, uređaj za napuhavanje zračnih jastuka, upaljači, rakete, TNT / TNT pripravci, RDX / RDX pripravci, PETN/PETN pripravci.

³ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-1.html>

⁴ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-1.html>

2.2 Plinovi

Plinovi su tvari koje, same po sebi je teže transportirati te imaju različite karakteristike i opasnosti koje predstavljaju.

Plinovite tvari se također dijele u zasebne divizije koje pobliže opisuju njihove karakteristike, dijelimo ih u tri divizije a to su:

- Divizija 2. – zapaljivi plinovi
- Divizija 2. – ne zapaljivi i ne toksični plinovi
- Divizija 3. – toksični plinovi



Slika 5. Najlepnica za označavanje zapaljivih plinova⁵

U zapaljive plinove ubrajamo bilo koji plin koji miješan sa zrakom u nekom omjeru tvori zapaljivu mješavinu.

⁵ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-2.html>



Slika 6. Naljepnica za označavanje nezapaljivih netoksičnih plinova⁶

To su nezapaljivi, netoksični plinovi ili plinovi u tekućem stanju na niskim temperaturama. Karakteristika su boce koje su pod tlakom i kao takve predstavljaju rizik u prijevozu.



Slika 7. Naljepnica za označavanje toksičnih plinova⁷

Toksični plinovi su opasni zato što određeni plinovi bez boje i mirisa predstavljaju veliku opasnost, trovanje plinom događa se veoma brzo jer se udisanjem zraka direktno iz pluća apsorbira u krvotok.

Najčešće transportirani plinovi su aerosoli, stlačeni zrak, uređaji pogonjeni ugljikovodičnim plinovima, protupožarni aparati, patrone za plin, otopine gnojiva s amonijakom, insekticidni i rashladni plinovi, upaljači, acetilen/oksiacetilen, ugljikov dioksid, helij i njegovi spojevi, vodik, kisik, dušik i njihovi spojevi, prirodni plin, naftni plin, butan, propan, etan, metan, dimetil eter, propen/propilen i etilen.

⁶ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-2.html>

⁷ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-2.html>

2.3 Zapaljive tekućine

Većina zapaljivih tekućina je na bazi alkohola visokog postotka koji imaju nisku temperaturu paljenja te se stoga mora rukovati s posebnim oprezom te paziti na skladištenje takvih tekućina u rashlađenim prostorijama.

Lakozapaljive opasne tekućine (npr. benzin, aceton) imaju plamište ispod 23 °C, a manje opasne tekućine u koje ubrajamo npr. dizel i kerozin, imaju plamište između 23 °C i 61 °C. Pesticidi, ljepila, smole i alkoholi također mogu biti lakozapaljivi.

Lako hlapljive tekućine brzo isparavaju, a njihove pare se mogu kretati prema izvoru paljenja. Dodir tih para s izvorom paljenja (plamenom, iskrom, toplinom) može dovesti do naglog širenja plamena.

Eksplozije mogu nastati uslijed pregrijanja posuda i spremnika sa zapaljivim tekućinama.



Slika 8. Najlepnica za označavanje zapaljivih tekućina⁸

Najčešće prevezene supstance ove skupine su: aceton/acetonska ulja, ljepila, boje/lakovi, alkoholi, parfumerijski proizvodi, motorni benzin, dizelsko gorivo, zrakoplovno gorivo, tekuća bio-goriva, katran i destilati katrana, sirova nafta, naftni destilati, plinsko ulje, ulje za loženje, kerozin, smole, katrani, terpentini, karbamatni insekticid, organokloridi pesticida, organofosforni pesticidi, pesticidi na osnovi bakra, esteri, eteri, etanol, benzen, butanol, diklorpropani, dietil eter, izobutanoli, izopropilni, metanol, oktani.

⁸ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-3.html>

2.4 Zapaljive krutine i tvari koje su sklone samozapaljenju, tvari koje u kontaktu sa vodom ispuštaju zapaljivi plin

Takve tvari također radi detaljnije klasifikacije dijelimo na:

- Divizija 1. – zapaljive krutine i samo reaktivne tvari te krute desenzibilizirane eksplozive
- Divizija 2. – tvari sklone samozapaljenju
- Divizija 3. – tvari koje u kontaktu s vodom ispuštaju zapaljive plinove



Slika 9. Naljepnica za označavanje zapaljivih krutina⁹

Tu spada bilo kakav zapaljivi materijal koji je sam po sebi zapaljiv ili može uzrokovati ili doprinijeti stvaranju vatre kroz trenje.



Slika 10. Naljepnica za označavanje samozapaljivih tvari¹⁰

⁹ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-4.html>

¹⁰ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-4.html>

Takva tvar koja je podložna spontanom zagrijavanju ili zagrijavanju u kontaktu sa zrakom te je tada podložno zapaljenju.



Slika 11. Naljepnica za označavanje zapaljive tvari kad se ovlaže¹¹

Tu spadaju tvari koje u interakciji s vodom postaju podložne spontanom zapaljenju ili ispuštanju zapaljivih plinova.

Posebno se u slučaju ovih tvari potrebno pridržavati propisa koji zahtijevaju da nikako tvari s ovom oznakom nisu u blizini vatre, izvora iskrenja ili u prostoru s visokom razinom vlage.

¹¹ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-4.html>

2.5 Oksidi i organski peroksidi

Ovisno o koncentraciji i količini ovih tvari one predstavljaju opasnost. Većina oksida je nestabilna pri niskim temperaturama.

Okside definiramo prema pravilniku o opasnim tvarima kao tvari koje mogu uzrokovati ili doprinijeti zapaljenju općenito tako da dodaju kisik kao rezultat redoks kemijske reakcije.



Slika 12. Naljepnica za označavanje oksida¹²

To je kemijska reakcija kada se neka tvar ili molekula reducira i druga oksidira čiji proces je oksidacija.

Organski peroksidi su termalno nestabilni i mogu otpuštati toplinu dok prolaze kroz egzotermička katalitička raspadanja.

Također skloni su brzom gorenju, osjetljivosti na udarce ili trenje te opasne reakcije s drugim tvarima i prouzročiti oštećenja očiju.

Od organskih peroksida posebno je potrebno paziti metil-hidroperoksida (CH_3COOH) ili etil-hidroperoksida (C_2H_5OOH), koji su vrlo osjetljivi eksplozivi.

¹² <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-5.html>



Slika 13. Naljepnica za označavanje organskih peroksida¹³

2.6 Toksične i zarazne tvari

Ove tvari predstavljaju opasnost radi mogućnosti brzog širenja te mogućnosti da utječu na veliki broj ljudi.

Toksične tvari mogu biti u različitim agregatnim stanjima te mogu dovesti do kroničnih oboljenja ako dođu u kontakt s kožom, pitkom vodom ili udisanjem.

Infektivne ili zarazne tvari mogu biti uzorci tkiva, organi i sl. koji se najčešće koriste u medicini. Takve tvari mogu dovesti do zaraze veoma brzo te zaraziti veliki broj ljudi.

Najčešća pretpostavka kod prijevoza infektivnih tvari je da prenose patogene kao što su mikroorganizmi, bakterije, virusi, paraziti, gljive ili druge reagense koji uzrokuju bolesti kod ljudi ili životinja.



¹³ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-5.html>

Slika 14. Naljepnica za označavanje toksičnih tvari¹⁴



Slika 15. Naljepnica za označavanje infektivnih tvari¹⁵

Najčešće prevožene toksične i infektivne tvari su: medicinski i biomedicinski otpad, klinički otpad, biološke kulture, medicinske kulture, tvari za pripremu suzavca, bojila, karbamatski pesticid, alkaloidi, alili, kiseline, arsenati, cijanidi, kloroform i drugi.

2.7 Radioaktivni materijal

Radioaktivan materijal je opasan za rukovanje i skladištenje te zahtjeva posebne uvjete transporta i posebne spremnike.

Poznato je da je radijacija kriva za veliki broj najtežih oboljenja od karcinoma. Materijal koji se prevozi se razlikuje u količini zračenja koji emitira koji je mjereno u mikrosievertima.

Radioaktivne tvari dijelimo u tri zasebne kategorije u kojima se pobliže opisuju karakteristike zračenja pojedinih opasnih tvari a to su:

- Kategorija I – White (bijela)
- Kategorija II – Yellow (žuta)
- Kategorija III – Yellow (žuta)

^{14, 12} <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-6.html>



Slika 16. Naljepnica za označavanje radioaktivnih tvari klase I¹⁶



Slika 17. Naljepnica za označavanje radioaktivnih tvari klase II¹⁷



Slika 18. Naljepnica za označavanje radioaktivnih tvari klase III¹⁸

¹⁶ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-7.html>

¹⁷ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-7.html>

¹⁸ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-7.html>



Slika 19. Naljepnica za označavanje kritične razine sigurnosti kod radioaktivnih tvari¹⁹

Zadnja oznaka daje oznaku visoke opasnosti, tj visoke razine zračenja kod koje je potrebno dodatno mjerenje razine radioaktivnosti na površini pakiranja.

2.8 Korozivne tvari

Među korozivne tvari ubrajamo kiseline, lužine i ostale korozivne tvari. S aspekta sigurnosti i prijevoza potrebno ih je držati u posebnim spremnicima koje one ne otapaju ovisno o tipu.

Iz sigurnosnih razloga je potrebno paziti da budu potpuno zapečaćene te da nema mogućnosti izlivanja tijekom transporta u/iz zrakoplova iz razloga što mogu dovesti do oštećenja dijelova zrakoplova i narušiti sigurnost.

Također predstavljaju opasnost po ljudski život pošto nagrizaju kožu.

¹⁹ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-7.html>



Slika 20. Naljepnica za označavanje korozivnih tvari²⁰

Korozivne tvari imaju svojstva da nagrizaju materijale tako da je potrebno provesti određene zaštitne mjere u smjeru smanjenja utjecaja tih kemikalija na pakiranja.²¹

2.9 Ostale opasne tvari i stvari uključujući i opasne supstance

Razne opasne tvari su tvari i predmeti koji se prevoze a za vrijeme prijevoza predstavljaju opasnost te nisu pokriveni ostalim klasama opasnih tvari.

Obuhvaća ekološki opasne tvari, tvari koje se prevoze na povišenim temperaturama, razne tvari, genetski modificirani organizmi i mikroorganizmi, magnetizirajući materijali i ostale tvari regulirane u prijevozu zračnim prometom.

Te tvari predstavljaju potencijalnu opasnost na ljudski zdravlje i sigurnost te infrastrukturi i sredstva prijevoza.

Među takve tvari ubrajamo suhi led, krute karbon dioksidi, polimere, opremu i prijevozna sredstva na baterije, motore s unutarnjim izgaranjem, magnetizirane materijale i slično. U ovu klasu ubrajamo i litijske baterije koje se prevoze u zrakoplovima, tu spadaju i baterija za pogon kolica i ostalih prijevoznih sredstava pa sve do komercijalnih litijskih baterija.

²⁰ <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-8.html>

²¹ S. Debeljak Rukavina, *Uvjeti i način prijevoza opasne robe zrakom*



Slika 21. Najlepnica za označavanje ostalih opasnih stvari²²

²² <https://www.alexbreuer.de/en/marking-and-labelling/dangerous-goods-class-9.html>

3. Tehničke karakteristike ambalaža i kontejnera

Da bi prijevoz opasne robe bio siguran ambalaže i kontejneri u kojima se prevoze moraju biti u skladu s karakteristikama opasne robe.

Svaki tip opasne robe ima svoje uvjete u kojima se prevoze dok spremnici moraju biti u stanju izdržati sami proces transporta te zadržati tvar unutra.

Propisano je da pakiranja za prijevoz opasnih tvari moraju biti kvalitetno i robusno izrađena tako da prilikom transporta u normalnim uvjetima, promjenama temperatura ili vlažnosti spriječe istjecanje opasnog materijala van pakiranja.

Ako je pakiranje ili sami spremnik oštećen, roba se ne prihvaća na prijevoz jer kao takva predstavlja prijetnju sigurnosti te ljudskom životu.

Pakiranja se posebno proizvode za pojedine tipove opasne robe te im je namjena zadržati sav opasan materijal unutra, dizajnirana su da mogu podnijeti naprezanja i normalne uvjete transporta.

Također pakiranja se ne smiju koristiti ponovno bez odobrenja nadležnog stručnjaka za prijevoz opasne robe zrakom.

U skladu s tehničkim sredstvima transporta potrebno je i jednoznačno označiti tip opasne tvari koji se prevozi, to se najčešće izvodi naljepnicama za pojedine kategorije.

Također neke tvari se posebno označuju da nisu podobne za transport u zrakoplovu u kojemu se prevoze i putnici, zato što predstavljaju neposrednu opasnost za putnike u zrakoplovu.

3.1 Tehničke karakteristike ambalaže

Ovisno o tipu opasne robe potrebno je koristiti ambalažu koja odgovara određenom tipu opasne tvari.

Kod eksploziva, a ovisno o tipu eksploziva pakiranja moraju udovoljiti određenom tipu. Kod eksploziva koji reagiraju na mikroklimatske promjene unutar pakiranja potrebno je zaštititi, tako da ne dođe do promjene unutar pakiranja bilo hermetičkim zatvaranjem poklopcem ili termoizolacijom pakiranja.

Kod ostalih vrsta koje ne reagiraju na taj način potrebno je osigurati pošiljku na standardan način, da se ograniči pristup i eventualno zaštititi od mehaničkih oštećenja.

Kod prijevoza plinova potrebno je zaštititi pakiranje od temperaturnih promjena pošto su plinovi u većini reagiraju na te promjene. Također potrebno je poštovati temperaturni režim skladištenja tih tvari ovisno o tipu plina.

Kod toksičnih plinova sam spremnik mora biti hermetički zatvoren da spriječi istjecanje sadržaja u okolicu.

Kod zapaljivih tekućina vrijedi slično pravilo kao i kod plinova ali se u većoj mjeri moraju držati podalje od bilo kakvih izvora iskrenja, otvorenog plamena ili žara.

Za razliku od plinovitih tvari potrebno je imati i ventil koji služi za smanjenje pritiska uslijed isparavanja para pošto su zapaljive tekućine u većini lakohlapljive tvari te je taj sadržaj izrazito zapaljiv.

Zapaljive krutine i tvari koje su sklone samozapaljenju te tvari koje u kontaktu s vodom ispuštaju zapaljivi plin moraju se također upakirati tako da onemogući zapaljenje tvari.

Unutarnja pakiranja moraju biti upakirana na način koji osigurava ili ublažava opasnosti od loma ili istjecanja opasne tvari i kontrolira njihovo kretanje unutar samog pakiranja. Ublažavajući ili upijajući materijal ne smije reagirati s opasnom tvari.

Također paketi moraju biti u mogućnosti izdržati slaganje jedan na drugi te da pri tome nije moguće da dođe do oštećenja paketa i ispuštanja sadržaja van njega.

Posebno se definiraju, za određene vrste opasne robe uvjeti za vanjska pakiranja koja moraju zadovoljavati sve norme da mogu biti korištena u prijevozu.

3.1.1 Tehničke karakteristike vanjskih pakiranja

Čelične bačve se dijele na dvije vrste: sa izmjenjivom glavom i zapečaćenom glavom bačve.

Sama konstrukcija bačve i materijal ovise o namjeni i materijalu koji će se prevoziti unutar bačve.

Izrađuju se od čeličnih ploča određene debljine ovisno o namjeni. Ojačanja na bačvi moraju biti mehanički zakovani ili zavareni, mogu se također primijeniti odvojeni prsteni za ojačanje konstrukcije.

Kod bačvi kapaciteta većeg od 60 litara općenito su potrebna dva proširiva valjkasta obruča ili dva odvojiva valjkasta obruča ali je u tom slučaju moraju biti ugrađena čvrsto na tijelo bačve i osigurana od pomicanja, ne smiju biti zavareni za tijelo.

Otvori za punjenje i pražnjenje bačve kao i ventili za otpuštanje pritiska, također otvor u promjeru ne smije premašiti 7 cm.

Prirubnica za zatvorenje moraju biti mehanički spojene na bačvu ili zavarene na način da onemogućavaju pomicanje i otvaranje bačve.

Brtve i drugi uređaji za zatvaranje izmjenjivih i neizmjenjivih otvora bačvi moraju biti konstruirani i postavljeni tako da ostanu osigurani te da sama bačva ostane zapečaćena bez mogućnosti istjecanja sadržaja van.

Ako sami materijal izrade nije pogodan za transport određene vrste robe moguće je postavljanje unutarnjeg zaštitnog sloja ili drugih sredstava te navedena sredstva moraju biti u mogućnosti zadržati svojstva prilikom normalnih uvjeta transporta.

Aluminijske bačve također dijelimo na one s izmjenjivom glavom i fiksnom glavom. Maksimalni kapacitet bačve je 450 l dok je maksimalna masa 400 kg²³.

Kod aluminijskih bačvi je uvjet da moraju biti konstruirane od 99% -nog aluminija te moraju biti odgovarajuće debljine i odgovarajućeg tipa ovisno o kapacitetu bačve.

Kao i kod čeličnih bačvi svi spojevi moraju biti zavareni, spojevi obruča ako ih ima moraju biti ojačani primjenom prstenova za ojačanje.

Kod bačvi kapaciteta većeg od 60 litara primjenjuje se isto pravilo kao i kod čeličnih bačvi, kao i uvjeti za otvore za punjenje, pražnjenje sadržaja ako i oni koji služe za ispuštanje nakupine plina.

Primjenjuje se ista vrijednost maksimalnog kapaciteta i mase.

Bačve od metala osim aluminija ili čelika mora ju biti također adekvatne debljine u relaciji s kapacitetom bačve i namjenom korištenja.

Svi spojevi na bačvama od takvih materijala moraju biti spojeni na bilo koji način bilo varenjem, lemljenjem ili nekom drugom tehnikom u skladu s materijalom koji se koristi.

Također otvori za punjenje i pražnjenje te za ispuštanje pritiska ili glave nezamjenjivih glava bačvi izrađuju se tako da promjer ne premaši 7 cm.²⁴

Bačve s velikim otvorima se smatraju bačvama sa izmjenjivom glavom.

Poklopci na tijelima i glavama bačvi moraju biti dizajnirani tako da ostanu zatvoreni te da nema istjecanja u normalnim uvjetima prijevoza.

Čelični ili aluminijski kanistri se dijele također na one s izmjenjivom glavom i oni s fiksnom glavom

²³ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

²⁴ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Tijelo i glava moraju biti konstruirane od čeličnih ili aluminijskih listova te aluminij mora zadovoljavati uvjet čistoće od barem 99% čistog aluminija.

Materijal mora biti od odgovarajućeg tipa i adekvatne debljine prema kapacitetu kanistera i njegove namjene.

Spojevi čeličnih kanistera moraju biti mehanički spojeni ili zavareni.

Tijelo čeličnih kanistera koji mogu sadržati više od 40 l tekućine moraju se variti, dok kod istih koji mogu sadržavati manje od 40 l moraju biti mehanički spojeni ili zavareni.

Za aluminijske kanistere svi spojevi moraju biti zavareni, prstenasti spojevi ako ništa moraju biti ojačani korištenjem odvojivih prstenova za ojačanje.

Otvori kanistera ne bi smjeli premašiti 7 cm u promjeru. Kanisteri s većim otvorima se smatraju tipom s izmjenjivim glavama.

Poklopci moraju biti dizajnirani na način da ostanu osigurani u transportu i bez curenja u normalnim uvjetima prijevoza.

Ventili i ostali elementi za zatvaranje moraju se koristiti uz zatvarače osim ako sami po sebi ne omogućavaju prijevoz bez curenja.

Maksimalni kapacitet kanistera je 60 L, dok je maksimalna neto masa 120 kg.

Bačve od šperploče se također pojavljuju u upotrebi i imaju posebne uvjete za drvo koje se koristi.

Drvo koje se koristi za izradu mora biti tretirano, sušeno i bez defekata da bi se moglo koristiti u svrhu prijevoza bez da umanjuje efektivnost bačve kao transportnog sredstva, ako se koriste drugi materijali za izradu glave onda on mora kvalitetom biti jednak šperploči.

Barem dvije šperploče moraju biti korištene za izradu tijela i barem tri dijela šperploče za glavu, moraju biti čvrsto zalijepljene vodootpornim ljepilom.

Da se spriječi pomicanje sadržaja poklopci moraju biti postavljeni s kraft paper ili nekim drugim ekvivalentnim materijalom koji mora biti stegnut i biti van opsega.

Maksimalni kapacitet je 250 l, dok je maksimalna neto masa 400 kg.²⁵

Bačve od vlakana se moraju sastojati od većeg broja ploča od teškog papira ili vlaknenih ploča koje se čvrsto lijepe ili spajaju skupa i mogu uključivati jedan ili više zaštitnih slojeva bitumena, tvrdog papira, metalnih folija, plastičnih materijala i slično.

²⁵ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Glava bačve mora biti od prirodnog drveta, vlaknastih ploča, metala, šperploče i drugih prikladnih materijala također sa zaštitnim slojevima.

Cijelo pakiranje mora biti dovoljno otporno na vodu te se ne smije raspasti pod normalnim uvjetima transporta. Maksimalni kapacitet je 450 l dok je maksimalna neto masa 400 kg.

Plastične bačve i kanisteri moraju biti izrađeni od pogodnih plastičnih materijala i adekvatno čvrsti u odnosu na kapacitet i namjenu. Ako se koristi reciklirana plastika tada je potrebno da se isti materijal koristi za izradu bačve ili ostatci iz iste proizvodnje, također uvjet je da moraju biti adekvatno otporne na starenje i raspadanje pruzročeno bilo zbog tvari unutar ili zbog ultraljubičastog zračenja.

Bilo kakve promjene pakiranja se nesmiju dogoditi za vrijeme transporta u normalnim uvjetima.

Ukoliko je potrebno dodaje se zaštita od ultraljubičastog zračenja dodavanjem crnog karbonskog pigmenta ili inhibitora. Ti aditivi moraju biti kompatibilni sa sadržajem i biti efektivni kroz cijeli vijek korištenja pakiranja.

Debljina zidova pakiranja mora biti zadovoljavajuća te ispunjavati uvjete da ne dolazi do naprezanja materijala tijekom transporta, gledano na narav i količinu prevezenih tvari.

Kao i kod ostalih tipova otvori ne smiju premašiti 7 cm, ako se premaši veličina, tada se smatra da imaju izmjenjivu glavu. Zatvarači za otvore u tijelu ili glavi moraju biti dizajnirani tako da ostanu zatvoreni i nepropusni. Brtve i ostali elementi se koriste ako zatvarači nisu nepropusni.

Maksimalni kapacitet bačvi je 450 l dok je kapacitet kanistera 60 l.²⁶

Maksimalna neto masa bačvi je 400 kg dok kod kanistera 120 kg.²⁷

Kutije od prirodnog drveta dijelimo na obične i one otporne na prosijavanje.

Drvo koje se koristi mora biti sušeno i bez nepravilnosti da ne dođe do slabljenja strukture kutije. Jačina materijala i konstrukcija moraju odgovarati kapacitetu i namjeni kutije. Gornji i donji dijelovi moraju biti vodootporni i mogu biti izrađeni od drugih tvrdih tipova drva.

Učvršćivanje mora biti otporno na vibracije u normalnim uvjetima prijevoza, zatvaranje čavlima se mora izbjegavati kada je to primjenjivo. To se izvodi stisnutim čavlima ili prstenastim u slučajevima velikog naprezanja na spojevima.

²⁶ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

²⁷ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Upute za spajanje dijelova kutije lijepljenjem su: Lindermannov spoj, spajanje principom jezika i utora, spajanje tako da ploče podilaze jedna pod drugu ili oluk gdje se upotrebom valovitih metalnih učvršćivača koristi za zatezanje na svakom spoju.

Rekonstruirane drvene kutije imaju iste zahtjeve kao i standardne drvene kutije.

Maksimalna neto masa za rekonstruirane drvene kutije i standardne je 400 kg.

Kutije od šperploče se rade na sličan način kao i bačve, drvo koje se koristi za izradu mora biti sušeno. Materijal mora biti prikladan kapacitetu i namjeni kutije.

Stranice moraju biti lijepljene vodootpornim ljepilom, mogu biti korišteni i drugi materijali koji nisu od drveta. Također kutije moraju biti čvrsto zakovane ili vijcima pričvršćene na kutovima ili nekim drugim prikladnim načinom.

Maksimalna neto masa je 400 kg.

Kutije od vlaknastih ploča moraju biti izrađene od ploča koje su čvrste i dobre kvalitete ili dvostranih valovitih ploča dvostrukog ili jednostrukog zida tako da odgovaraju kapacitetu i namjeni kutije.

Vodootpornost vanjskih površina mora biti takva da povećanje mase koje se utvrđuje testom od 30 minuta Cobb-ovom metodom utvrđivanja upijanja vode nije veće od 155 g/m² prema ISO 535:1991 standardima.²⁸

Takva kutija mora imati dobra svojstva savijanja, ne smiju se upotrijebiti ploče koje su popucale usred rezanja pošto mogu uzrokovati pucanja materijala.

Spojevi moraju biti zalijepljeni, preklopljeni i ponovno zalijepljeni ili spojeni metalnim spojnicama. Vodootporni sloj se mora nanijeti gdje je korišteno lijepljenje ili preklapanje stranica.

Maksimalna neto masa je 400 kg.

Proširive ili krute plastične kutije mogu se koristiti u prijevozu ukoliko su adekvatno čvrste u relaciji s kapacitetom i namjenom korištenja. Moraju također biti adekvatno otporne na starenje i degradaciju materijala zbog tvari koje se prevoze ili ultraljubičastog zračenja.

Proširive plastične kutije se moraju sastojati od dva dijela oblikovanog plastičnog materijala dok se donja sekcija ima šupljine za unutarnja pakiranja i gornji dio koji pokriva i spaja se s donjim dijelom. Prilikom spajanja moraju u potpunosti odgovarati unutarnjem pakiranju tako da onemogućuje kretanje predmeta, izuzev čepova unutarnjeg pakiranja koji ne smije biti u kontaktu s gornjim dijelom.

²⁸ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

U prijevozu takve kutije moraju biti zatvorene ljepljivom trakom koja ima dobra svojstva čvrstoće na vlak, također traka mora biti odgovarajuću vodootpornost te biti kompatibilna sa plastičnim materijalom kutije.

Kod krutih plastičnih kutija primjenjuje se isto pravilo zaštite od ultraljubičastog zračenja kao i kod plastičnih bačvi. Takve kutije moraju imati odgovarajuće uređaje za zatvaranje od odgovarajućeg materijala i jačine da spriječe slučajno otvaranje kutije.

Maksimalna neto masa za proširive kutije je 60 kg dok je za krute 400 kg.²⁹

Čelične ili aluminijske kutije moraju biti konstruirane od čvrstog materijal u ovisnosti o kapacitetu i namjeni kutije.

Kutije moraju biti obrubljenje vlaknastim pločama ili komadima filca u pakiranju ili mora imati unutarnji obrub ili sloj prikladnog materijala

Ako je korištena zavarena metalna košuljica potrebno je uzeti u obzir da je

Maksimalna neto masa je 400 kg.³⁰

3.1.2 Tehničke karakteristike unutarnjih pakiranja

Masa unutarnjeg pakiranja ne smije premašiti jednu polovinu ukupne mase unutarnjeg pakiranja korištene u testu padanja pakiranja.

Unutarnja pakiranja su ona koja služe kao prvo sredstvo u koje se stavlja neka određena tvar ovisno o fizičkim karakteristikama tvari (tekućina, krutina ili plinovita tvar).

Kao takvo unutarnje pakiranje se ne prihvaća na prijevoz ako nema vanjsko pakiranje, iz sigurnosnih razloga.

Primjer unutarnjeg pakiranja je plastična boca koja služi za prijevoz neke tekućine, takva boca od npr. 0.5 l nije moguće zasebno prevoziti nego je potrebno prevoziti u kutijama bilo plastičnim, drvenim i dr. te u većim količinama.

Posebne vrste opasnih tvari imaju posebna unutarnja pakiranja poput infektivnih tvari kod kojih koristimo posebne zapečaćene bočice koje se pakiraju u kutije.

Tekstilne vrećice moraju biti određene kvalitete i sama tkanina mora koja se koristi u izradi mora biti određene čvrstoće ovisno o kapacitetu i namjeni upotrebe. Dijelimo ih na nepoderive i vodootporne.

²⁹ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

³⁰ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Nepropusne vrećice moraju biti uz odgovarajući tekstil napravljene od papira koji se koristi za unutarnji dio koji je spojen na površinu vrećice upotrebom bitumena ili ljepila.

Također mogu se koristiti plastične file te jedan ili više unutarnjih obruba od papirnato ili plastičnog materijala

Vodootporne vrećice moraju spriječiti ulazak vlage i vode, to se postiže korištenjem odvojenih unutarnjih slojeva od mehanički čvrstog papira proizvedenog od sulfatne celulozne kaše s ili bez dodatnog plastičnog sloja i plastičnog sloja slijepljenog na unutarnju površinu vrećice.

Maksimalna neto masa ovih vrećica je 50 kg.³¹

Tkane plastične vrećice dijelimo u tri skupine: bez unutarnjeg sloja, nepropusne i vodootporne. Moraju biti izrađene od rastegnutih traka ili monofilamenata odgovarajućeg plastičnog materijala koji mora odgovarati kapacitetu i namjeni vrećice.

Ako je vrećica tkana ravno tada je potrebno dodatno šivanje radi osiguranja donje i gornje strane. Ukoliko je tkanje rupičasto, potrebno je dodatno šivanje i tkanje radi zatvaranja vrećice.

Nepropusne vrećice se dodatno rade nepropusnima korištenjem istih materijala kao i kod tekstilnih vrećica, isto tako i vodootporne vrećica za dodatni vodootporni sloj.

Maksimalna neto masa je 50 kg.

Vrećice od plastične folije moraju biti napravljene od plastičnih materijala koji odgovaraju namjeni i kapacitetu. Spojevi i dijelovi za zatvaranje moraju biti takvi da izdrže pritisak i udarce koji su mogući u normalnim uvjetima transporta.

Maksimalna neto masa je 50 kg.

Papirnatu vrećice dijelimo na one s višeslojnim stranicama i višeslojne vodootporne.

Moraju biti izrađene od mehanički čvrstog papira proizvedenog od sulfatne celulozne kaše ili ekvivalentnog papira od najmanje tri sloja: srednjeg sloja od mrežaste tkanine i ljepila za spajanje na vanjski sloj papira. Sama konstrukcija vrećice mora biti bez rupa i biti nepropusna.

Za sprječavanje ulaska vlage vrećice od četiri ili više slojeva se rade nepropusnima upotrebom vodootpornog sloja dva vanjska sloja ili vodootpornom barijerom od odgovarajućeg materijala između dva vanjska sloja.

³¹ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Vrećice od tri sloja se rade vodootpornima korištenje vodootpornog sloja kao vanjskog sloja. Ako je skladištenje u uvjetima koji su morki i vlažni potrebno je vrećice dodatno zaštititi upotrebno vodootpornih plastičnih slojeva ili dodatnih unutarnjih slojeva. Spojevi i dijelovi za zatvaranje moraju biti vodootporni.

Maksimalna neto masa je 50 kg.³²

3.2 Tehničke karakteristike kontejnera

Pod kontejnere podrazumjevamo standardna manipulativna sredstva koja se koriste za unificiranje tereta.

U slučajevima kada imamo posebne uvjete transporta mogu se koristiti i kontejneri specijalizirani za prijevoz određene vrste opasne robe.

Korite se posebni IBC (intermediate bulk containers) kontejneri u prijevozu opasnih tvari, takvi kontejner se izvode s različitim materijalima kao što su drvo, meta, plastika ili hibridne izvedbe (kombinacija plastike i metala). Ovakav tip kontejnera koristi se u prijevozu tekućih opasnih tvari pošto nije klasične izvedbe već ima unutarnji balon koji se puni tekućinama.³³

Pogodan je za prijevoz opasnih tvari koje su u tekućem stanju, sami balon je zaštićen plaštom od krutih materijala te dolazi u izvedbama od 600, 800 i 1000 l.

Kod tvari poput infektivnih ili otrovnih tvari moguća je upotreba kontejnera radi sigurnijeg prijevoza tvari, tj. da se smanji mogućnost oštećenja samog pakiranja opasne tvari. Toksične tvari u tekućem stanju se mogu prevoziti u IBC kontejnerima.

Radioaktivne tvari se također mogu prevoziti u specijaliziranim kontejnerima koji odgovaraju prijevozu radioaktivnih tvari. Takvi kontejneri štite okolinu od štetnog ionizirajućeg zračenja koje ovaj tip opasne robe otpušta.

³² International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

³³ International Air Transport Association, *Dangerous Goods Regulation*; IATA, Montreal, 2012.



Slika 22. Primjer IBC kontejnera za korozivne tvari³⁴

Ovakvi IBC kontejneri prikazani na slici 22 mogu biti i za ostale opasne tvari samo s manjim preinakama od ventilacije do hermetički zatvaranih i izoliranih kontejnera

To se postiže ili korištenjem standardiziranih kontejnera ili ULD-a s tvrdom školjkom koji mehanički mogu zaštititi pakiranje.

Jedina posebna vrsta kontejnera se odnosi na radioaktivne tvari koje pripadaju u klasu III te imaju najveći indeks radijacije.

³⁴ <http://bonzait.com/approval/hazstoraustralia/product/efs1ibc-storage-unit/>

4. Međunarodna regulativa i propisi za prijevoz opasne robe

Regulativa i propisi u prijevozu opasnih tvari se definiraju za cijelo putovanje opasne robe od pošiljatelja do primatelja a odnose se na sve oblike prijevoza opasne tvari.

Svaka ugovorna strana u prijevozu mora prema zakonu osigurati opasnu tvar te imati stručno osposobljeno osoblje za prijevoz te tvari, to uključuje vozače, transportne radnike ali i drugo osoblje.

U Republici Hrvatskoj prema zakonu o prijevozu opasnih tvari potrebno je za svaku djelatnost prijevoza imati barem jednog nadležnog savjetnika za prijevoz opasnih tvari koji je stručno osposobljen za to radno mjesto.

Pakiranja dijelimo u tri grupe: grupa 1. visoke opasnosti, grupa 2. srednje opasnosti i grupa 3. niske opasnosti.

Upute za pakiranje daju maksimalnu moguću količinu po unutarnjem pakiranju. Pošiljatelj je odgovoran za sve aspekte pakiranja opasne robe operator teretnog prijevoza je dužan osigurati da je pošiljatelj upotrijebio odgovarajuće pakiranje i upute pakiranja te da je upoznat sa zahtjevima pakiranja.

Imamo tri tipa pakiranja koja se koriste u prijevozu opasne robe: UN specificirano pakiranje, pakiranje ograničene količine i ostala pakiranja.

Većina pakiranja se odvija prema UN pravilima a njih dijelimo na:

- Kombinirana pakiranja – jedno ili više unutarnjih pakiranja sadržana u jednom vanjskom pakiranju, unutar pakiranje može sadržati dodatni apsorbirajući materijal
- Pojedinačna pakiranja – predmet prijevoza ili tvari su u pakirana u jedan paket³⁵

Prema međunarodnoj regulativi pakiranja su na najvišem mjestu prioriteta te se razvrstavaju po uvjetima na unutarnja i vanjska pakiranja prema ICAO-u.

Kod slanja opasnih tvari koriste se IMP (Interline Message Procedure) radi obavještanja o prijevozu opasne tvari.

Dijelovi pakiranja koji su u direktnom kontaktu s opasnom tvari ne smiju biti pod utjecajem ili značajno oslabljeni u doticaju s opasnom tvari i ne smiju stvarati opasne efekte s opasnom tvari, npr. katalitičku reakciju u kontaktu sa opasnom tvari.

³⁵ International Air Transport Association, *Dangerous Goods Regulation*; IATA, Montreal, 2012.

4.1 Zahtjevi za vanjska pakiranja

Za vanjska pakiranja propisani su posebni uvjeti koji ovise o vrsti i tipu opasnih tvari koje se prevoze unutar njih.

Moraju biti u mogućnosti izdržati sve napore materijala u uvjetima normalnog transporta i osigurati teret i spriječiti istjecanje sadržaja u okolinu.

Moguće je dodatno osiguravanje vanjskog pakiranja u ovisnosti o tipu opasne robe koji se prevozi. Svako unutarnje pakiranje mora proći niz testova kojima se utvrđuje njihova sposobnost za korištenje u prijevozu.

Niz testova koji vanjska pakiranja moraju proći da bi mogla biti korištena u prijevozu su sljedeći. Test čvrstoće se izvodi bacanjem vanjskog pakiranja na tvrdu ravnu podlogu, ovisno o osnovno obliku razlikujemo testiranja za kutije i bačve.

Za kutije test čvrstoće se izvodi bacanjem na sljedeći način: ³⁶

- Ravno na osnovni okvir
- Ravno na gornji dio
- Ravno na najdulju stranicu
- Ravno na najkraću stranicu
- Na kut kutije

Kod bačvi, test čvrstoće se izvodi na sljedeći način: ³⁷

- Bacanjem dijagonalno na glavni prsten tako da je centar gravitacije iznad točke udara
- Dijagonalno na bazni prsten
- Ravno na stranicu

Zadnji test koji se izvodi je pritisak na gornji dio pakiranja kroz period od 24 sata, pritisak mora biti ekvivalentan ukupnoj masi identičnih pakiranja sleganim na visinu od 3 metra što uključuje i pakiranje koje se testira.

Odabir pakiranja se radi prema vrsti i tipu opasne tvari, kao što je propisano prema ICAO-u za određene kemijske spojeve opasnih tvari.

Neke određene vrste opasnih tvari, npr korozivne kemikalije burno reagiraju s metalima ili nekim drugim tvarima, praćenjem propisa izbjegavaju se opasne i burne termijske i kemijske reakcije opasne tvari s pakiranjem što može biti posebno opasno.

^{36 6} International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

4.2 Zahtjevi za unutarnja pakiranja

Unutarnja pakiranja definiramo kao pakiranja koja ne mogu samostalno biti primljena na prijevoz nego je potrebno koristiti i vanjska pakiranja radi zaštite. Takva pakiranja imaju takav zahtjev radi svojih karakteristika.

Primjer unutarnjeg pakiranja je staklena ili plastična boca koja se koristi u prijevozu te kao takva ne može biti primljena bez vanjskog pakiranja na prijevoz radi mogućnosti oštećenja i istjecanja sadržaja u normalnim uvjetima prijevoza.

Unutarnja pakiranja poput vrećica moraju zadovoljavati tehničke karakteristike za vanjska pakiranja, biti nepropusna i vodootporna kada takav zahtjev mora biti ispunjen kod pojedinih opasnih tvari.

Spremnici za plinove imaju maksimalni kapacitet 5 litara. Ako se prijevoz vrši u staklenim tijelima potrebno je zaštititi materijalom za apsorpiranje udaraca pakiranja u prijevozu.

Kod unutarnjih pakiranja punjenje ne smije premašiti više od 98% kapaciteta spremnika. Nadalje mora se poštivati da pritisak u spremnicima nesmije prelaziti 1500 kPa za metalne aerosole i nepunjive plinske članke kao i temperatura od 55 °C.

Kod plastičnih aerosola spremnici nesmiju biti veći od 120 ml osim u slučaju nezapaljivih i netoksičnih plinova koji nebi smjeli biti preko 500 ml.

Maksimalni pritisak ne bi smio biti veći od 970 kPa i temperatura ne veća od 55 °C, odnosno ne smije se ostvariti potpuno punjenje.

Vanjska pakiranja se koriste u svrhu zaštite unutarnjeg pakiranja od udaraca. Za vanjska pakiranja koriste se kutije od plastike, drveta, vlaknastih ploča ili metala poput aluminija i čelika. Za neke vrste mogu se koristiti bačve i kanisteri od različitih materijala.

Posebni uvjeti su propisani za tekuće plinove pod visokim tlakom, gdje se koristi sljedeća formula za proračun maksimalnog razmjera punjenja:

$$FR = 8.5 \times 10^{-4} \times d_g \times P_h$$

gdje su:

FR = maksimalni razmjer punjenja

P_h = minimalni testni pritisak

d_g = gustoća plina (pri 15 °C, 1 bar) (u g/l)³⁸

³⁸ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Ako je gustoća plina nepoznata, maksimalni razmjer punjenja utvrđujemo formulom:

$$FR = \frac{P_h \times MM \times 10^{-3}}{R \times 338}$$

gdje su:

FR = maksimalni razmjer punjenja

P_h = minimalni testni pritisak

MM = molekularna masa (g/mol)

$R = 8.31451 \times 10^{-2} \text{ [J} \times \text{K}^{-1} \times \text{mol}^{-1}\text{]}$ (plinska konstanta)³⁹

Za plinove pod niskim tlakom potrebno je proračunati također maksimalni razmjer punjenja prema formuli:

$$FR = (0.0032 \times BP - 0.24) \times d_1$$

gdje su:

FR = maksimalni razmjer punjenja

BP = točka vrenja [K]

d_1 = gustoća tekućine u točki vrenja [kg / l]⁴⁰

Navedene vrijednosti i formule u ovom poglavlju su definirane od strane ICAO-a te kao takve predstavljaju nužne proračune i mjere kojima se izbjegavaju eventualni događaji s opasnom tvari.

³⁹ https://bs.wikipedia.org/wiki/Univerzalna_plinska_konstanta

⁴⁰ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

5. Tehničke upute pri rukovanju opasnom robom

Pri rukovanju teretom radnici se moraju pridržavati osnovnih načela zaštite na radu što obuhvaća zaštitnu odjeću, način podizanja tereta i rukovanja teretom.

Kod opasne robe posebna pozornost je potrebna pri rukovanju radi same naravi tih stvari.

Isto kako je potrebno transportne radnike educirati u smjeru sigurnog rukovanja normalnim teretom, tako je potrebno i educirati osoblje o opasnim tvarima ukoliko rukuju njima.

Potrebno je osigurati tehnička i tehnološka sredstva koja su potrebna za manipulaciju opasnim teretom. Gledano s aspekta sigurnosti rukovanje opasnom robom mora biti što kraće i brže izvedeno na način koji ne ugrožava sigurnost.

Osnovne tehničke upute obuhvaćaju osnovna pravila rada sa teretom, način podizanja tereta, itd.

„Pri ručnom utovaru i istovaru, težina tereta ne smije biti veća od 25 kg, udaljenost na koju se teret prenosi ne smije biti duža od 60 m, a visina slaganja tereta viša od 1,5 m.“ – definirano u pravilniku i zakonu zaštite na radu RH.

Ako se tereti prenose na površinama pod nagibom do 25%, udaljenost na koju se teret prenosi ne smije biti duža od 50 m, a duljina samog nagiba ne smije biti duža od 25 m.⁴¹

Pri ručnom utovaru i istovaru tereta u valjkastoj ambalaži (bačve) moraju se za utovar i istovar tereta u transportna sredstva koristiti za valjanje tereta posebno izrađene naprave koje omogućavaju siguran istovar, isto tako moraju biti u mogućnosti čvrsto prijanjati na transportno sredstvo iz kojeg se vrši utovar ili istovar.

Ako se pod skladišta ne nalazi na istoj razini s podom transportnog sredstva, utovar i istovar tereta u valjkastoj ambalaži može se obavljati ručno samo ako teret nije teži od 200 kg i ako je osigurana odgovarajuća kosina.

Prenošenje jetkih i nagrizaćih tekućina smještenih u staklenoj ili sintetičkoj ambalaži težine preko 10 kg moraju obavljati dva radnika te prije ručnog prenošenja staklenih posuda s jetkim i nagrizaćim tekućinama smještenih u zaštitnoj ambalaži, mora se utvrditi ispravnost zaštitne ambalaže i njenih ručica. Zabranjeno je zakonom o zaštiti na radu, prenošenje na leđima ili u naručju posuda s jetkim ili nagrizaćim tekućinama.⁴²

⁴¹ <http://www.zakon.hr/z/246/Zakon-o-prijevozu-opasnih-tvari>

⁴² <http://www.zakon.hr/z/246/Zakon-o-prijevozu-opasnih-tvari>

Opasnost predstavlja rizik od ozljede ili čak smrt. Nikada se ne smiju dirati oštećena ili pakiranja koja su procurila koja sadrže ili se smatra da sadrže opasne tvari dok se ne ustanovi narav opasnosti koju predstavlja kao i ako je potrebno zaštitne mjere.

Prvotna reakcija, u slučaju događaja sa opasnom tvari je da je potrebno upozoriti sve osoblje u blizini, odmah je potrebno obavijestiti sljedeće subjekte:

- Operativni ured
- Teretni odjel
- Zapovjednika zrakoplova
- Station manager – a
- Nadležne inženjere
- Te relevantne vlasti

Dodatno ako se radi o događaju s radioaktivnom tvari osoblje mora držati razmak od najmanje 25 m od oštećenog pakiranja ili pakiranja koje je procurilo.

Ako postoji rizika za zdravlje potrebno je obavijestiti sve osoblje uključeno u utovar ili manipulaciju teretom da budu dostupni ukoliko bude bilo potrebe za medicinskim pregledom.

Potrebno je obavijestiti sva mjesta gdje je teret bio i odredišta da informacija o incidentu dođe do svih subjekata koji su sudjelovali na bilo koji način u prijevozu i to najbržim mogućim načinom (SITA telex, faksom, Email i slično).

Ako se uoči da se u ručnoj prtljazi, prtljazi, teretu ili poštanskim pošiljkama nalaze opasne tvari a nisu ranije deklarirane, tada se ne ukrcavaju takve pošiljke i prtljaga, te se odmah prijavljuje nadležnom ramp supervizoru ili voditelju operacija.

Ukoliko unutar iste pošiljke postoji veći broj paketa potrebno je provjeriti sve ostale pakete za bilo kakav defekt kao i kod oštećenog komada, ukoliko se kod utovara primijeti jedan oštećeni paket tada cijela pošiljka mora biti skinuta sa leta.

Ako je došlo do curenja, te dođe do kontaminacije ostalih pakiranja opasnom tvari, tada je potrebno ukloniti sve pakete koji su kontaminirani opasnom tvari, u tom slučaju potrebno je provesti dodatnu procjenu te indetificirati i spriječiti prijevoz kontaminiranih stvari.

5.1 Opće upute pri pakiranju i prijevozu opasnih tvari

Opasne tvari koje se prihvaćaju na prijevoz moraju biti pakirane u skladu sa zahtjevima kompatibilnosti i količine opasnih tvari koje su primljene na prijevoz.

Kod pakiranja poput plastike koje temperatura značajno oslabljuje i čini ih mekanima, labilnima ili propusnima na visokoj temperaturi ili zbog termičke reakcije opasne tvari sa sadržajem potrebno je osigurati hlađenje cijelog pakiranja. Posebna pažnja se mora obratiti na utjecaje plinova i flaura te na efekte korozije pri upotrebi metalnih pakiranja (čelik, aluminij).

Prilikom pakiranja tekućina potrebno je ostaviti dovoljno praznog mjesta radi ekspanzije tekućine uslijed povećanja temperature. To se posebno odnosi na prijevoz tekućina pri temperaturama od 55 °C. Pritisak koji pakiranja moraju izdržati ne smije biti manji od 95 kPa.

$$P = (V_{p50} \times 1.75)$$

gdje je:

P = zahtjevani pritisak u kPa, pritisak je minimalno 95 kPa ali manji od 100 kPa

V_{p50} = pritisak pare pri 50 °C.

Alternativno može se pritisak računati i na sljedeći način

$$P = (V_{p55} \times 1.5)$$

gdje su:

P = zahtjevani pritisak u kPa, pritisak je minimalno 65 kPa ali manji od 100 kPa

V_{p55} = pritisak pare pri 55 °C.

Količina opasnih tvari koje su u jednom vanjskom pakiranju moraju biti izračunata prema formuli:

$$Q = \frac{n_1}{M_1} + \frac{n_2}{M_2} + \frac{n_3}{M_3} + \dots$$

gdje su:

Q = količina opasnih tvari, nebi smio biti veći od vrijednosti 1

n = vrijednosti neto količine opasnih tvari

M = maksimalne neto količine pojedinih opasnih tvari, defenirano tablicom⁴³

Navedene formule su preuzete iz dokumenta u fusnoti 6.

Sav teret u zrakoplovu mora biti osiguran od pomicanja i promjene orijentacije tehničkim sredstvima. Tehnička sredstva uključuju vezivanje tereta užadima ili korištenjem sigurnosne mreže.

⁴³ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Mogu se dodatno koristiti ULD-i za teret ali pod iznimkom kod kojih opasne tvari moraju biti razdvojene.

Kod opasnih tvari kod kojih očekujemo međusobnu reakciju razdvajanje se vrši tako da između dva paketa opasne robe imamo paket općeg tereta.

5.2 Upute pri pakiranju eksploziva

Svi ventili i uređaji koji se koriste u prijevozu tekućih eksploziva moraju osigurati dvostruku zaštitu od istjecanja opasne tvari.

Pakiranja koja se koriste za eksplozive koji su osjetljivi ili reagiraju u kontaktu s vodom moraju biti vodootporni.

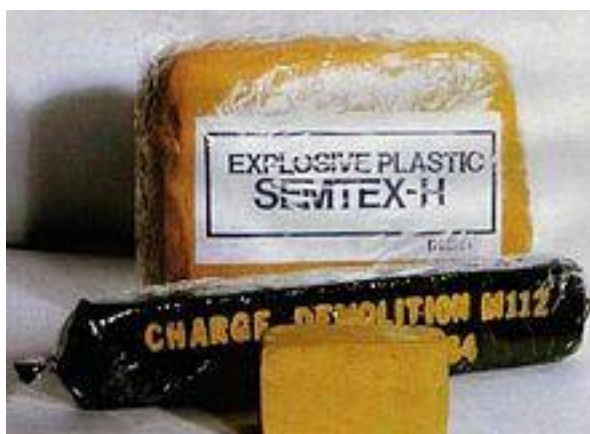
Kada pakiranja koriste dvostruki unutarnji sloj ispunjen vodom radi hlađenja, potrebno je koristiti umjerenu količinu tekućine protiv zaleđivanja, ali takvu da ne stvara opasnost od požara.

Kod kutija koje se zatvaraju čavlima, spojnica ili šarafima potrebno je da ne probiju kutiju do samog unutarnjeg pakiranja ukoliko unutarnje pakiranje nije adekvatno mehanički zaštićeno.

Plastična pakiranja moraju biti zaštićena od nakupljanja statičkog elektriciteta kako ne bi došlo do aktivacije eksploziva, također elektronske eksplozivne naprave moraju biti osigurane od električnog i magnetskog zračenja.

Eksplozivi ne smiju biti pakirani u pakiranja koja imaju razliku u tlaku između unutarnjeg i vanjskog pakiranja ili razliku u temperaturi.

Veliki i robusni eksplozivi namijenjeni za vojnu upotrebu mogu biti primljeni na prijevoz bez pakiranja ukoliko su bez upaljača ili drugih naprava koji služe za detonaciju, ukoliko testovi ukažu na neispravnosti u normalnim uvjetima prijevoza potrebno je na neka način ih usidriti i onemogućiti pomicanje prilikom transporta.



Slika 23. Primjer plastičnog eksploziva vojne namjene SEMTEX – H ⁴⁴

Tablica 1. Vrste materijala za izradu unutarnjih, srednjih i vanjskih pakiranja za eksplozive ⁴⁵

Unutarnja pakiranja	Srednje pakiranje	Vanjska pakiranja	
vreće	vreće	Kutije	bačve
<ul style="list-style-type: none"> - plastične - tekstilne - tkana plastika 	<ul style="list-style-type: none"> - plastične - tekstilne, obložene plastikom ili obrubljene 	<ul style="list-style-type: none"> - od vlaknastih ploča - prirodnog drveta - šperploče - tvrde plastike - čelične 	<ul style="list-style-type: none"> - aluminjske - od vlakana - šperploče - čelične

Za eksplozive kao što je vidljivo u tablici 1 , koristimo različite vrste materijala, posebno kod vanjskih pakiranja razlikujemo i tip pakiranja. Ovisno o namjeni i kapacitetu odabiremo tip pakiranja.

⁴⁴ <https://en.wikipedia.org/wiki/Semtex>

⁴⁵ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

5.3 Upute pri pakiranju plinova

Prije punjenja i slanja na prijevoz potrebno je utvrditi ispravnost svih ventila i otvora na pakiranjima koji se koriste u prijevozu plinovitih opasnih tvari ili kriogenih tekućina.

Pošiljatelj mora utvrditi da su u uređaji za zatvaranje zatvoreni te da nema curenja.

Ventili moraju biti zaštićeni pokrovnom kapom koja mora imati dovoljno otvora za ispuštanje plina ukoliko dođe do curenja u ventilu. Ventili moraju biti zaštićeni od udaraca ili drugih oštećenja koji se mogu dogoditi za vrijeme prijevoza.

Za plinovite tvari koriste se pakiranja koja koriste cilindre i ventile te kao takva su pakiranja bez velikih otvora. Unutarnja pakiranja se u većini ne koriste.

5.4 Upute pri pakiranju zapaljivih tekućina

Pri prijevozu zapaljivih tekućina pakiranja moraju na sebi imati jedinice sa aluminijskim ventilima pod pritiskom koji dodatno imaju zavaren unutrašnji prostor za nakupljanje sadržaja. Moraju biti u mogućnosti podnijeti minimalno 1275 kPa te maksimalno pritisak od 2755 kPa.

Tablica 2. Vrste materijala za izradu unutarnjih i vanjskih pakiranja ovisno o tipu pakiranja⁴⁶

Unutarnja pakiranja	Vanjska pakiranja		
<ul style="list-style-type: none"> - staklo - plastika - metal - staklene ampule 	kutije	bačve	kanisteri
	<ul style="list-style-type: none"> - aluminijske - vlaknaste ploče - šperploča - čvrsta plastika - čelik - drvene 	<ul style="list-style-type: none"> - aluminijske - vlaknaste - šperploče - čelične 	<ul style="list-style-type: none"> - aluminijski - čelični

5.5 Upute pri pakiranju zapaljivih krutina, samozapaljivih tvari i tvari koje u kontaktu sa vodom otpuštaju zapaljivi plin

Opasne tvari koje pripadaju u ovu kategoriju moraju se skladištiti i prevoziti na zrakoplov i u zrakoplovu sukladno općim pravilima pri pakiranju i prema zakonu o prijevozu opasnih tvari.

Dodatno tvari koje su sklone zapaljenju i otpuštanju zapaljivih plinova prilikom otpuštanja vlage imaju posebne vrste uređaja kojima se zapečaćuju pakiranja radi vodootpornosti i nemogućnosti ulaska vlage u samu pošiljku.

Koriste se kombinirana pakiranja a ne pojedinačna u slučaju prijevoza tvari kao što su šibice i ostalih spontano i samozapaljivih tvari.

Pakiranja koja se koriste za predmete poput šibica mogu biti kutije od čvrstog kartona ili drvenim kutijama. Takvi predmeti moraju biti osigurani od pomicanja i kretanja pri normalnim uvjetima prijevoza.

⁴⁶ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

Tablica 3. Materijal za izradu pakiranja za samozapaljive tvari i krutine⁴⁷

Unutarnja pakiranja	Vanjska pakiranja		
	kutije	Bačve	kanisteri
<ul style="list-style-type: none"> - staklo - plastika - metal - staklene ampule 	<ul style="list-style-type: none"> - aluminske - vlaknaste - šperploče - drvo - kruta plastika - čelik 	<ul style="list-style-type: none"> - aluminjske - vlaknaste - plastične - šperploče - čelične 	<ul style="list-style-type: none"> - aluminjski - plastični - čelični

Podaci u tablici 3. su preuzeti iz dokumenta 9284 ICAO-a te predstavljaju materijale koji se koriste za izradu unutarnjih i vanjskih pakiranja za prijevoz opasnih tvari.

5.6 Upute pri pakiranju oksida i organskih peroksida

Oksidi i organski peroksidi se pakiraju prema općim uputama pakiranja opasne robe. Ventiliranje pakiranja koji sadrže ovaj tip opasne robe nije dozvoljen.

U prijevozu i pakiranju se koriste različiti materijali ali specificirano prema UN pravilniku i tipu opasne robe.

Za neke vrste peroksida je definirano da upotreba aluminijske nije dozvoljena dok je za većinu pakiranja definirano da smiju biti do 1 l sadržaja u njima, a kod nekih i do 2.5 l.

Za vanjska pakiranja se koriste kutije, bačve i kanisteri ali s ograničenjima materijala koji se koriste.

Općenito za sve vreće je definiran uvjet kod kojih moraju biti zatvorene čvrsto i moraju biti dovoljno čvrsto upakirane.

Kod metalnih pakiranja, konkretno od čelika, potrebno je da bude otporan na koroziju ili zaštićen od korozije ali na način da zaštitni sloj nije reaktivan sa opasnom tvari.

Kod organskih generatora, tj kemikalija koje sadrže oksidirajuće supstance kao što su generatori kisika oni moraju proći dodatno test čvrstoće na padanje s visine od 1.8 m.

Pakiraju se u bačve izrađene od čelika, aluminijske, plastike ili šperploče, te u kanisterima od čelika ili plastike. Kutije mogu biti napravljene od bilo kojih materijala.

⁴⁷ International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.

5.7 Upute pri pakiranju toksičnih i infektivnih tvari

Ovakve tvari opisane u prethodnim poglavljima predstavljaju visoku opasnost. Kao takve moraju biti posebno zapakirane i osigurane od bilo kakvih mogućih izlijevanja.

Pakiranja za infektivne i toksične tvari moraju izdržati temperature od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ te razliku unutarnjeg pritiska do 95 kPa.

Na pakiranjima infektivnih tvari nije potrebno obavijestiti o kojoj se vrsti radi, potrebna je samo naljepnica s oznakom infektivnih tvari iz poglavlja 2.

Prije povratka praznog pakiranja ili slanja pakiranja drugdje, potrebno je dezinficirati pakiranje i ukloniti naljepnice s pakiranja nakon dezinfekcije.



Slika 24. Primjer pakiranja za biološke supstance



Slika 25. Primjer pakiranja za biološke supstance od 12 litara



Slika 26. Primjer bačve za infektivni otpad kapaciteta 12 litara⁴⁸



Slika 27. Primjer pakiranja za infektivne tvari⁴⁹

Unutarnja pakiranja mogu biti od stakla, plastike, metala ili staklenih ampula, potrebno ih je zaštititi od udaraca slojem između unutarnjeg i vanjskog pakiranja.

Vanjsko pakiranje može biti od bilo kojeg materijala i bilo koje izvedbe ali mora odgovarati tehničkim karakteristikama pakiranja.

⁴⁸ <https://www.alexbreuer.de/en/medical-specimen/infectious-substances.html>

⁴⁹ <https://www.alexbreuer.de/en/medical-specimen/infectious-substances.html>

5.8 Upute pri pakiranju radioaktivnih tvari

Pakiranja za radioaktivni otpad su podijeljena u određene tipove pakiranja:

- industrijska pakiranja tipa 1, 2 ili 3
- pakiranje tipa A
- pakiranje tipa B
- pakiranje tipa C



Slika 28. Primjer pakiranja tipa A za radioaktivne tvari klase III⁵⁰

Kontaminacija kod ovih tipova tvari ne smije prijeći na površini bilo kojeg pakiranja vrijednosti od :

- 4 Bq/cm^3 za beta i gama zračenja i niska alfa zračenja⁵¹
- i 0.4 Bq/cm^3 za ostala alfa zračenja⁵²

Ukoliko dolazi do istjecanja veće količina zračenja potrebno je postupiti prema pravilima opisanima u prethodnom poglavlju.

Sva pakiranja koja sadrže radioaktivne tvari moraju biti zapečaćena i bez istjecanja da bi mogla biti prihvaćena na prijevoz. U prijevozu moraju se odvojiti od živih životinja te ostalih živih subjekata.

⁵⁰ <https://www.apnga.com/regulatory-info/hazmat-guide/>

⁵¹ International Air Transport Association, *Dangerous Goods Regulation*; IATA, Montreal, 2012.

⁵² International Air Transport Association, *Dangerous Goods Regulation*; IATA, Montreal, 2012.

5.9 Upute pri pakiranju korozivnih tvari

U korozivne tvari ubrajamo sve tvari koje nagrize određene vrste materijala te predstavljaju rizik za ljudsko zdravlje.

Ovisno o vrsti korozivne tvari potrebno je koristiti ili drvena pakiranja ili metalna pakiranja, ali izbor ovisi o naravi kemikalije. Dodatno i uz izbor adekvatnog pakiranja mora se provesti anti – korozivna zaštita pakiranja.

Baterije također ubrajamo pod ovu kategoriju zbog njihovih kemijskih svojstava. Sve korozivne tvari pakiraju se prema općim uputama pakiranja.

Pakiranja koja se koriste u ovom prijevozu potrebno je testirati na otpornost na kiseline i druge alkalne spojeve koji bi mogli nagrize vanjsko ili unutarnje pakiranje.

Nadalje baterije koje u sebi sadrže kalijev peroksid moguće je prihvatiti na prijevoz ali dodatno zahtijevaju zaštitu od udaraca unutar samog pakiranja.

Kod galija dodatno se zahtjeva da pakiranje bude vodootporno radi burne reakcije te kemikalije s vlagom.

Unutarnja pakiranja ovise o tipu kemikalije također a mogu biti staklo, plastika, aluminij, ostali metali uz uvjet zadovoljenja anti – korozivne zaštite.

6. Tehničke upute pri prijevozu opasne robe

Prilikom prijevoza opasnih tvari moraju se poštivati pravila rukovanja opasnom robom kao i pravila prilikom ukrcaja opasne robe. Prije samog prijevoza opasne tvari potrebno je ustanoviti dali je pakirana prema pravilima zračnog prijevoza te dali pakiranje ima neki oblik defekta.

Kod ukrcaja opasne robe mora se paziti na stanje vanjskog pakiranja u kojem se prevozi opasna roba kao i da nema nikakvog curenja iz unutarnjeg pakiranja, te nagnječenja ili potrganih dijelova vanjskog pakiranja.

Potrebno je poštivati pravila prijevoza opasne robe te da se određene vrste ne smiju prevoziti u putničkim verzijama zrakoplova.

Utovar, istovar i prijevoz boca s plinovima pod pritiskom, mora se obavljati na sljedeći način:

1. boce se ne smiju bacati i valjati;
2. ventili punih i praznih boca moraju biti zatvoreni i zaštićeni metalnim kapama;
3. boce se moraju osigurati od pomicanja i međusobnog sudaranja;
4. pune boce moraju se transportirati u ležećem položaju, osim boca s propanom i butanom koje se moraju transportirati u stojećem položaju;
5. boce s plinovima pod pritiskom moraju biti zaštićene od utjecaja sunčevih zraka i drugih izvora topline.⁵³

Kod ukrcaja opasnih tvari potrebno je obratiti posebnu pozornost na naljepnicu pošto daje informaciju o opasnosti i tipu opasne tvari, također samo rukovanje opasne tvari od skladišta do zrakoplova mora biti izvedeno od strane kvalificiranog osoblja.

Potrebno je pripaziti na sljedeće kod ukrcaja:

- da ne dođe do oštećenja pakiranja i ambalaže tijekom skladištenja i ukrcaja i iskrcaja iz zrakoplova
- omogućiti odvajanje i segregaciju paketa na zrakoplovu radi sprječavanja interakcije u slučaju isticanja opasne tvari
- onemogućiti kretanje koje bi omogućilo promjenu orijentacije u zrakoplovu

Prilikom prijevoza opasnih tvari potrebno je paziti na način slaganja opasnih tvari te na samo pakiranje.

⁵³ <http://www.zakon.hr/z/246/Zakon-o-prijevozu-opasnih-tvari>

Kod vozila s litijskim baterijama kao što su invalidska kolica ili drugi potrebno je da baterije odgovaraju standardima UN Manual of Test and Criteria. Operator mora ustanoviti da su baterije zaštićene od kratkog spoja tako da npr su zatvorene unutar spremnika baterije. Baterija mora biti priložena i osigurana te električni krug mora biti otvoren, tj. ne smije biti uključen.⁵⁴

Baterije u prijevozu ne smiju premašiti 300 Wh, dok maksimum rezervne baterije ne premašuje 300 Wh ili dvije koje ne premašuju 160 Wh.

Sva pakiranja moraju zadovoljiti uvjete za pakiranja navedena u poglavlju međunarodne regulative i propisa u prijevozu opasne robe, pakiranja moraju zadovoljiti tehničke karakteristike prikazane u poglavlju tehničke karakteristike ambalaža i kontejnera.

Kapetan zrakoplova mora biti obaviješten o opasnoj tvari koju prevozi te mora potpisati obrazac NOTOC (Dangerous Goods Notification to Capitan) što je zakonom obavezno.⁵⁵

Opasne tvari se jednako moraju učvrstiti kao i generalni teret koji se prevozi zrakoplovom. Posebnu pažnju je potrebno obratiti na čvrstoću pakiranja samih opasnih tvari koje, ako se pokaže čvrstoća slabom, ne smije slagati jednu na drugu.

⁵⁴ <http://www.iata.org/whatwedo/cargo/dgr/Documents/lithium-battery-vehicles-cargo.pdf>

⁵⁵ *International Air Transport Association, Dangerous Goods Regulation; Montreal, 2012.*

7. Preventivne i sigurnosne mjere u slučaju nezgode

Preventivnim mjerama se suzbija mogućnost od incidenta sa opasnom tvari dok se sigurnosnim mjerama incident sa opasnom tvari kontrolira i umanju opasnost za osoblje, opremu i ostali teret.

Pod nezgodu smatramo bilo kakav događaj sa opasnom tvari koji je ili napravio štetu te direktno ili indirektno predstavlja opasnost za ljudski život ili zdravlje.

Tu će biti navedene redosljedom moguće preventivne i sigurnosne mjere u slučaju otkrivanja opasne tvari i nesretnog ili namjernog događaja s opasnom tvari.

Kod eksplozivnih tvari divizije 3 postoji opasnost od vatre te manja opasnost od šrapnela, odmah je potrebno ukoliko je moguće smanjiti curenje i kontakt s prtljagom i ostalim teretom.

Kod divizije 4 jedina veća opasnost je vatra te nema drugih većih opasnosti ali je potrebno u slučaju tog događaja obavijestiti vatrogasnu brigadu, isti su postupci kada dođe do zapaljenja zapaljivih plinova.

U slučaju eksploziva više kategorije potrebno je napustiti neposredno područje opasnosti te spriječiti širenje požara.

Preventivno nije moguće prevoziti eksplozive u putničkim zrakoplovima odnosno prihvaćaju se na prijevoz samo u teretnim zrakoplovima, za to se postavljaju posebne oznake.

Kod kriogenih tekućina potrebno je evakuirati osoblje i ostali teret i opremu da ne dođe u kontakt sa opasnom tvari radi opasnosti od pothlađivanja tereta i opreme.

Kod toksičnih plinova potrebno je ventilirati prostor gdje se dogodio incident s opasnom tvari te evakuirati osoblje i ako ima živih životinja .

Kod samozapaljivih tvari i tvari koje su sklone zapaljenju u kontaktu s vodom zabranjena je upotreba vode u bilo kojoj situaciji.

Kod oksidirajućih tvari je potrebno provesti iste mjere kao i kod eksplozivnih tvari osim kod organskih peroksida gdje je upotreba vode također zabranjena radi nestabilnosti takvih spojeva.

Kod toksičnih i infektivnih tvari potrebno je izolirati područje, pozvati kvalificirano osoblje za rad sa takvim tvarima, potrebno je i obučiti osoblje u takvim situacijama da se u bilo kojem slučaju ne smije doći u kontakt sa tim tvarima.

Ista pravila vrijede za korozivne tvari osim što se s njima odnosi kao prema eksplozivnim tvarima.

Polimeri, magnetizirajuće tvari, ugljikov dioksid ili suhi led ne smiju doći u kontakt s kožom. Magnetizirajuće tvari utječu na navigacijske sustave dok suhi led uzrokuje pothlađivanje ili gušenje.

Kod ostalih opasnih tvari nije potrebna nikakva posebna reakcija.

Sav teret koji se prihvaća na prijevoz mora biti pregledan od strane sigurnosnih službi prije ulaska na štíćenu stranu aerodroma.

To ubrajamo pod preventivnu mjeru, kao i pregled samog pakiranja kod kojeg uz provjeru ispravnosti pakiranja potrebno je utvrditi dali pakiranje ima odgovarajuću naljepnicu koja daje informaciju o kakvoj se opasnoj tvari radi.

8. Zaključak

Prijevoz opasnih tvari u zračnom prometu je neizbježan. Sama narav zračnog prometa je takva da su sigurnosne mjere stroge te su šanse za otimanje opasnih tvari u zračnom prometu veoma male.

Ali opasne tvari same po sebi predstavljaju opasnost za infrastrukturu, opremu, prijevozna sredstva ali i ljudsko zdravlje te u ekstremnim uvjetima ljudski život.

Potrebno je savjesno i oprezno rukovati sa opasnim tvarima te paziti na način skladištenja od uvjeta do ambalaže koja se koristi za prijevoz tih tvari.

Tehničke karakteristike vanjskih i unutarnjih pakiranja potrebno je pratiti. Ako postoji opravdana sumnja u tehničku ispravnost istih ne prihvaća se na prijevoz.

Pogrešno pakirane opasne tvari predstavljaju rizik kako u samom skladištenju tako i u prijevozu. U normalnim uvjetima prijevoza očekuje se slabo pomicanje predmete te time oštećena ili neispravna ambalaža može dovesti do narušavanja sigurnosti zrakoplova.

Pregledom opasnih tvari i njihovi karakteristika dan je pregled kako koja opasna tvar reagira te koju opasnost predstavlja. Kada spoznamo opasnost koju pojedina predstavlja možemo sagledati opasne tvari te preventivno djelovati.

Ukoliko sagledamo sa strane pakiranja pojedine vrste opasnih tvari burno reagiraju sa standardnim uvjetima atmosfere, a neke i s promjenama tlaka. Time zaključujemo da ukoliko ambalaža nije ispravna time se dovodi sigurnost u pitanje.

Pojedine opasne tvari koje zahtijevaju posebne režime skladištenja zahtijevaju od zračne luke posebne uvjete skladištenja.

Navedene tehničke upute te sigurnosna pravila moraju biti ispoštovana u potpunosti bez iznimki. Pregled svake pošiljke je važan kao i njeno stanje.

Međunarodna regulativa postavlja preporuke i pravila koja je potrebno implementirati u prijevozu opasnih tvari sa aspekta sigurnosti prijevoza i osoblja.

Od velike važnosti je poštivanje pakiranja opasnih tvari te pravilnika koji definiraju koje tvari smiju biti u određenim materijalima. Sigurnosne i preventivne mjere dane su od strane ICAO-a i od strane zakonodavstva države te se moraju poštivati.

U slučaju događaja s opasnom tvari potrebno je pratiti upute koje su dane od strane istih organizacija ali i aerodromske administracije. Svi operatori na zračnoj luci dužni su se držati sigurnosnih pravila koja su propisana.

Na posebna pravila koja se odnose na radioaktivne te infektivne i toksične tvari treba poštivati. Te vrste tvari predstavljaju veliki rizik za zdravlje i mogu uzrokovati smrt ili teške kronične bolesti.

Educiranje osoblja, u smislu teoretskog i praktičnog dijela je nužno. Osoblje koje rukuje opasnim tvarima mora imati znanje prepoznati nepravilnosti i vještine koje su prijeko potrebne u rukovanju opasnim tvarima.

Praktični dio je potreban radi pokazivanja i educiranja na koji način i kako se rukuje opasnim tvarima.

Preventivnim i sigurnosim mjerama umanjuje se šteta ukoliko dođe do nepredvidivog događaja sa opasnom tvari.

Skupom mjera i pravila na koji način se reagira u takvim situacijama pomaže smanjenju nepromišljenog djelovanja u smjeru narušavanja vlastite sigurnosti i sigurnosti ostalih sudionika.

Analizom tehničkih uputa u prijevozu opasnih tvari vidljivo je da je potrebno sa oprezom vršiti sve radnje uključene u prijevozni proces pošto opasne tvari predstavljaju visoku opasnost i događaj sa opasnom tvari ugrožava sve sudionike.

Popis literature

1. S. Debeljak Rukavina: *Uvjeti i način prijevoza opasne robe zrakom*, Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilište u Rijeci, 2015.
2. International Air Transport Association, *Dangerous Goods Regulation*; IATA, Montreal, 2012.
3. International Civil Aviation Organization: *Doc 9284: Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2010.
4. International Civil Aviation Organization, *The Safe Transport of Dangerous Goods by Air*, Montreal, 2011.

Internetski izvori

URL: <http://www.zakon.hr/z/246/Zakon-o-prijevozu-opasnih-tvari> (pristupljeno: kolovoz 2016.)

URL: <http://bonzait.com/approval/hazstoraustralia/product/efs1ibc-storage-unit/> (pristupljeno: lipanj 2016.)

URL: <http://www.extover.com/en/applications/dangerous-goods-packaging/#tab-id-3> (pristupljeno: kolovoz 2016.)

URL: https://bs.wikipedia.org/wiki/Univerzalna_plinska_konstanta (pristupljeno: lipanj 2016.)

URL: <http://www.iata.org/whatwedo/cargo/dgr/Documents/lithium-battery-vehicles-cargo.pdf> (pristupljeno: lipanj 2016.)

URL: <https://www.alexbreuer.de/en/medical-specimen/infectious-substances.html> (pristupljeno: srpanj 2016.)

URL: <https://www.apnga.com/regulatory-info/hazmat-guide/> (pristupljeno kolovoz 2016.)

Popis slika

Slika 1. Oznaka eksploziva

Slika 2. Naljepnica za označavanje eksploziva divizije 4

Slika 3. Naljepnica za označavanje eksploziva divizije 5

Slika 4. Naljepnica za označavanje eksploziva divizije 6

- Slika 5. Naljepnica za označavanje zapaljivih plinova
- Slika 6. Naljepnica za označavanje nezapaljivih netoksičnih plinova
- Slika 7. Naljepnica za označavanje toksičnih plinova
- Slika 8. Naljepnica za označavanje zapaljivih tekućina
- Slika 9. Naljepnica za označavanje zapaljivih krutina
- Slika 10. Naljepnica za označavanje samozapaljivih tvari
- Slika 11. Naljepnica za označavanje zapaljive tvari kad se ovlaže
- Slika 12. Naljepnica za označavanje oksidna
- Slika 13. Naljepnica za označavanje organskih peroksida
- Slika 14. Naljepnica za označavanje toksičnih tvari
- Slika 15. Naljepnica za označavanje infektivnih tvari
- Slika 16. Naljepnica za označavanje radioaktivnih tvari klase I
- Slika 17. Naljepnica za označavanje radioaktivnih tvari klase II
- Slika 18. Naljepnica za označavanje radioaktivnih tvari klase III
- Slika 19. Naljepnica za označavanje kritične razine sigurnosti kod radioaktivnih tvari
- Slika 20. Naljepnica za označavanje korozivnih tvari
- Slika 21. Naljepnica za označavanje ostalih opasnih tvari
- Slika 22. Primjer IBC kontejnera za korozivne tvari
- Slika 23. Primjer plastičnog eksploziva vojne namjene SEMTEX – H
- Slika 24. Primjer pakiranja za biološke supstance
- Slika 25. Primjer pakiranja za biološke supstance od 12 litara
- Slika 26. Primjer bačve za infektivni otpad kapaciteta 12 litara
- Slika 27. Primjer pakiranja za infektivne tvari
- Slika 28. Primjer pakiranja tipa A za radioaktivne tvari klase III

Popis tablica

Tablica 1. Vrste materijala za izradu unutarnjih, srednjih i vanjskih pakiranja za eksplozive

Tablica 2. Vrste materijala za izradu unutarnjih i vanjskih pakiranja ovisno o tipu pakiranja

Tablica 3. Materijal za izradu pakiranja za samozapaljive tvari i krutine