

## **UPRAVLJANJE OPASNIM MATERIJAMA I OTPADOM – TRANSFORMATORSKO ULJE I PCB**

B. Petrović, EPS - P.D. "Elektrovojvodina" – Ogranak "ED Subotica", Srbija  
D. Milošević, "Institut za zaštitu na radu" Novi Sad, Srbija

### **UVOD**

JUS ISO 14001 Sistemi menadžmenta zaštitom životne sredine je standard za upravljanje zaštitom životne sredine koji je primenjiv za bilo koju vrstu poslovanja, bez obzira na veličinu, položaj i prihod. Cilj standarda je da se smanji uticaj poslovanja na životnu sredinu i da se smanji zagađenje i otpad koji proizvodi poslovanje. Serija standarda ISO 14000 za zaštitu životne sredine postoji kako bi pomogla organizacijama da smanje negativan uticaj svog poslovanja na životnu sredinu. Zakon o zaštiti životne sredine, Zakon o upravljanju otpadom i drugi zakoni, pravilnici i uredbe uređuju zaštitu životne sredine u Republici Srbiji. Daje se kratak prikaz zahteva koji se postavljaju pred sve subjekte koji svojim delovanjem proizvode zagađenje i otpad. U EPS-P.D. Elektrovojvodina d.o.o. u skladu sa važećim propisima izrađene su odgovarajuće procedure, uputstva i instrukcije za upravljanje zaštitom životne sredine. U ovom referatu se pažnja posvećuje transformatorskom ulju i PCB-ima kao opasnim materijama u cilju upoznavanja što šireg kruga ljudi koji imaju dodir s njima. Sagledava se postojeće stanje upravljanja transformatorskim uljem i PCB-ima kao opasnim materijama i otpadom i daju predlozi za unapređenje zaštite životne sredine u skladu sa standardima i važećim propisima.

### **ZAHTEVI ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE**

U ovoj tački se daje kratak prikaz zahteva koji se postavljaju pred sve subjekte koji svojim delovanjem (poslovanjem) proizvode zagađenje i otpad. Prema [1] pravna i fizička lica dužna su da u obavljanju svoje aktivnosti obezbede zaštitu životne sredine i to:

- primenom i sprovođenjem propisa o zaštiti životne sredine;
- održivim korišćenjem prirodnih resursa, dobara i energije;
- uvođenjem energetski korisnijih tehnologija i korišćenjem obnovljivih prirodnih resursa;
- upotrebom proizvoda, postupaka, tehnologija i prakse koji manje ugrožavaju životnu sredinu;
- preduzimanjem mera sprečavanja ili otklanjanja posledica ugrožavanja i štete po životnu sredinu;
- vođenjem podataka na propisani način o potrošnji sirovina i energije, ispuštanju zagađujućih materija i energije, razvrstavanju, karakteristikama i količini otpada, kao i o drugim podacima i njihovim dostavljanjem nadležnim organima;
- nadzorom delovanja i rada postrojenja koja mogu predstavljati rizik ili prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi;
- drugim merama u skladu sa zakonom.

Pored ovog [1] i drugi zakoni, pravilnici i uredbe, kao i međunarodni propisi detaljnije određuju način na koji se vrši upravljanje opasnim materijama i otpadom.

*Bogdan Petrović, EPS-P.D. "Elektrovojvodina" – Ogranak „ED Subotica“, Segedinski put 22-24, 24000 Subotica (bogdan.petrovic@su.ev.rs)*

## OPIS KARAKTERISTIKA MINERALNIH IZOLACIONIH ULJA I PCB-A

### Mineralna izolaciona ulja

Mineralna izolaciona ulja koja se koriste u distributivnim transformatorima prenosnih odnosa 110/x kV, 35/x kV i x/0.4 kV su naftenskog porekla i potiču od različitih proizvođača. Ulja novijeg datuma imaju sledeći sastav: lakši naftenski destilati (70-80 %), maziva ulja C20 – C50 (20-30 %) i 2.6 ditertiary Butyl-4-Methyl phenol (<0.4 %) [2]. Prema podacima proizvođača ovaj proizvod nije svrstan kao opasan prema ADR (međunarodni propis za transport opasne robe).

Opasni uticaj ulja na čoveka je sledeći, sa datim merama prve pomoći [2]:

- Udisanje isparenja koja se javljaju na povišenim temperaturama može nadražiti disajne puteve. U tom slučaju izaći na svež vazduh, a ukoliko se simptomi ne izgube potražiti pomoć lekara.
- U slučaju dodira sa kožom može doći do isušivanja kože i kasnijeg nadražaja. Što pre odstraniti ulje i kožu oprati sapunom sa mnogo vode.
- Gutanje može da izazove mučninu te eventualno povraćanje i proliv. Isprati usta vodom. U slučaju gutanja veće količine potražiti pomoć lekara. Ne izazivati povraćanje.
- Dodir sa očima može izazvati crvenilo očiju i prolazan bol. U tom slučaju isprati oči sa velikom količinom vode.

Kako bi se izbegle prethodno navedene štetnosti po čoveka neophodno je da se zbog mogućeg udisanja, prskanja, direktnog dodira koriste sredstva za zaštitu i to:

- Za izbegavanje udisanja isparenja u slučaju potrebe upotrebljavati odgovarajuće maske.
- Za zaštitu ruku koristiti uljootporne rukavice. Materijal rukavica treba da bude guma od neoprena, nitrila ili akrilnitrilbutadiena ili PVC.
- Za zaštitu očiju koristiti zaštitne naočare ili zaštitne štitove u slučaju mogućih prskanja.
- Za zaštitu kože i tela koristiti zaštitnu odeću i istu često menjati ili kad je zaprljana.

Opasnost po životnu sredinu je spora razgradivost u prirodi tako da će ulja dugo ostati u životnoj sredini. Postoji rizik od zagađenja tla i vode.

Fizičke i hemijske opasnosti su oslobađanja zapaljivih isparenja i proizvoda razlaganja u slučaju povišenih temperatura. U slučaju rasipanja postoji mogućnost klizanja.

Mineralno izolaciono ulje je zapaljivo. U slučaju povišenih temperatura oko 300 °C može doći do samozapaljenja. Prednost pri gašenju se daje suvim hemikalijama, ugljen dioksidu ili peni. Vodeni sprej ili magla mogu biti korišćeni. Proizvodi razlaganja usled visokih temperatura i usled gorenja mogu biti štetni.

Iako se prema ADR ne svrstava u opasan proizvod, prema prethodno navedenom se može reći da je ovaj proizvod opasan kako za čoveka koji rukuje njime tako i za životnu sredinu. Mogući razlog da nije svrstan u opasne je široko korišćenje (slično kao i goriva i drugi proizvodi od nafte) i moguće široko lobiranje za to kako bi se izbegle dodatne takse na korišćenje.

Iako mineralno izolaciono ulje nije svrstano u opasan proizvod prema njemu se moraju preduzeti sve mere kao da je opasan proizvod (i budući opasan otpad).

### Polihlorni bifenili, polihlorni terfenili,...

Pod oznakom PCB se podrazumevaju polihlorni bifenili, polihlorni terfenili, monometil-tetrahlordifenil metan, monometil-dihloro-difenil metan i monometil-dibromo-difenil metan kao sintetička jedinjenja (izolacione tečnosti), ali isto tako i bilo koja mešavina koja sadrži više od 50 ppm prethodno navedenih jedinjenja. Laboratorijski su sintetisani još 1866. godine, ali su u značajnijim količinama proizvedeni 1929. godine u Monsanto hemijskoj industriji (SAD) pod trgovačkim nazivom "Askarel" i od tada počinje njihova industrijska upotreba u različitim mešavinama. Hemijska stabilnost i relativna nezapaljivost su glavni razlog korišćenja u elektrotehničkoj industriji, a primenjivao se i kod proizvodnje izolacionih materijala, sredstava za vezivanje (lepkovi), plastičnih masa, boja i lakova, maziva, ulja za hidraulične uređaje, pesticida, štamparskih boja, radnih fluida za prenos toplote i slično.

Sredinom '60-ih godina razvijene naučne metode omogućile su otkriće da se PCB-i nakupljaju u prirodi zahvaljujući njihovom izuzetno niskom stepenu biorazgradivosti. Ova jedinjenja su otkrivena u svežoj vodi u skoro svim delovima sveta, ali takođe i u organizmima mnogih životinja. Ispitivanja PCB su pokazala da PCB predstavlja potencijalnu opasnost za životnu sredinu i zdravlje životinja i ljudi. PCB su postojani kada se nađu u prirodi, jer su otporni na promene, a razlažu se na slične hemijske sastojke. Njihova slaba rastvorljivost u vodi dovodi do njihovog nakupljanja u masnom tkivu izloženih životinja i ljudi. Prisustvo PCB i otkrivene količine u lancu ishrane su izazvali priličnu uzbunu javnosti,

pa su proizvođači PCB u Severnoj Americi, Evropi i Aziji obustavili njihovu proizvodnju, u potpunosti 1980. godine [3].

PCB karakterišu otrovnost i kancerogenost, a u organizam mogu dospeti kroz kožu ili gutanjem i tada se talože u masnim tkivima, bez bilo kakve mogućnosti razgradnje. Za PCB se zna da izazivaju trajne probleme razmnožavanja, probavne poremećaje i kožna oštećenja na laboratorijskim životinjama. Također, prema Agenciji za zaštitu životne sredine SAD EPA (Environmental Protection Agency), PCB se smatraju verovatnim izazivačem raka (u SAD su PCB kao i druge otrovne materije po odredbi Kongresa regulisani Aktom o nadzoru otrovnih materija (Toxic Substances Control Act (TSCA)). Današnja saznanja sugerišu da PCB nisu materije koje poseduju toliki stepen otrovnosti i kancerogenosti kao što se ranije smatralo, odnosno da ne poseduju više opasnih karakteristika od niza drugih opasnih materija koje se proizvode [3].

Dodatna opasnost od PCB, zbog koje se najviše i preduzimaju najstriktnije mere zaštite, predstavlja mogućnost proizvodnje danas najpoznatijih otrovnih materija – dioksina i furana. Naime, kasnih 1970-tih godina je otkriveno da pri sagorevanju PCB na temperaturama od 500-800 °C u prisustvu kiseonika, nastaju polihlorovani dibenzofurani i dibenzodioksini, uključujući izuzetno otrovan tetrahlordibenzodioxin [3].

U Srbiji je uvrežen naziv za PCB-e Piralen, po nazivu proizvoda francuskog proizvođača Prodolec.

U tabeli 1 su dati osnovni podaci o porodici PCB-a [4].

TABELA 1 – Osnovni podaci o porodici PCB-a

	Porodica materija	Simboli sinonima i komercijalnih mešavina
1	Polihlororni bifenili (Polychlorinated biphenyls)	Askareli, Aroclor (1242 – 1254 – 1260), Apirolio, Clophen, Pyralen, itd.
2	Polihlororni terfenili (Polychlorinated terphenyls)	PCT Aroclor (5442 – 5460 – 5060)
3	Monometil-tetrahlordifenil metan, Monometil-dihloro-difenil metan i Monometil-dibromo-difenil metan (Monomethyl-tetrachlorodiphenyl methane, Monomethyl-dichloro-diphenyl methane and Monomethyl-dibromo-diphenyl methane)	Polihlororni benziltolueni (Polychlorinated benzyltoluenes PCBT) Ugilec 141, T4
4	Bilo koja mešavina koja sadrži neku od gore navedenih materija u ukupnoj količini većoj od 0,005 % težine.	Mineralna izolaciona ulja Sintetičke izolacione tečnosti kao silikoni, alkilbenzeni, itd.

U prethodnom periodu su vršene provere postojanja PCB-a u električnoj opremi i utvrđeno je da postoje u kondenzatorskim baterijama na nekoliko trafostanica. Te kondenzatorske baterije su van funkcije.

U poslednje dve godine nacionalna laboratorija pre ispitivanja fizičkih, hemijskih i električnih karakteristika izolacionog ulja vrši proveru prisutnosti PCB-a u ulju. U slučaju prisustva sprovodi se smanjeni obim ispitivanja, s tim da se neka ispitivanja izvrše pri sniženoj temperaturi. Prilikom tih ispitivanja, kod 7 transformatora prenosnog odnosa 35/x kV je pronađeno zagađenje PCB-ima, sa pronađenom količinom PCB-a većom od 50 ppm i manjom od 500 ppm. Moguće je da se prilikom ispitivanja ulja u 2010. i 2011. godini pronađe još neki transformator koji je zagađen PCB-ima. Analizom podataka se vidi da drugi transformatori istog proizvođača iste godine proizvodnje (ima ih i fabrički broj do broja) nisu zagađeni PCB-ima. Moguće je da je do zagađenja došlo prilikom nalivanja ulja korišćenjem opreme (pumpa, cevi, cisterne,...) koje su prethodno bili korišćeni za nalivanje PCB-a sa velikom koncentracijom tako da je mala količina tečnosti koja je ostala u crevima, pumpi ili cisternama mogla uzrokovati pojavu PCB-a veću od 50 ppm u ulju transformatora.

## **POSTOJEĆE STANJE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE I UPRAVLJANJA OPASNIM MATERIJAMA I OTPADOM U "ELEKTROVOJVODINI"**

U EPS-P.D. "Elektrovojvodina" se u 2008. i 2009. godini intenzivno radilo na izradi odgovarajućih procedura, uputstava i instrukcija u vezi zaštite životne sredine i upravljanja opasnim materijama i otpadom (u daljem tekstu: dokumenti). Ovi dokumenti su usklađeni sa tada važećim zakonima, propisima, pravilnicima i uredbama.

Zbog izmena i dopuna zakona i drugih propisa neophodno je usklađivanje dokumenata sistema kvaliteta i izrada jedne nedostajuće procedure sistema kvaliteta. Sistem kvaliteta uključuje i procedure i uputstva koji se odnose na zaštitu životne sredine i u daljem tekstu se naziva integrisani sistem

kvaliteta.

Obuke zaposlenih koji rukuju opasnim materijama i otpadom nisu potpuno obavljene, tako da je neophodno da se obuke širokog kruga zaposlenih izvrše od strane stručnih lica što pre te da se svim zaposlenima koji dolaze u dodir sa opasnim materijama i otpadom obezbede sva potrebna lična zaštitna sredstva. Također i zaposlene koji vrše prevoz opasnih materija i opasnog otpada treba upoznati sa propisima i obučiti za prevoz i upravljanje opasnim materijama i otpadom i obezbediti im lična zaštitna sredstva i neophodnu opremu za vozila kojima se prevoze opasne materije i otpad.

Odgovarajući prostori za skladištenje opasnih materija i otpada još uvek nisu obezbeđeni. Do obezbeđenja prostora za skladištenje koji će u potpunosti biti u skladu sa zahtevima zakona i drugih propisa neophodno je da se za postojeće skladišne prostore primene sve moguće mere koje se mogu obezbediti za ispravno skladištenje. U što kraćem roku se mora pokrenuti postupak za izgradnju novih ili doradu postojećih skladišnih prostora za smeštaj opasnih materija i otpada koji moraju u potpunosti zadovoljiti građevinske, protivpožarne i druge propise i koji moraju biti opremljeni svom potrebnom opremom u zavisnosti od vrste opasnih materija i otpada. Neophodno je obezbediti znakove različite izvedbe (metalni, nalepnice, trake i drugo) kako bi se na odgovarajući način mogle označiti opasne materije i otpad, označiti potrebne mere, upozorenja i zabrane, kao i natpisi za označavanje prostora gde se nalaze opasne materije i otpad. Skladištari (magacineri) moraju biti upoznati sa karakteristikama opasnih materija, načinom rukovanja, propisanim načinom skladištenja i merama koje treba preduzeti u slučajevima dodira ili u slučajevima ugrožavanja životne sredine (isticanje, požar,...).

Sedam transformatora prenosnog odnosa 35/x kV zagađeno je PCB-om sa utvrđenim sadržajem PCB-a između 50 ppm i 500 ppm. Prema važećim propisima takvi transformatori mogu da budu u pogonu, ali ne smeju da imaju curenje ulja i imaju pooštren nadzor. Kao mera dovođenja količine PCB-a u dozvoljene granice je zamena ulja, jer bi se time količine koje su pronađene smanjile (ne potpuno odstranile) do dozvoljenog nivoa jer će deo ulja zagađenog PCB-om ostati u celuloznoj izolaciji i onda se postepeno mešati sa novim uljem. Pored ovog postoje i različiti postupci za odstranjivanje PCB-a iz ulja, ali bi se zbog ulja u celuloznoj izolaciji također ne može potpuno odstraniti PCB, ali se može svesti na dozvoljene količine. Korisnici transformatora koji su zagađeni PCB-ima treba da sagledaju da li da se oprema zagađena PCB-om pooštreno nadzire ili da se odgovarajućim postupkom dovede u dozvoljene granice.

## **MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE I UPRAVLJANJA OPASNIM MATERIJAMA I OTPADOM**

Neophodno je odrediti odgovarajuće postupke, tj. izraditi nova uputstva ili instrukcije kako bi se kod radova pri kojima se vrše radovi sa opasnim materijama i otpadom (koji uključuju i prevoz) vodio potpuni skup podataka i omogućila sledljivost. Za potpunu sledljivost je neophodno da se utvrdi i uredan način označavanja kako opasnih materija tako i opasnog otpada i postupci prenosa oznaka, tj. unošenja odgovarajućih oznaka u dokumente integrisanog sistema kvaliteta.

Kako bi se omogućila potpuna sledljivost i omogućilo kasnije bolje upravljanje otpadom neophodno je detaljno razvrstavanje otpada po vrsti otpada.

Također je neophodno razvrstavanje određene vrste otpada po vrsti opreme (prekidači, transformatori, regulacione preklopke,...) te također i po mestu odakle potiče. Tako bi podaci o mineralnom izolacionom ulju kao opasnom otpadu bili po vrsti i lokaciji opreme kao na primer prekidač proizvođača "X", tip "Y", f.br. 0000, faza "0", polje T101, TS 110/20 kV "Naaaa" i količina ulja. Svi ti podaci bi se upisali na odgovarajuću karticu koja bi išla uz ambalažu. Zbog mogućeg gubitka ili potpunog oštećenja kartice u transportu svi podaci se moraju upisati i na odgovarajući dokument (na primer nalog za rad) kako bi podaci bili sačuvani, a u dokument i na ambalažu bi se napisala i oznaka ambalaže (na ambalažu nekom vrstom trajne boje otporne na vremenske uticaje). Ukoliko bi se u istu ambalažu stavljao otpad iz više različitih komada opreme neophodno bi bilo na karticu upisati kompletne podatke i količine za svaki komad opreme. Detaljni podaci o otpadu su neophodni zbog rešavanja otpada u smislu da se zna koji deo može da se preradi, a koji deo se treba uništiti na odgovarajući način.

Sve funkcije koje se pojavljuju u postupku vršenja radova na opasnim materijama i otpadu moraju voditi posebnu evidenciju naloga za rad, putnih naloga i drugih dokumenata sa urednim vođenjem količina opasnih materija i otpada koji se preuzimaju ili predaju.

Obaveštenje o svim radovima sa opasnim materijama i otpadom mora biti na odgovarajući način dostavljeno licu zaduženom za zaštitu životne sredine u cilju eventualne provere. Ukoliko radove sa opasnim materijama vode treća lica neophodno je prilikom radova obezbediti prisustvo lica zaduženog za zaštitu životne sredine za potrebe izrade odgovarajućeg zapisa (u cilju prikupljanja i obrade podataka) i nadzora nad radovima, a ukoliko nema mogućnosti prisustva lica zaduženog za zaštitu životne sredine obezbediti prisustvo drugog lica koje je potpuno obučeno za zaštitu životne sredine.

Za ispravno određivanje šta je opasna materija i otpad potrebno je obezbediti ažurno izdanje ADR-a. Mora se uspostaviti što tačnija baza podataka o postojećim količinama opasnih materija u opremi koja se koristi.

Na godišnjem nivou je neophodno vođenje urednih podataka o nabavljenim količinama pojedinih opasnih materija, podaci o utrošenim količinama pojedinih opasnih materija i podaci o stvorenim pojednim vrstama opasnog i drugog otpada sa gubicima opasnih materija i mestima gubitaka.

## **ZAKLJUČAK**

Ovde je dat veoma kratak prikaz upravljanja opasnim materijama i otpadom (transformatorsko ulje i PCB), a područje razmatranja je veoma široko. Veliki broj međusobno povezanih zakona i propisa čini da se ova materija ne može sagledati na lak i jednostavan način tako da je u budućnosti potrebno da se pojednostave i objedine neki zakoni i propisi.

Postojeće procedure i uputstva po potrebi treba nadograđivati i menjati u skladu sa promenama propisa.

Izraditi nove procedure i uputstva i dopuniti (izmeniti) postojeće procedure i uputstva integrisanog sistema kvaliteta u cilju što boljeg praćenja (sledljivosti) opasnih materija i otpada. Sve službe moraju voditi odgovarajuće detaljne baze podataka.

Neophodno je što širi krug zaposlenih upoznati sa materijama koje se vode kao opasne materije i opasan otpad, u smislu da znaju gde se te materije nalaze (oprema, skladišta,...), koje su opasnosti, koje su mere u slučaju neželjenog dodira sa njima i koje su mere u slučaju akcidenta. Zaposlene koji direktno dolaze u dodir i rukuju sa opasnim materijama i otpadom obučiti za rukovanje i obezbediti im odgovarajuću zaštitnu opremu.

## **LITERATURA**

1. "Zakon o zaštiti životne sredine", Službeni glasnik RS 135/2004 i 36/2009
2. Nynas AB, "Safety data sheet Nytro Lyra X", Nynas AB, 2008
3. Hristina Stevanović Čarapina i drugi, "Tehnički priručnik za postupanje sa materijama zagađenim polihlorbifenilima (PCB), Republika Srbija – Ministarstvo za zaštitu prirodnih bogatstava i životne sredine, Beograd, 2003.
4. Technical report – Final Draft CLC/FPrTR 50503, "Guidelines for the inventory control, management, decontamination and (or) disposal of electrical equipment and insulating liquids containing PCBs", CENELEC, September 2009.