



**VODIČ** ZA SIGURNO RUKOVANJE I  
GOSPODARENJE OTPADOM  
KOJI SADRŽI **PCB**  
NA OKOLIŠNO PRIHVATLJIV NAČIN



**VODIČ ZA**  
**SIGURNO RUKOVANJE I**  
**GOSPODARENJE OTPADOM**  
**KOJI SADRŽI **PCB****  
**NA OKOLIŠNO PRIHVATLJIV NAČIN**

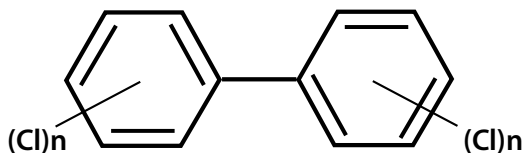


REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE  
OKOLIŠA I ENERGETIKE

## ŠTO SU POLIKLORIRANI BIFENILI (PCB)?

Poliklorirani bifenili (PCB) pripadaju velikoj skupini organokloriranih sintetičkih spojeva. To su molekule aromatskih struktura s dva povezana benzenska prstena u kojima su pojedini ili svi vodikovi atomi supstituirani atomima klora. Teoretski, s obzirom na broj i položaj atoma klora moguće je oko 209 različitih izomera i homologa PCB-a koji se nazivaju kongenerima.



## OSOBINE I SVOJSTVA

Broj i položaj atoma klora u molekuli određuje fizikalno-kemijska svojstva svakog kongenera. Čisti kongeneri, bez primjesa su bezbojni i često u kristalnom obliku. Komercijalne mješavine PCB-a imaju konzistenciju ulja ili smole te najčešće ne kristaliziraju, čak ni na nižim temperaturama. Formiraju pare koje su teže od zraka, ali nisu eksplozivne.

### Osnovna svojstva PCB-a

- niska električna vodljivost i izvrsna dielektrična svojstva,
- visoka toplinska provodljivost,
- visoka otpornost prema toplinskoj razgradnji,
- kemijska inertnost na kiseline, lužine i oksidacijska sredstva,
- dobra topivost u mastima i organskim otapalima,
- otpornost na svjetlost,
- vrlo perzistentni, otporni na biorazgradnju, vrlo bioakumulativni (akumuliraju se u prehrambenom lancu).



## PROIZVODNJA I UPORABA

PCB-i su isključivo sintetski spojevi koji su se komercijalno počeli proizvoditi 1929. godine. Nisu se upotrebljavali kao pojedinačni spojevi već uvijek u komercijalnim smjesama s razlikama prema sadržaju udjela pojedinih kongenera. Na tržište su smjese dolazile pod raznim imenima.

Koristili su se na dva načina:

1. u zatvorenim sustavima: dielektrične tekućine nalaze se u električnoj opremi poput transformatora, kondenzatora (veliki industrijski kondenzatori, ali i mali kondenzatori u električnim kućanskim aparatima), toplinski transformatori i hidraulični sustavi.

2. u otvorenim sustavima: upotrebljavani su za postupno otpuštanje pesticida, kao sredstva za brtvljenje, u industrijskim uljima, bojama, adhezivima, plastici, kao sredstva za sprječavanje vatre i za kontrolu prašine na cestama. Procjenjuje se da je u svijetu od 1929. do 1989. godine proizvedeno oko 1 700 000 tona PCB-a. S obzirom na veliku kemijsku i termičku stabilnost, odlična izolacijska svojstva te dug uporabni vijek, najviše su se koristili u elektroindustriji (oko 75% proizvedenih PCB-a).



Komercijalni nazivi:

Apirolio, Fenchlor (Italija);  
 Aroclor (SAD, V. Britanija);  
 Askare, Pyroclor (SAD, V. Britanija)  
 Clophen, Elaol (Njemačka);  
 Inerteen, Pyranol (SAD);  
 Kanechlor, Santother (Japan);  
 Phenoclor, Pyralene (Francuska);  
 Sovol, Sovtol (SSSR);

PCB-i se nisu nikad proizvodili na teritoriju Hrvatske, ali je postojala proizvodnja opreme s PCB-ima (transformatori i kondenzatori), zbog čega su se uvezile tekućine s PCB-ima. U proizvodnji ostalih uređaja, različitih tipova i veličina, nisu se koristili dielektrici i rashladni uljni sustavi na bazi PCB-a.

PCB spojevi u Republici Hrvatskoj su se koristili i još uvijek se koriste uglavnom u zatvorenim sustavima (kao dielektrici u transformatorima i kondenzatorima). Evidenciju opreme (transformatori i kondenzatori) koja sadrži PCB, a za koju podatke dostavljaju posjednici opreme vodi Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP). Prema podacima na dan 31. 12. 2015. godine ukupno 190 tona opreme koja sadrži PCB evidentirano je kod 40 posjednika.

Dodatne informacije: (<http://www.azo.hr/lzvjescja25>).

## UTJECAJ NA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

PCB-i imaju nisku akutnu toksičnost, no, s obzirom na njihovu akumulaciju u okolišu te ljudskim i životinjskim organizmima, imaju veliku mogućnost uzrokovanja kroničnih ili odgođenih učinaka. U organizam se unose putem kože i sluznica (usne i nosne šupljine te sluznice oka). Pasivnom difuzijom prolaze kroz stanične membrane. Jednom apsorbirani u organizam, akumuliraju se u tkivima s visokom koncentracijom masnoća, ali su pronađeni i u drugim tkivima. Istraživanja su pokazala da PCB-i mogu djelovati toksično na imunološki, neurološki i reproduktivni sustav, a povezuju se i s negativnim utjecajem na funkciju endotela krvožilnog sustava što je jedan od ključnih uzročnika ateroskleroze.

Akutna izloženost visokim koncentracijama PCB-a može uzrokovati svrbež i pečenje kože, nadražaja očne sluznice, promjene u pigmentaciji kože i noktiju te pojavu klornih akni.

Vrijeme poluživota PCB-a u ljudskom organizmu je dugo (10 – 15 godina) i ovisi o odrednicama svakog pojedinog kongenera. Kronična izloženost PCB-ovima se najčešće javlja kao posljedica rada s njima (profesionalna izloženost dermalno, inhalacijom ili gutanjem) ili kao posljedica konzumacije kontaminirane hrane.

Kod sistemske intoksikacije javljaju se jetrene smetnje, opadanje imuniteta, neurološki i nespecifični efekti učinci poput glavobolje, vrtoglavice, depresije, smetnje pri spavanju i pamćenju, neuroza, umor, pojačano znojenje, promjene u rastu noktiju, gubitak kose, impotencija, hepatitis, ukočenost i slabost ekstremiteta.

Pojedine skupine PCB-a su karcinogeni i prema klasifikaciji Međunarodne agencije za istraživanje raka Svjetske zdravstvene



organizacije (IARC) pripadaju u skupinu 1 karcinogena.

U znanstvenim istraživanjima potvrđene su više koncentracije PCB-a u masnom tkivu dojke žena kod kojih se razvio rak dojke u odnosu na zdrave žene.

PCB-i se također smatraju rizičnim faktorom za razvoj kardiovaskularnih bolesti te je uočen značajan porast mortaliteta od kardiovaskularnih bolesti kod radnika u proizvodnji kondenzatora koji su bili izloženi PCB-ima dulje od pet godina.

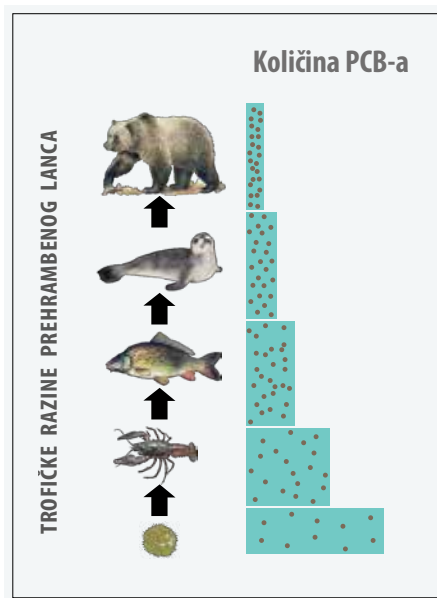
Jednom ispušteni u okoliš, PCB-i se vrlo teško razgrađuju i opstaju duže vrijeme te kruže između zraka, vode i tla u prirodi. Zbog svoje niske topljivosti u vodi, ali visoke topljivosti u mastima akumuliraju se u masnim tkivima pojedinih pripadnika prehrambenog lanca (bioakumulacija) te im se proporcionalno s razinom u prehrambenom lancu povećava i koncentracija (biomagnifikacija).

Raspodjela i sudbina organskih onečišćivača u okolišu određeni su njihovim fizikalno-kemijskim svojstvima i brojnim procesima u okolišu. Apsorbiraju se u tlo, dok se u vodenim sustavima vežu za sediment. Zračnim strujanjima, taloženjem čestica na kojima su sorbirani i ispiranjem iz zraka oborinama prenose se na velike udaljenosti od primarnog izvora onečišćenja. Stoga se tragovi ovih spojeva redovito pronalaze i u područjima u kojima se nikada nisu koristili.

## PUTEVI UNOSA I IZVORI ONEČIŠĆENJA

Opća populacija je najviše izložena PCB-ima putem uobičajenih namirnica, osobito masne hrane životinjskog podrijetla poput mesa, određenih vrsta ribe i mliječnih proizvoda. Obzirom da se akumuliraju u prehrambenom lancu, namirnice životinjskog podrijetla su njihov značajan izvor. Procjenjuje se da najveći udio PCB-a dopijeva u organizam preko već kontaminirane hrane: 70% putem namirnica životinjskog i 25% kroz namirnice biljnog podrijetla, ostatak putem zraka, vode i tla.

Kada se govori o onečišćenju razlikuju se hladno i vruće onečišćenje. Glavni izvori hladnog onečišćenja tj. emitiranja PCB-a u okoliš su isparavanja i curenja iz



transformatora i kondenzatora i površina na koje je nekontrolirano odlagana oprema koja sadrži PCB.

Vruća onečišćenja nastaju u slučajevima kad se PCB-i nađu u požaru i kad počne njihovo nekontrolirano gorenje. Spaljivanje industrijskog i komunalnog otpada u nekontroliranim uvjetima može biti izvor onečišćenja okoliša PCB-ima i drugim visokotoksičnim spojevima. Eksplozije ili pregrijavanja transformatora i kondenzatora uzrokuju ispuštanja značajnih količina PCB-a u neposredni okoliš. Posljedice vrućeg onečišćenja su općenito opasnije, ugrožavaju širu populaciju i rasprostiru se na veću udaljenost i površine.

Glavni izvori emisije PCB-a u okoliš u prošlosti su bili otvoreni sustavi i namjerna ili slučajna ispuštanja iz zatvorenih sustava.

Danas su izvori PCB-a prvenstveno nepravilno upravljanje opremom koja sadrži PCB i još uvijek je u uporabi te okolišno neprihvatljivo gospodarenje otpadom koji sadrži PCB.

## ZAKONODAVNI OKVIR U PODRUČJU UPRAVLJANJA PCB-ima

Zbog visoke perzistentnosti, biokumulacije i biomagnifikacije unutar hranidbenih lanaca, mogućnosti oštećenja organa tijekom produljene ili ponavljane toksičnosti i sumnje u njihova karcinogena svojstva, PCB-i su uključeni u grupu postojanih organskih onečišćujućih tvari (POPs) za koje je na međunarodnoj razini donesen niz propisa kojima se zabranjuje i/ili ograničava njihova proizvodnja i uporaba.

### Stockholmska konvencija

Stockholmska konvencija o postojanim organskim onečišćujućim tvarima (Stockholmska konvencija) prihvaćena je 2001. godine, a stupila je na snagu 2004. godine. Stockholmska konvencija je prvotno obuhvaćala 12 POPs-ova uz promicanje aktivnosti/mjera koje je potrebno poduzeti na međunarodnoj razini u cilju zaštite ljudskog zdravlja i okoliša. Stockholmska konvencija od stranaka zahtijeva poduzimanje mjera u vidu potpunog uklanjanja/ograničavanja ili smanjivanja ispuštanja POPs-ova u okoliš. Između ostalog, Stockholmska konvencija obvezuje stranke da:

- zabrane i/ili uklone proizvodnju, uporabu, izvoz i uvoz namjerno nastalih POPs-ova navedenih u Dodatku A Konvencije ,
- ograniče proizvodnju, uporabu, izvoz i uvoz namjerno nastalih POPs-ova navedenih u Dodatku B Konvencije,
- smanje ili uklone ispuštanja nenamjerno proizvedenih POPs-ova



navedenih u Dodatku C Konvencije.

Trenutno se na popisu Stockholmske konvencije nalazi 26 POPs-ova, a popis se kontinuirano proširuje.

PCB-i se nalaze na popisu Stockholmske konvencije u Dodatku A dijelu II. te za njih vrijedi sljedeće:

- Uporaba PCB-a u postojećoj opremi (npr. transformatorima i kondenzatorima) dopuštena je najkasnije do 2025. godine. Stranke moraju promicati mjere za smanjenje izloženosti PCB-ima.
- Uklanjanje PCB opreme mora se provesti na način prihvatljiv za okoliš.
- Opremu koja sadrži više od 10% PCB-a i volumene veće od 5 litara i više od 0,05% PCB-a i volumene veće od 5 litara potrebno je identificirati, označiti i ukloniti iz uporabe
  - Nastojati identificirati i ukloniti iz uporabe opremu koja sadrži više od 0,005 % PCB-a i volumene veće od 0,05 litara.
  - Postići okolišno prihvatljivo gospodarenje otpadom i opremom koji sadrže PCB sa sadržajem PCB-a iznad 0,005% što je prije moguće, ali najkasnije do 2028. godine.

Dodatne informacije: <http://chm.pops.int/>

## Baselska konvencija

Konvencija o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju stupila je na snagu 1992. godine. Zakon o potvrđivanju Baselske konvencije o nadzoru prekograničnog prometa opasnog otpada i njegovu odlaganju (NN - MU, broj 3/94) stupio je na snagu 7. kolovoza 1994. godine, te je time Republika Hrvatska postala stranka.

Cilj Baselske konvencije je zaštititi ljudsko zdravlje i okoliš od štetnih utjecaja koji proizlaze iz stvaranja, gospodarenja, prekograničnog prometa i zbrinjavanja opasnog i drugih vrsta otpada.

Dodatne informacije: <http://www.basel.int/>

## Roterdamska konvencija

Konvencija o prethodnom informiranom pristanku za određene opasne kemikalije i pesticide u međunarodnoj trgovini, međunarodni je sporazum osmišljen kako bi se olakšalo informirano odlučivanje po zemljama s obzirom na trgovinu opasnih tvari. Konvencija je stupila na snagu 24. veljače 2004. godine. Ciljevi Roterdamske konvencije su promicanje zajedničke odgovornosti

i suradnja između stranaka u međunarodnoj trgovini nekih opasnih kemikalija, kako bi se zaštitilo zdravlje ljudi i okoliš od potencijalne štete, te pridonijeti okolišno prihvatljivom korištenju opasnih tvari. Dodatne informacije: <http://www.pic.int/>

## ZAKONODAVSTVO EUROPSKE UNIJE I NACIONALNO ZAKONODAVSTVO U PODRUČJU UPRAVLJANJA OPREMOM I GOSPODARENJA OTPADOM KOJI SADRŽE PCB

### ZAKONODAVSTVO EUROPSKE UNIJE

S obzirom na to da dijele zajednički cilj zaštite zdravlja ljudi i zaštite okoliša od opasnih kemikalija i otpada, ove tri konvencije blisko surađuju te njihova tijela donose zajedničke odluke u područjima preklapanja njihovog djelovanja.

*Uredba (EZ) br. 850/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o postojanim organskim onečišćujućim tvarima i izmjeni Direktive 79/117/EEZ (SL L 158, 30.4.2004) - u daljnjem tekstu POPs Uredba.*

Glavni cilj POPs Uredbe je zaštita okoliša i zdravlja ljudi od postojanih organskih onečišćujućih tvari (POPs). POPs Uredba sadrži odredbe o proizvodnji, stavljanju na tržište i korištenju POPs-ova, upravljanju zalihama i otpadom koji sadrži POPs-ove, te niz mjera za smanjenje nenamjernog ispuštanja POPs-ova.

Na popis POPs-ova uključene su tvari koje podliježu Stockholmskoj konvenciji i/ili Protokolu o postojanim organskim onečišćujućim tvarima (uz Konvenciju o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka). POPs Uredba stupila je na snagu 20. svibnja, 2004. godine i izravno se primjenjuje u svim državama članicama Europske unije.

Opća i specifična izuzeća ograničena su na najmanju moguću mjeru. Vezano uz otpad koji sadrži POP-ove, POPs Uredbom propisano je:

- Otpad koji se sastoji, sadrži ili je onečišćen POP-ovima mora se odmah zbrinuti ili oporabiti na način koji osigurava da se sadržaj POPs-ova uništi ili nepovratno transformira.

- Zabranjuju se postupci zbrinjavanja ili uporabe koji mogu dovesti do uporabe, recikliranja, regeneracije ili ponovne upotrebe POPs-ova.

- Utvrđene su granične vrijednosti koncentracija za sadržaj POPs-ova u otpadu u Dodatku IV.

- Kada je sadržaj POPs-ova ispod graničnih vrijednosti koncentracija otpad se smije zbrinuti ili oporabiti u skladu s relevantnim zakonodavstvom.

- U dodatku V propisane su metode kojima se određene vrste otpada koji sadrži POPs-ove ispod graničnih vrijednosti mogu obrađivati u slučaju kada uništenje ili nepovratna transformacija nisu okolišno prihvatljivi.

*Direktiva 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenoga 2008. o otpadu i stavljanju izvan snage određenih direktiva (SL L 312, 22.11.2008)*

Ovom se Direktivom utvrđuju mjere za zaštitu okoliša i zdravlja ljudi sprečavanjem ili umanjnjem štetnih učinaka proizvodnje otpada i gospodarenja otpadom i umanjnjem sveukupnih učinaka uporabe resursa te poboljšanjem efikasnosti te uporabe.

*Direktiva Vijeća 96/59/EZ od 16. rujna 1996. o zbrinjavanju polikloriranih bifenila i polikloriranih terfenila (PCB/PCT) (SL L 243, 24.09.1996)*

Svrha ove Direktive je uskladiti zakonodavstva država članica o kontroliranom zbrinjavanju PCB-a, dekontaminaciji ili zbrinjavanju opreme koja sadrži PCB-e i/ili zbrinjavanju rabljenih PCB-a, kako bi se oni u potpunosti uklonili, na temelju odredaba ove Direktive.

## NACIONALNO ZAKONODAVSTVO

Osnovno nacionalno zakonodavstvo relevantno za područje upravljanja opremom i gospodarenja otpadom koji sadrže PCB, usklađeno sa zakonodavstvom Europske unije je sljedeće:

- Zakon o zaštiti okoliša (NN, br. 80/13, 153/13 i 78/15)
- Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 850/04 o postojanim organskim onečišćujućim tvarima (NN, broj 148/13)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom, (NN, broj 94/13)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN, br. 21/14, 52/14, 121/15 i 132/15)
- Pravilnik o gospodarenju polikloriranim bifenilima i polikloriranim terfenilima (NN, broj 103/14)
- Pravilnik o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom (NN, br. 42/14, 48/14, 107/14 i 139/14)
- Zakon o zaštiti zraka (NN, br. 130/11 i 47/14)
- Zakon o vodama (NN, br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14)
- Uredba o standardu kakvoće voda (NN, br. 73/13, 151/14 i 78/15)
- Uredba o izradi i provedbi dokumenata strategije upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem (NN, broj 112/14)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri radu s tvarima koji sadrže poliklorirane bifenile, poliklorirane naftalene i poliklorirane terfenile (NN, broj 7/89)

Propisima u području upravljanja PCB-ima postavljeni su zahtjevi za sigurno upravljanje opremom i otpadom koji sadrže PCB. U okviru Stockholmske konvencije i Baselske konvencije izrađen je niz vodiča za provedbu zahtjeva konvencija.

Dodatne informacije: (<http://chm.pops.int/Implementation/IndustrialPOPs/PCBs/Guidance/tabid/665/Default.aspx>).

U ovom poglavlju sažeti su osnovni zahtjevi i smjernice za postizanje sigurnog i okolišno prihvatljivog upravljanja opremom i gospodarenja otpadom koji sadrže PCB.

**Otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Otpadom se smatra svaki predmet ili tvar čije su sakupljanje, prijevoz i obrada nužni u cilju zaštite javnog interesa.**

## OKOLIŠNO PRIHVATLJIVO UPRAVLJANJE OPREMOM I GOSPODARENJE OTPADOM KOJI SADRŽE PCB

PCB-i su:

- poliklorirani bifenili
- poliklorirani terfenili
- monometiltetraklorodifenilmetan, monometildiklorodifenilmetan, monometildibromodifenilmetan
- svaka mješavina koja sadrži navedene tvari u ukupnoj količini većoj od 0,005% ukupne mase.

**Dekontaminacija** je svaki postupak kojim se omogućava da se oprema, građevine, materijali, tekućine ili neke druge tvari kontaminirane PCB-ima ponovno uporabe, oporabe i/ili zbrinu u sigurnim uvjetima, što može uključivati postupke kojima se PCB-i zamjenjuju odgovarajućim tekućinama koje ne sadrže PCB;

**Oprema koja sadrži PCB** (PCB oprema) je svaka oprema i uređaj koji sadrže ili su sadržavali PCB (transformatori, kondenzatori, spremnici koji sadrže PCB i sl.), a nisu dekontaminirani. S opremom koja može sadržavati PCB postupa se kao da sadrži PCB osim ako se iz dokumentacije o njezinoj proizvodnji i održavanju ili analizom akreditiranog laboratorija ne dokaže da ne sadrži PCB;

**Otpadni PCB** je svaki PCB koji predstavlja otpad u smislu Zakona o održivom gospodarenju otpadom. U otpadni PCB ubraja se i PCB u opremi koja je namijenjena zbrinjavanju te bilo koji otpadni predmet, materijal ili tekućina koji sadrži ili je onečišćen PCB-om;

**Posjednik** je svaka pravna ili fizička osoba koja proizvodi i/ili posjeduje PCB, otpadni PCB i/ili opremu koja sadrži PCB.

## Opći zahtjevi

Zabranjeno je:

- ispuštati PCB ili otpadni PCB u okoliš,
- puniti ili nadopunjavati transformator PCB-om,
- odvajati PCB od ostalih tvari radi njihove ponovne uporabe,
- spaljivati PCB ili otpadni PCB na moru,
- privremeno skladištiti PCB, otpadni PCB ili opremu koja sadrži PCB, duže od 12 mjeseci prije postupka dekontaminacije ili postupaka zbrinjavanja,
  - proizvoditi, stavljati na tržište i upotrebljavati PCB pojedinačno, u proizvodima ili kao sastavni dio proizvoda, izuzev primjene sukladno članku 4. POPs Uredbe.
    - Otpad koji sadrži PCB mora se zbrinuti na način koji osigurava da se sadržaj PCB-a uništi ili nepovratno transformira te da preostali otpad ne pokazuje svojstva PCB-a.
    - Granična vrijednost sadržaja PCB u otpadu iznosi 50 mg/kg.
    - U slučaju zbrinjavanja PCB-a i otpadnih PCB-a postupkom spaljivanja, primjenjuje se poseban propis kojim se propisuje termička obrada otpada.
    - PCB-i se mogu obraditi i drugim postupcima ukoliko se njima postižu barem jednake norme sigurnosti okoliša u odnosu na spaljivanje, ukoliko je štetni utjecaj na okoliš manji ili jednak te ukoliko takvi postupci udovoljavaju tehničkim uvjetima opisanim kao najbolje dostupne tehnike. Postupci moraju ispuniti zahtjeve POPs Uredbe.

## Obveze posjednika

Posjednik je dužan osigurati dekontaminaciju i/ili zbrinjavanje PCB-a, otpadnih PCB-a i opreme koja sadrži PCB sukladno propisima.

Otpadni PCB-i mogu se privremeno skladištiti samo u posebno namijenjenim prostorima ili uređajima, odvojeno od drugog otpada i zapaljivih tvari i na način koji omogućava njihovo zbrinjavanje.

Posjednik opreme dužan je popisati i prijaviti opremu s volumenom PCB-a većim od

5 dm<sup>3</sup> na posebnom obrascu koji sadrži sljedeće :

- podatke o posjedniku,
- detaljan opis opreme koja sadrži PCB,
- informacije o skladištenju otpada koji sadrži PCB,
- plan dekontaminacije i/ili zbrinjavanja.

Posjednik je dužan popisati i prijaviti i opremu koja nije u upotrebi.

Za opremu koja sadrži PCB u stopi od 0,05% do 0,005% ukupne mase tekućine, posjednik mora uz prijavu priložiti i rezultate mjerenja koji dokazuju da je sadržaj PCB-a u tekućini između 0,05 % i 0,005 % ukupne mase tekućine.

## Označavanje opreme

Oprema s volumenom PCB-a većim od 5 dm<sup>3</sup> mora biti označena sukladno posebnom propisu o zaštiti na radu pri radu s tvarima koje sadrže PCB. Oznaka mora biti stavljena i na vratima prostorija u kojima je smještena takva oprema.

Oprema koja sadrži PCB u stopi od 0,05% do 0,005% može biti označena kao »onečišćena PCB-om s manje od 0,05%«.

Dekontaminirana oprema označava se oznakom

### DEKONTAMINIRANA PCB OPREMA

**Tekućina, koja je sadržavala PCB, izmijenjena je:**

s \_\_\_\_\_  
(naziv zamjenske tekućine)

dana \_\_\_\_\_  
(datum)

od \_\_\_\_\_  
(tvrka)

**Postotak PCB od mase tekućine u opremi:**

Stara tekućina \_\_\_\_\_

Zamjenska tekućina \_\_\_\_\_

## GOSPODARENJE OTPADOM KOJI SADRŽI PCB

### Plan dekontaminacije

Posjednik opreme s volumenom PCB-a većim od 5 dm<sup>3</sup> mora izraditi plan dekontaminacije i/ili zbrinjavanja popisane opreme i u njoj sadržanih PCB-a.

Plan dekontaminacije mora sadržavati podatke o:

- količini i sadržaju PCB-a u opremi,
- postojećim i predviđenim postupcima za sprječavanje štetnog utjecaja na okoliš,
- postojećim i predviđenim postupcima zamjene sadržaja i dekontaminacije,
- opremi i uređajima koji sadrže PCB,
- postupku zbrinjavanja PCB-a.

Posjednik je dužan poduzeti sve potrebne mjere kako bi osigurao da se transformatori i druga oprema sa sadržajem PCB-a iznad 0,05% ukupne mase tekućine dekontaminiraju.

### Identifikacija otpada

Identifikacija otpada koji sadrži PCB prvi je korak za učinkovito okolišno prihvatljivo gospodarenje.

Za opremu u zatvorenim sustavima (transformatori i kondenzatori) općenito je moguće ustanoviti sadrži li PCB pregledom podataka o opremi, uputa proizvođača kao i uzimajući u obzir godinu proizvodnje. Ukoliko postoji sumnja da je otpad onečišćen PCB-om, a nema dodatnih podataka potrebno je napraviti analizu i mjerenje sadržaja PCB-a u skladu s propisanim metodama određenim standardima i njihovim ažuriranim verzijama kako slijedi:

- HRN EN 12766–1:2002, HRN EN 12766–2:2002 i HRN EN 12766-3:2008 - određivanje sadržaja PCB-a i srodnih proizvoda u naftnim proizvodima i rabljenim uljima,
- HRN EN 61619:2002, - za određivanje sadržaja PCB-a u izolacijskim tekućinama

## Popis otpada koji sadrži PCB prema ključnim brojevima:

13 01 01*	hidraulična ulja koja sadrže polikloriranebifenile (PCB)
13 03 01*	otpadna izolacijska ulja i ulja za prijenos topline, koja sadrže PCB-e
15 01 10*	ambalaža koja sadrži ostatke opasnih tvari ili je onečišćena opasnim tvarima
15 02 02*	apsorbensi, filtarski materijali (uključujući filtere za ulje koji nisu na drugi način specificirani), tkanine i sredstva za brisanje i upijanje i zaštitna odjeća, onečišćeni opasnim tvarima
16 01 09*	komponente koje sadrže PCB-e
16 02 09*	transformatori i kondenzatori koji sadrže PCB-e
16 02 10*	odbačena oprema koja sadrži PCB-e ili je onečišćena istima, a nije navedena pod 16 02 09
16 02 15*	opasne komponente izvađene iz odbačene opreme
17 04 10*	kabelski vodiči koji sadrže ulje, ugljeni katran i druge opasne tvari
17 05 03*	zemlja i kamenje koji sadrže opasne tvari
17 09 02*	građevinski otpad i otpad od rušenja koji sadrži polikloriranebifenile (PCB) (npr. sredstva za brtvljenje koja sadrže PCB-e, podne obloge na bazi smola koje sadrže PCB-e, nepropusni prozorski elementi od izostakla koji sadrže PCB-e, kondenzatori koji sadrže PCB-e
19 02 08*	tekući gorivi otpad koji sadrži opasne tvari
19 02 09*	kruti gorivi otpad koji sadrži opasne tvari
19 10 03*	pahuljasta frakcija i prašina, koja sadrži opasne tvari
19 12 06*	drvo koje sadrži opasne tvari
19 12 11*	ostali otpad (uključujući mješavine materijala) od mehaničke obrade otpada, koji sadrži opasne tvari
19 13 01*	kruti otpad nastao pri remedijaciji tla koji sadrži opasne tvari
20 01 35*	odbačena električna i elektronička oprema koja nije navedena pod 20 01 21 i 20 01 23, koja sadrži opasne komponente
20 01 37*	drvo koje sadrži opasne tvari
20 03 07	glomazni otpad



## Rukovanje otpadom

Električna oprema kao što su transformatori i kondenzatori ima dugi vijek trajanja i do nekoliko desetljeća. U slučaju rukovanja takvom otpadnom opremom posebnu je pozornost potrebno obratiti na mogućnost curenja PCB-a zbog korozije opreme. Također opremu je potrebno pažljivo prenositi da ne bi došlo do oštećenja.

S obzirom na štetna svojstva PCB-a, potrebno je odgovorno postupati pri radu i korištenju uređaja koji sadrži PCB te u skladu s tim poduzeti niz aktivnosti kako bi se zaštitilo zdravlje radnika i spriječila mogućnost onečišćenja okoliša:

- Svi uređaji, kao i radni prostori u kojima se nalaze PCB-i moraju biti propisno označeni znakovima upozorenja i opasnosti.
- Radnici koji rade s uređajima na bazi PCB-a moraju biti osposobljeni za rad na siguran način.
- Prilikom rukovanja otpadom koji sadrži PCB, radnici trebaju nositi zaštitnu opremu: odijelo (HRN EN 13034) i rukavice (HRN EN 374) od butila, neoprena, PVC-a ili Viton rukavice; zaštitnu obuću (HRN EN 13832) te naočale ili vizir (HRN EN 166) koji štite od prskanja.
- U slučaju rada s koncentracijama PCB-a iznad graničnih vrijednosti izloženosti (0,1 mg/m<sup>3</sup>), za zaštitu dišnog sustava koristiti samostalni uređaj za disanje (npr. s otvorenim krugom sa stlačenim zrakom – HRN EN 137).
- Onečišćenu opremu treba temeljito dekontaminirati nakon uporabe.

## Prijevoz

Otpad koji sadrži PCB mora se transportirati na način da se izbjegne slučajno prolijevanje. Prije prijevoza bilo bi dobro napraviti plan intervencija za slučaj da dođe do izlivanja, požara ili drugih opasnosti koje bi mogle nastati tijekom prijevoza.

Otpad je potrebno pakirati, označiti i prevoziti u skladu sa Zakonom o prijevozu opasnih tvari (NN, broj 79/07) odnosno Europskim sporazumom o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (ADR) (NN-MU br. 05/08, 02/11, 03/13 i 03/15)

S obzirom na to da u Republici Hrvatskoj ne postoje postrojenja za zbrinjavanje ove vrste otpada isti se mora izvoziti na zbrinjavanje izvan Republike Hrvatske. Izvoz otpada koji sadrži PCB mora se provoditi u skladu s Baselskom konvencijom, Uredbom (EZ) br. 1013/06 Europskog parlamenta i vijeća o otpremi pošiljaka otpada (SL L 190, 12.7.2006.) te odredbama Zakona o održivom gospodarenju

otpadom.

Otpad koji sadrži PCB treba pravilno pakirati prije uskladištenja ili prijevoza:

- Ako je izolacijsko ulje izdvojeno treba ga pakirati odvojeno od tijela transformatora. Postupak izdvajanja izolacijskog ulja treba obavljati stručno osoblje.
- Tekući otpad treba staviti u čelične spremnike s dvostrukom zaštitom ili pohraniti u specijalne odobrene spremnike prema propisima o prijevozu opasnih tvari.
- Manju opremu, s izolacijskim uljem ili bez njega, treba staviti u spremnik zajedno s adsorbirajućim materijalom kako bi se spriječilo prekomjerno pomicanje opreme u spremniku i po potrebi upila tekućina. Veći broj manje opreme može se pohraniti u isti spremnik tako dugo dok je u njemu odgovarajuća količina adsorbirajućeg materijala.

## Skladištenje

Otpadni PCB-i mogu se privremeno skladištiti samo u posebno namijenjenim prostorima ili uređajima, odvojeno od drugog otpada i zapaljivih tvari.

Tehnički uvjeti za privremeno skladištenje opasnog otpada definirani su Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN, br. 23/14, 51/14, 121/15 i 132/15.). Otpad koji sadrži PCB treba skladištiti odvojeno po svojstvu, vrsti i agregatnom stanju. Skladište mora biti zatvoreno, natkriveno, izgrađeno od čvrstog materijala i opremljeno na način da se spriječi rasipanje ili prolijevanje otpada i širenje prašine.

Podna površina skladišta mora biti lako periva i otporna na djelovanje otpada koji se skladišti, a skladište mora biti opremljeno prirodnom ventilacijom. Oprema za gašenje požara treba biti osigurana i skladište mora biti pod neprekidnim nadzorom.

Nadalje, skladište mora biti opremljeno primarnim spremnicima za skladištenje otpada koji su:

1. izrađeni od materijala otpornog na djelovanje uskladištenog otpada,
2. izrađeni na način koji omogućava sigurno punjenje, pražnjenje, provjetravanje, uzimanje uzoraka te po potrebi osigurati nepropusno zatvaranje,
3. označeni čitljivom oznakom koja sadrži podatke o nazivu posjednika otpada, ključni broj i naziv otpada, datum početka skladištenja otpada, naziv proizvođača otpada, te oznaku odgovarajućeg opasnog svojstva otpada.

Za skladištenje tekućeg otpada i otpada koji sadrži tekućine mora biti osiguran sekundarni spremnik kapaciteta:

- od najmanje 110% kapaciteta najvećeg primarnog spremnika koji se nalazi na slijevnoj površini tog sekundarnog spremnika, odnosno
  - 25% kapaciteta svih primarnih spremnika na istoj slijevnoj površini.
- Odvodi tekućine sa slijevne površine skladišta, ukoliko postoje, moraju biti povezani s nepropusnim kolektorom do spremnika za obradu otpadne vode. Sekundarni spremnik i slijevna površina ne smiju imati oštećenja uslijed kojih može doći do ispuštanja otpada u okoliš.

## Dekontaminacija

Transformatori i druga oprema sa sadržajem PCB-a iznad 0,05% ukupne mase tekućine dekontaminiraju se na sljedeći način:

- dekontaminacija mora smanjiti sadržaj PCB-a ispod 0,05% ukupne mase tekućine i po mogućnosti na razinu ne višu od 0,005% ukupne mase tekućine,
- zamjenska tekućina koja ne sadrži PCB mora predstavljati znatno manju opasnost,
  - zamjena tekućine ne smije ugroziti kasnije zbrinjavanje PCB-a,
  - dekontaminirani transformator ili drugi uređaj, mora se označiti oznakom za dekontaminiranu PCB opremu.
- Transformatori i drugi uređaji čiji je sadržaj PCB-a u tekućini između 0,05% i 0,005% ukupne mase tekućine moraju se dekontaminirati prema propisanim uvjetima i/ili zbrinuti na kraju njihova radno korisnog vijeka, pod uvjetom da su PCB-i koje oni sadrže u skladu s tehničkim normama ili specifikacijama glede izolacijskih svojstava te pod uvjetom da su uređaji u dobrom radnom stanju i da ne propuštaju. Dekontaminacija se mora obavljati isključivo:
  - na područjima u kojima se opasnost od ispuštanja u okoliš može svesti na minimum i brzo otkloniti,
  - na područjima koja nisu povezana s proizvodnjom ili preradom hrane ili stočne hrane,
  - uz mjere zaštite od nestanka struje koji bi mogao rezultirati požarom,
  - uz redovit pregled opreme radi ustanovljavanja propuštanja,
  - uz poštivanje krajnjeg roka za uklanjanje iz uporabe opreme prema Stockholmskoj konvenciji, a koji je 2028. godina.

## Zbrinjavanje otpada

Dozvoljeni su sljedeći postupci za zbrinjavanje otpada koji sadrži PCB:

**D9** fizikalno-kemijska obrada

**D10** spaljivanje na kopnu.

Postupci se moraju primijeniti na način da se osigura uništavanje ili nepovratna transformacija sadržaja PCB-a u otpadu.

Razina uništenja ili nepovratne transformacije mora biti takva da nakon provedenih postupaka razine emisija u zrak i vode budu u skladu s propisanim graničnim vrijednostima te da nema utjecaja na propisane standarde kvalitete okoliša. U krutom ostatku sadržaj PCB-a mora biti ispod 50 mg/kg.

Postupci uništavanja i nepovratne transformacije moraju se provoditi u skladu sa zahtjevima najboljih raspoloživih tehnika i najboljih praksi u zaštiti okoliša.

Neke od komercijalno dostupnih tehnika uništavanja i nepovratne transformacije sadržaja PCB-a su:

- redukcija alkalijskih metala
- katalitička dekompozicija u lužnatom mediju,
- katalitička deklorinacija plinovitim vodikom,
- suspaljivanje u cementnim pećima,
- termokemijska redukcija plinske faze,
- spaljivanje opasnog otpada,
- piroliza u ionizirajućoj plinskoj fazi (struja plazme),
- dekompozicija uslijed termičke dekompenzacije u struji plazme (ionizirajuća plinska faza),
- oksidacija u vodenoj otopini iznad i ispod superkritičnih parametara.

## ZAMJENSKA SREDSTVA ZA PCB

Kriteriji odabira zamjene za PCB u transformatorima temelje se na karakteristikama i svojstvima zamjenskih dielektričnih tekućina, dizajnu transformatora, protupožarnim zahtjevima, troškovima i lokalnoj praksi. Nekoliko važnijih zamjenskih dielektrika navedeno je niže.

- Mineralna ulja

Nekad su bila konvencionalna ulja koja su se koristila kao dielektrici prije PCB-a. Zbog visoke zapaljivosti, primjena im je bila ograničena. Međutim, budući da mineralna ulja imaju svoje prednosti kao što su niski troškovi, niska toksičnost i visoka fluidnost, mogu se puniti u transformatore koji se nalaze ili rade u uvjetima relativno niskog rizika od požara.

- Silikonska ulja

Iako ova vrsta dielektričnih ulja nije toksična i ne sadrži klor ima mnogo nedostataka, kao što su: visoka viskoznost (stoga nisu prikladni za hlađenje); visoki koeficijent toplinskog širenja što može zahtijevati izmjenu transformatora; osjetljivost na vodu; formiraju oblik silicijevog dioksida koji tijekom spaljivanja otežava obradu plina. Osim toga, transformatori napunjeni silikonskim uljima imaju nižu električnu učinkovitost.

- Materijali na bazi estera

Zbog svojih povoljnih karakteristika prirodni i sintetski esteri idealna su zamjena za PCB. Imaju nisku viskoznost, visoku specifičnu toplinu, visoku točku zapaljenja i odlična dielektrična svojstva i ne utječu na učinkovitost transformatora. Glavni nedostatak estera su njihovi veliki troškovi.

Ostale mogućnosti za zamjenu PCB-a mogla bi biti teška ulja, neki klorirani ugljikovodici, prirodna ulja iz biomase i sl.

## **Bilješke:**



Ovu brošuru je izradilo Ministarstvo zaštite okoliša i energetike uz pomoć financijskih sredstva Međunarodnog fonda za okoliš (GEF).



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE  
OKOLIŠA I ENERGETIKE



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY  
INVESTING IN OUR PLANET