

Projektna kancelarija  
Tehnološko-metalurški fakultet  
Univerziteta u Beogradu

Adresa: Karnegijeva 4  
11000 Beograd  
Republika Srbija

#### Kontakt

Telefon: (+381) 11 3303-707

(+381) 11 3303-708

Fax: (+381) 11 3370-387

Email: [office@PCBsSerbia.rs](mailto:office@PCBsSerbia.rs)

Web: <http://www.PCBsSerbia.rs>



## Tehnički vodič za upravljanje PCB-om u Republici Srbiji



TEHNIČKI VODIČ JE PRIPREMLJEN U SKLOPU PROJEKTA "PRAVILNO UPRAVLJANJE I FINALNO ODLAGANJE PCB-A U REPUBLICI SRBIJI"



## UVOD

Ovaj tehnički vodič daje smernice za bezbedno upravljanje (ESM) otpadom koji se: sastoji, sadrži ili je kontaminiran heksabrombifenilima (HBB), polibromovanim bifenilima (PBB), polihlorovanim bifenilima (PCB) ili polihlorovanim terfenilima (PCT) štetnim po životnu sredinu, a u skladu sa odlukama donetim na sastancima Konferencija ugovornih strana i radnih tela dva multilateralna sporazuma iz oblasti zaštite životne sredine u delu hemikalija i otpada. U Aneksu A Stokholmske konvencije dat je trenutno važeći spisak PCB jedinjenja. HBB je uvršćen u Aneks A Stokholmske konvencije 2009. godine, koji je revidiran amandmanom iz 2010. godine.

Vodič je izrađen u okviru projekta „Full-sized Project to Implement an Environmentally Sound Management and Final Disposal of PCBs in the Republic of Serbia“, UNIDO ID 100313.

Predmetni tehnički vodič odnosi se na PCB jedinjenja i HBB jedinjenja, uključujući PCT i PBB jedinjenja, osim HBB, kao vrsta ili kategorija supstanci, sličnih fizičko-hemijskih i toksikoloških osobina. Ostala poglavlja vodiča odnose se na upravljanje otpadom.

Nenamerno proizvedena PCB jedinjenja nisu obuhvaćena ovim tehničkim vodičem.

## SADRŽAJ

UVOD .....	0
SKRAĆENICE I AKRONIMI .....	2
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (BRAZILSKA NACIONALNA ORGANIZACIJA ZA STANDARDE) .....	2
JEDINICE MERE.....	3
I OPIS SUPSTANCI, PROIZVODNJA, UPOTREBA I OTPAD .....	3
OPIS .....	3
PROIZVODNJA.....	4
UPOTREBA .....	6
OTPAD.....	7
UTICAJ NA ZDRAVLJE LJUDI.....	7
II KLJUČNE ODREDBE BAZELSKE I STOKHOLMSKE KONVENSIJE.....	9
BAZELSKA KONVENCIJA O KONTROLI PREKOGRANIČNOG KRETANJA OPASNIH OTPADA I NJIHOVOM ODLAGANJU.....	9
STOKHOLMSKA KONVENCIJA O DUGOTRAJNIM ORGANSKIM ZAGAĐUJUĆIM SUPSTANCAMA.....	11
ZAJEDNIČKA ODREDBE STOKHOLMSKE I BAZELSKE KONVENCIJE .....	12
<i>Granične vrednosti sadržaja PCB</i> .....	12
<i>Nivo uništenja i nepovratne transformacije sadržaja POPs</i> .....	12
METODE KOJE SU U SKLADU SA ODLAGANJIMA NA NAČIN PRIHVATLJIV ZA ŽIVOTNU SREDINU POP <sub>s</sub> OTPADA .....	14
<i>Predretman</i> .....	14
<i>Uništavanje i nepovratna transformacija</i> .....	14
<i>Ostale metode odlaganja kada je sadržaj PCB-a nizak</i> .....	14
III ZAKONODAVNI OKVIR ZA BEZBEDNO UPRAVLJANJE U ŽIVOTNOJ SREDINI (ESM).....	15
OPŠTA RAZMATRANJA .....	15
ZAKONODAVNI/REGULATORNI OKVIR.....	15
<i>Datumi prestanka proizvodnje i korišćenja POPs</i> .....	15
<i>Preporuke za prekogranično kretanje</i> .....	15

<i>Specifikacija za kontejnere, opremu, zbirni kontejneri i skladište koji sadrže PCB</i> .....	16
<i>Bezbednost i zdravlje</i> .....	16
<i>Specifikacija prihvatljivih analitičkih i metoda uzorkovanja za PCB</i> .....	16
<i>Preporuke za tretman i odlaganje opasnog otpada</i> .....	16
<i>Opšti zahtevi za učešće javnosti</i> .....	17
<i>Kontaminirane lokacije</i> .....	17
IV SMERNICE ZA UPRAVLJANJE PCB NA EKOLOŠKI PRIHVATLJIV NAČIN	18
UPRAVLJANJE PCB U ZATVORENIM SISTEMIMA .....	18
<i>Plan upravljanja PCB</i> .....	18
TRANSFORMATORI .....	18
<i>Distribucija materijala u transformatoru</i> .....	19
<i>Mineralni uljni transformatori</i> .....	19
KONDENZATORI.....	20
<i>Uloga kondenzatora</i> .....	20
FIZIČKO-HEMIJSKE OSOBINE PCB-A KOJI SE KORISTI U ELEKTRO OPREMI .....	20
ODRŽAVANJE OPREME KOJA SADRŽI PCB .....	21
<i>Održavanje PCB opreme tokom servisa</i> .....	21
<i>Najbolja radna praksa</i> .....	22
<i>Inspekcija transformatora koji sadrži PCB</i> .....	22
ZAMENA PCB-A.....	24
<i>Zamena tečnosti</i> .....	24
<i>Ugradnja novog uređaja</i> .....	25
PREVENCIJA I MINIMIZIRANJE NASTAJANJA OTPADA .....	25
IDENTIFIKACIJA OTPADA .....	26
<i>Identifikacija</i> .....	27
INVENTAR .....	27
UZORKOVANJE, ANALIZE I MONITORING.....	28
<i>Uzorkovanje</i> .....	28
<i>Analize</i> .....	36
<i>Monitoring</i> .....	39
RUKOVANJE, SAKUPLJANJE, PAKOVANJE, OBELEŽAVANJE, TRANSPORT I SKLADIŠTENJE .....	39
<i>Rukovanje</i> .....	40
<i>Sakupljanje</i> .....	42
<i>Pakovanje</i> .....	43
<i>Obeležavanje</i> .....	45

<i>Transport</i> .....	45
<i>Skladištenje</i> .....	52
<b>ODLAGANJE NA NAČIN PRIHVATLJIV PO ŽIVOTNU SREDINU</b> .....	56
<i>Predtretman</i> .....	56
<i>Posebne preporuke za PCB</i> .....	56
<i>Metode destrukcije i nepovratne transformacije</i> .....	57
<i>Ostale metode odlaganja koje se primenjuju u slučajevima kada nije moguća primena ni destrukcije niti ireverzibilne transformacije</i> .....	59
<i>Ekološki prihvatljiva remedijacija</i> .....	60
<b>BEZBEDNOST I ZDRAVLJE</b> .....	60
<i>Visokorizične situacije</i> .....	60
<i>Niskorizične situacije</i> .....	61
<b>ODGOVOR NA HEMIJSKI UDES</b> .....	61
<i>Vrste kvarova</i> .....	62
<i>Opšte tehničke mere bezbednosti</i> .....	63
<i>Preventivne mere koje treba preduzeti protiv rizika od "hladne kontaminacije"</i> .....	63
<i>Preventivne mere koje treba preduzeti protiv rizika od "vruće kontaminacije"</i> .....	64
<i>Preventivne mere koje treba preduzeti protiv rizika od nesreće izazvane električnim kvarom ili požarom</i> .....	0
<i>Dodatna zaštita</i> .....	0
<i>Postupci u slučaju udesa</i> .....	66
<i>Mere prve pomoći</i> .....	68
<b>PRILOZI</b> .....	68
<b>PRILOG 1</b> .....	68
<b>PROIZVOĐAČKI NAZIVI ZA PCB</b> .....	68
<b>PRILOG 2</b> .....	69
<b>NAJVAŽNIJI PROPISI KOJI SE ODNOSE NA PCB</b> .....	69
<b>PRILOG 3</b> .....	71
<b>FORMULARI ZA REGISTAR PCB</b> .....	71
<b>PRILOG 4</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>PROTOKOL ZA UZORKOVANJE</b> .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
<b>PRILOG 5</b> .....	79
<b>REFERENCE</b> .....	79

## SKRAĆENICE I AKRONIMI

ABS	Akilonitril-butadien-stiren kopolimeri (plastika)
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas (Brazilska nacionalna organizacija za standarde)
ACGIH	Američke konferencija vladinih industrijskih higijeničara
ADR	Evropski sporazum o međunarodnom drumskom transportu opasnih materija
AOAC	Zvanično udruženje poljoprivrednih hemičara (SAD)
Askarel	Komercijalni naziv PCB ulja (proizvođač Monsanto, SAD)
ATSDR	Agencija za toksične supstance i registar bolesti (SAD)
EN	Evropski standardi
ESM	bezbedno upravljanje u životnoj sredini
HBB	heksabromobifenil
HCB	heksahlorbenzen
IARC	Međunarodna agencija za istraživanje carcinoma
IMDG	Međunarodni pomorski kod za opasne materije / pomorski transport
IPCS	Međunarodni program za bezbedno upravljanje hemikalijama (Svetske zdravstvene organizacije)
ISO	Međunarodna organizacija za standard
JIS	Japanski industrijski standardi
NEN	Holandski institut za standardizaciju
NIOSH	Nacionalni institut za bezbednost i zdravlje
NVN	Holandski standardi
OEWG	Radna grupa za Bazelsku konvenciju u kojoj mogu sve Zemlje članice da uzmu učešće u radu (Otvorene radne grupe)
PBB	Polibromovani bifenil
PBDD	polibromovani dibenzo-p-dioksini
PBDF	polibromovani dibenzofuran
PCB	polihlorovani bifenil
PCDD	polihlorovani dibenzo-p-dioksin
PCDF	polihlorovani dibenzofuran
PCN	Polihlorovani naftaleni
PCT	Polihlorovani terfenil
PeCB	Pentahlorbenzen
POP	Dugotrajne (perzistentne) organske zagađujuće supstance
TEF	Ekvivalentni faktor toksičnosti
UNECE	Ekonomska komisija UN za Evropu
UNEP	Program UN za životnu sredinu
WHO	Svetska zdravstvena organizacija

## JEDINICE MERE

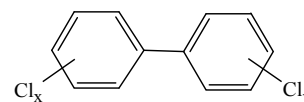
mg	Milligram
kg	Kilogram
Mg	Megagram (1,000 kg ili 1 tona)
mg/	Milligram po kilogramu. Odgovara millioniti deo (ppm) po masi.

## I OPIS SUPSTANCI, PROIZVODNJA, UPOTREBA I OTPAD

### OPIS

#### PCB jedinjenja

PCBs su sintetička aromatska jedinjenja kod kojih, atom vodonika iz bifenilnog molekula (dva prstena benzene su spojena jednostrukom ugljeničnom C-C vezom) može biti zamenjen sa najviše 10 atoma hlora. Osnovna hemijska struktura PCBs je prikazana na Slici 1; opšta molekulska formula PCBs je  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ , gde je  $n=1-10$  (CAS broj 1336-36-3). U teoriji postoji 209 kongenera, mada je samo oko 130 kongenera trenutno registrovano u komercijalnim proizvodima. Najčešće je u četiri - šest, od 10 mogućih slučajeva, vodonik zamenjen atomom hlora. U slučaju dielektričnih fluida, u upotrebi su mešavine PCB, koje uglavnom sadrže tri-, četiri- ili petohlorne homologe. Uobičajene fizičke karakteristike su, kada se radi o Arocloru 1254, najpopularnijem PCB komercijalnom proizvodu, koji sadrži najviše pentahlorbifenila, tačke ključanja od  $365^{\circ}C - 390^{\circ}C$ , specifične težine (na  $25^{\circ}C$ ) od  $1.54 g/cm^3$ , napona pare (na  $25^{\circ}C$ ) od 0.010, zatim rastvorljivost u vodi (na  $24^{\circ}C$ )  $0.057 mg/l$ , i viskoznoj tečnosti na sobnoj temperaturi. Veća zastupljenost hlora u PCB jedinjenjima dovodi praktično do nerastvorljivosti u vodi i veće hemijske postojanosti (stabilnosti).



Slika 1: Hemijska struktura PCB jedinjenja

Pošto je PCBs stabilan pri zagrevanju i biodegradaciji, jednom ispušten u životnu sredinu, on se akumulira u organskim komponentama u zemljištu, sedimentima, biološkim tkivima, i kao organski ugljenik rastvoren u vodenoj sredini, ulazi u lanac ishrane živih organizama. S obzirom da je i bioakumulativan, PCB se posebno akumulira u masnom tkivu riba i morskih sisara, tako da može dostići hiljadu puta veću koncentraciju kod jedinki koje su na vrhu lanca ishrane, nego što je u vodenoj sredini (fenomen biomagnifikacije). Celokupna populacija može