

**DELAVNICA O OBSTOJNIH ORGANSKIH  
ONESNAŽEVALIH – POPs  
(1.-2. APRIL 2003, LEK LJUBLJANA)**

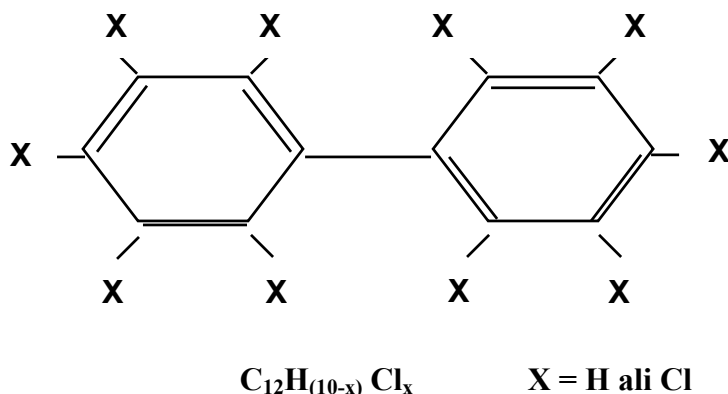
**Zbiranje in uničevanje kontaminiranih  
odpadkov  
Branka Bajde, univ.dipl.prav.**

**Ljubljana, 1.April 2003**

## DEFINICIJA PCB

### Molekularna struktura PCB

Spodnja struktura predstavlja molekulo PCB. Vsak položaj v prstanih je lahko nadomeščen z atomom klora (vsaka molekula PCB lahko vsebuje do deset atomov klora).



Slika 1.

PCB je:

- brezbarvna tekočina (včasih lahko blago rumenkaste nianse),
- z zelo karakterističnim in neugodnim vonjem,
- raži sluznico nosa, grla in oči,
- ognjevarna tekočina,
- izjemen dielektrik.

### KARAKTERISTIKE

### VREDNOSTI

Barva	150 max
Čistoča	bister
Specifična masa	1,533-1,567 kg/dm <sup>3</sup> pri 20 °C
Viskoznost	13 cSt pri 20 °C, max.
Plamenšče	ni gorljiv
Strdišče	-39 °C, max.
Vsebnost vode	30 ppm, max.
Prebojna napetost	45 kV, min.
Upornost	10 GΩm pri 90 °C, min.
Faktor diel. izgub	0,05 pri 90 °C, 50 Hz, max.

## PCB KOT EKOLOŠKI PROBLEM

Po definiciji svetovne zdravstvene organizacije (WHO) in ameriške agencije za varstvo okolja (EPA) so PCB-ji:

- ekstremno nevarni,
- toksični,
- rakotvorni,
- izjemno trajni organski kemični odpadki.

PCB-ji pridejo v vodo predvsem z industrijskimi odplakami, nalagajo se v mulju in sedimentih rek in morij. Pomembno vlogo v širjenju PCB imajo vodni organizmi, saj se PCB v njih kopiči in prek prehrabene verige prehajajo v ostale organizme. V človeški organizem vstopajo skozi prebavila, dihala in kožo.

Sumi pa se, da PCB, ko pride v človekovo telo, povzroča slabšanje imunskih procesov, povzroča kromosomske spremembe, pospešuje sterilnost in lahko povzroči nastanek tumorjev in raka (kožni rak).

Dokazano je, da zaradi bioakumulativnosti PCB v mastnem tkivu in krvni plazmi človeka, prihaja do pojavov klorovih aken, prebavnih motenj, poslabšanja vida, spremembe pigmenta na koži in poškodb sluznice nosa, grla in oči.

Onesnaževanje okolja s PCB lahko opredelimo glede na način onesnaževanja in sicer na hladno in vroče onesnaževanje okolja.

## **HLADNO ONESNAŽEVANJE OKOLJA S PCB**

Hladno onesnaževanje okolja s PCB predstavlja povečanje koncentracije PCB v vodi, zraku, zemlji in živih organizmih. Do hladnega onesnaževanja pride zaradi razprševanja, škropljenja, razsutja ali izlitja snovi, ki vsebujejo PCB kot dodatke ali zaradi razlitja oziroma izpusta čistega industrijskega PCB npr. iz transformatorja ali kondenzatorja. Prva evidentirana nesreča kot posledica hladnega onesnaževanja s PCB se je zgodila februarja 1968 na Japonskem. Nesreča je bila posledica okvare na hladilnem sistemu, polnjenem s PCB, ki je stekel v riževo olje v tovarni olja. Do odkritja je prišlo junija 1968, ko so se na kliniko Fukuaka začeli javljati bolniki s klorovimi aknam, prebavnimi motnjami, bruhanjem in izgubo pigmenta na koži. Do bolezni YUSHO je prišlo zaradi visoke koncentracije PCB pod komercialnim nazivom KANECHLOR 400 (48% klora) v riževem olju na nivoju 2.000-3.000 mg/kg. Posledica te nesreče je bila prepoved proizvodnje in uporabe PCB na Japonskem že od leta 1972.

## **VROČE ONESNAŽEVANJE OKOLJA S PCB**

Vročje onesnaževanje okolja s PCB predstavlja razpadanje PCB na zvišani temperaturi. Do vročega onesnaževanja pride ob požarih, ko snovi ali naprave polnjene s PCB nekontrolirano "gorijo" v prisotnosti zraka.

Piralenski transformatorji in kondenzatorji so negorljivi, vendar pride ob požaru v transformatorski postaji zaradi druge opreme ali zaradi "eksplozije" takšne naprave do

pirolize (termičnega razpadanja) PCB, pri tem pa se ustvarijo plini, ki vsebujejo: klorovodike (HCl), triklorobenzen (TCB), poliklorirane pirene (PCPY), poliklorirane krizene (PCCY) bolj znane kot fozgen, poliklorirane dibenzofurane (PCDF) in poliklorirane dibenzodioksine (PCDD). Posebej so nevarni PCDF in PCDD, ki se lahko oblikujejo v številnih izomerih.

Prva evidentirana nesreča na piralenskem transformatorju se je zgodila leta 1977 v Kanadi, vendar so šele nesreče leta 1981 (Binghampton, New York, ZDA), leta 1985 (Reins, Francija) in leta 1986 (Villeurbanne, Francija) zdramile javnost, saj so sredstva obveščanja namenila veliko pozornosti eksplozijam in požarom na transformatorjih.

Javnost je postala pozorna na zaplete zaradi vročega onesnaževanja s PCB po nesrečah na transformatorjih, ko se je nastajanje dioksina povežalo s katastrofalnimi nesrečami v kemičnih tovarnah v Love Canalu (Missouri, ZDA), Sevesu (Italija) in Bophalu (Indija). Dioksin je postal "slaven" po nesreči v Sevesu leta 1976.

## SLOVENSKA ZAKONODAJA O ODPANIH OLJIH IN O PCB

### ◆ predpisi s področja ravnanja z odpadki v okviru okoljske zakonodaje:

- Pravilnik o ravnanju z odpadki (Ur. list RS, št. 84/98 in spremembe in dopolnitve 45/00 in 20/01),
- Zakon o ratifikaciji Baselske konvencije o nadzoru prehoda nevarnih odpadkov preko meja in njihovega odstranjevanja, Ur.l. RS 48/93, MP št. 15/93),
- Odredba o izvozu, uvozu in tranzitu odpadkov (Ur. list RS, št. 39/96 in spremembe in dopolnitve št. 45/96, 1/97, 59/98,1/00 in 94/00),
- Uredba o ratifikaciji prilog VIII in IX ter spremembe priloge 1 k Baselski konvenciji o nadzoru nevarnih odpadkov preko meja in njihovega odstranjevanja (Ur.l. RS št. 2/2000),
- Pravilnik o ravnanju z odpadnimi olji (Ur.l. RS 85/98),
- Pravilnik o odlaganju odpadkov (Ur. list RS, št. 5/00),
- Pravilnik o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov (Ur. list RS, št. 15/00),
- Pravilnik o sežiganju odpadkov (Ur. list RS, št. 32/00),
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic nevarnih odpadkov (Ur. list RS, št. 28/00),
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Ur. list RS, št. 7/00),
- Pravilnik o monitoringu onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi (Ur. list RS, št. 5/00).

### ◆ predpisi s področja varnosti in zdravja pri delu:

- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur.l. RS št.56/99),
- Pravilnik o varstvenih ukrepih za delo s snovmi, ki vsebujejo poliklorirane bifenile, poliklorirane naftalene in poliklorirane terfenile (Ur.l. SRS 13/85).

### ◆ predpisi s področja prevoza nevarnih snovi in nevarnega blaga:

- Zakon o prevozu nevarnih snovi (Ur.l. RS 27/90 in 45/90),
- Zakon o prevozu nevarnega blaga (Ur.l. RS 79/99),

- Sklep o izvajanju zaščite in reševanja ob nesrečah z nevarnimi snovmi in nesrečah v cestnem prometu (Ur.l. RS št. 35/93).

Pravilnik o ravnanju z odpadki  
(Ur. list RS, št. 84/98, 45/00, 20/01, 13/03)

NAMEN:

- klasifikacijski seznam odpadkov in nevarnih odpadkov\*
- obvezno ravnanje z njimi
- pogoje za zbiranje, prevažanje, predelavo, odstranjevanje

Klasifikacijska št. odpadka	Naziv odpadka (VSE DEFINICIJE PCB ODPADKA)
13 01 01*	hidravlična olja, ki vsebujejo PCB
13 03 01*	olja za izolacijo ali prenos toplote, ki vsebujejo PCB
16 01 09*	sestavine, ki vsebujejo PCB
16 02 09*	transformatorji in kondenzatorji, ki vsebujejo PCB
16 02 10*	zavržena oprema, ki vsebuje ali je onesnažena s PCB in ni zajeta v 16 02 09
17 09 02*	gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov, ki vsebujejo PCB (na primer: tesnila, ki vsebujejo PCB; tlaki na osnovi smol, ki vsebujejo PCB; kondenzatorji, ki vsebujejo PCB)

Klasifikacijska št. odpadka	Naziv odpadka (ODPADKI PRI DEKONTAMINACIJI, ZAVRŽENA OPREMA)
15 01 10*	embalaža, ki vsebuje ostanke nevarnih snovi ali je onesnažena z nevarnimi snovmi
15 02 02*	absorbenti, filtrirna sredstva, čistilne krpe, zaščitne obleke, onesnaženi z nevarnimi snovmi
16 02 15*	nevarne sestavine, odstranjene iz zavržene opreme
17 04 10*	kabli, ki vsebujejo olja, premogov katran in druge nevarne snovi
17 05 03*	zemlja in kamenje, ki vsebujeta nevarne snovi
19 02 08*	tekoči gorljivi odpadki, ki vsebujejo nevarne snovi
19 02 09*	trdni gorljivi odpadki, ki vsebujejo nevarne snovi
19 12 06*	les, ki vsebuje nevarne snovi
19 12 11*	drugi odpadki (vključno z mešanicami materialov), ki nastanejo pri mehanski obdelavi odpadkov in vsebujejo nevarne snovi

19 13 01*	trdni odpadki, ki nastanejo pri sanaciji onesnažene zemlje in vsebujejo nevarne snovi
20 01 35*	zavržena električna in elektronska oprema, ki vsebuje nevarne snovi in ni zajeta v 20 01 21 in 20 01 23
20 01 37*	les, ki vsebuje nevarne snovi

---

H13: določa odpadek, iz katerega se lahko izlužijo nevarne snovi  
100 mg/kg suhe snovi

PREDELAVA ODPADKOV (D10: sežiganje odpadkov)

EVIDENČNI LIST O RAVNANJU Z ODPADKI

LETNO POROČILO O NASTAJANJU, ZBIRANJU, PREDELAVI oz.  
ODSTRANJEVANJU ODPADKOV

Pravilnik o ravnanju z odpadnimi olji  
(Ur.l. RS 85/98, 50/01)

NAMEN:

- določa obvezno ravnanje z odpadnimi olji
- pogoje zbiranja, ponovno uporabo, odstranjevanje odpadnih olj

ODPADNO OLJE:

je vsako mineralno in sintetično olje v tekočem ali poltekočem stanju, ki ni več primerno za uporabo

POSTOPEK:

- |                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| - REGENERACIJE                      | 5 ppm      |
| - RAFINACIJA                        | 50 ppm     |
| - GORIVO (ind.peč, kurilna naprava) | 10 ppm     |
| - SOSEŽIG                           | 50 ppm     |
| - ODSTRANJEVANJE (sežig)            | nad 50 ppm |

Pravilnik o odlaganju odpadkov  
(Ur. list RS, št. 5/00)

NAMEN:

- določa obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje odpadkov
- pogoji in ukrepi v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem, zapiranjem odlagališč odpadkov
- nevarne: 100 mg/l
- nenevarne: 50 mg/l
- inertne odpadke: 1 mg/l
- suha snov: 100 mg/kg

POMEMBNO: tudi z vidika ostalih odpadkov  
odlaganje na odlagališču je dovoljeno le, če je izdelana OCENA ODPADKOV

Odredba o izvozu, uvozu in tranzitu odpadkov (Ur. list RS, št. 39/96, 45/96, 1/97,  
59/98, 1/00, 94/00)

NAMEN:

- določa pogoje za izvoz, uvoz in tranzit odpadkov
- način izvajanja nadzora

DOVOLJENJE ZA IZVOZ/DOVOLJENJE ZA VEČKRATEN IZVOZ

Pravilnik o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov  
(Ur. list RS, št. 15/00, 54/02, 18/03),

NAMEN:

določa prepovedi in omejitve ter druga obvezna ravnanja pri:

- odstranjevanju PCB
- dekontaminacija PCB

DEFINICIJA PCB:

- poliklorirani bifenil/poliklorirani terfenil
- naprava, ki vsebuje PCB:
  - transformator
  - kondenzator
  - posoda z ostanki PCB
  - druga naprava, ki vsebuje ali je vsebovala PCB in ni bila dekontaminirana

+ za napravo, ki vsebuje PCB se šteje tudi naprava, za katero iz dokumentacije o njeni proizvodnji ni razvidno, da ne vsebuje PCB

IMETNIK naprave, PCB, odpadnega PCB mora poskrbeti za dekontaminacijo oz. odstranitev do 31.12.2010!

PREPOVEDANO:

- polniti, dolivati PCB v transformator
- ponovno uporabiti PCB
- pridobivati PCB z recikliranjem iz odpadnega PCB
- več kot 24 mesecev začasno skladiščiti PCB
- sežigati PCB ali odpadni PCB na ladji

MEJE:

naprava, ki vsebuje več kot 5 dm<sup>3</sup> PCB – PRIJAVA MOP

OZNAČEVANJE:

določeno s Pravilnikom o varstvenih ukrepih za delo s snovmi, ki vsebujejo poliklorirane bifenile, poliklorirane naftalene in poliklorirane terfenile

## DEKONTAMINACIJA:

imetnik naprave MORA po oddaji PCB zagotoviti DEKONTAMINACIJO naprave, predmeta, materiala ali tekočine

### PCB ODPADEK – PCB V ELEKTRO OPREMI

V Evropi so prenehali uporabljati PCB v elektro industriji v začetku osemdesetih (nazadnje je bila proizvodnja PCB ustavljena v Franciji leta 1984). Evropa se je leta 1988 poenotila glede ravnanja s piralenskimi transformatorji in kondenzatorji - tistih v obratovanju in tistih izven obratovanja z obvezo končne zamenjave te opreme do leta 2000 in nato leta 1996 ta rok podaljšala do konca leta 2010.

Slovenija je po ekološki katastrofi v reki Krupi sprejela odločbo o prepovedi uporabe PCB v letu 1985 - sanitarna republiška inšpekcija je 1.2.1985 izdala odločbo o prepovedi uporabe PCB v proizvodnji kondenzatorjev podjetju ISKRA, Tovarna kondenzatorjev Semič.

Da bi se v praksi lahko spoprijeli z reševanjem problematike piralenskih transformatorjev in kondenzatorjev, jih moramo znati med množico druge opreme, pravilno identificirati, kar včasih ni najlažje, saj v praksi primanjkuje dokumentacije, ki bi opozarjala na prisotnost PCB in tudi znanja na operativni ravni vzdrževalcev te opreme.

Naša dolžnost je ugotoviti ali v naših objektih obratuje elektro oprema polnjena s PCB, zato se moramo posluževati naslednjih pripomočkov:

- dokumentacija,
- napisna tablica na transformatorju in kondenzatorju,
- posvetovanje s proizvajalcem opreme,
- posvetovanje s specializiranim podjetjem, ki se ukvarja s PCB,
- kemična analiza dielektrika.

### PIRALENSKI TRANSFORMATORJI

Nekatere države v svetu imajo vgrajenih sto tisoče distributivnih piralenskih transformatorjev (Canada, Francija itd.), kar predstavlja ekološko in ekonomsko breme za gospodarstvo teh držav.

Z razliko od Francije, smo v Sloveniji vgradili relativno majhno število piralenskih transformatorjev.

Pri nas so v sedemdesetih letih piralenske transformatorje proizvajali v ENERGOINVEST - Tovarna transformatorjev Ljubljana, v bivši Jugoslaviji pa MINEL (prej ELEKTROSRBIJA) - Mladenovac in KONČAR - Zagreb. Povedati moramo, da ni bilo mogoče izvedeti za obseg proizvodnje piralenskih transformatorjev in s tem porabljene količine piralena pri teh proizvajalcih (ni dokumentacije).

Na osnovi zahtev veljavne zakonodaje smo dolžni ugotovili, ali je kakšen oljni transformator kontaminiran s PCB nad mejo 50 ppm in sicer vedno, ko le-ti nimajo v dokumentaciji določeno, da olje ne vsebuje PCB.

Ta problem ni zanemarljiv, saj v evropskih distribucijah ugotavljajo, da je med 10% in 20% oljnih distributivnih transformatorjev kontaminiranih s PCB nad dovoljeno mejo 50 ppm. Zato so evropska distribucijska podjetja sprejela zelo jasna navodila, da vsak oljni transformator testirajo na prisotnost PCB in sicer:

- preden gre v revizijo ali remont (popravilo aktivnega dela, regeneracija ali zamenjava olja in drugo),
- preden ga odpišejo in predajo na odpad,
- in pri prehodu lastništva transformatorja.

Na osnovi nekaterih podatkov analiz olj v elektrogospodarstvu in v industriji, žal so tudi med slovenskimi oljnimi transformatorji takšni, ki so kontaminirani s PCB nad mejo 50 ppm, lahko ocenjujemo, da gre za nekaj 100 transformatorjev in za več kot 100.000 kg kontaminiranega olja.

Piralenski transformator ob pomanjkanju dokumentacije lahko zelo enostavno prepoznamo:

- a) LNAN - na tablici nazivnih podatkov za hlajenje piše oznaka LNAN (L je oznaka za piralen oziroma askarel - pri olju je O oz. hlajenje ONAN).
- b) TABLICA - običajno je še dodatna opozorilna tablica PCB, ASKAREL, PIRALEN, CLOPHEN.
- c) BARVA - piralen je z razliko od olja prozoren oz. veliko bolj svetel, kar se vidi na oljekazu ali na steklu plinskega releja.
- d) VONJ - piralen ima z razliko od olja zelo neprijeten, smrdeč duh in draži sluznico oči, nosu in ust.
- e) TEŽA - piralen je težji od olja in vode (spec. teža  $1,55 \text{ kg/dm}^3$ ), kar bi z enostavnim testom voda-piralen dokazali v epruveti, saj bi piralen izpodrnil vodo (ostane na dnu epruvete).
- f) ANALIZA - analizo lahko opravimo s hitrim testom prisotnosti piralena (CLOR-N-OIL 50) ali s plinsko kromatografsko analizo olja v laboratoriju

## PIRALENSKI KONDENZATORJI

Majhni kondenzatorji so:

- kondenzatorji, ki so namenjeni izboljšanju faktorja moči pri fluorescenčnih, živosrebrnih, metalohalogenih in natrijevih svetilkah,
- kondenzatorji za dobivanje pomožne faze pri enofaznih in na eno fazo priključenih trifaznih motorjih.

Močnostni kondenzatorji so :

- kondenzatorji za kompenzacijo jalove energije induktivnih porabnikov (transformatorji, elektromotorji, usmerniki itd) v industrijskem omrežju do napetosti 660 V,
- sredjenapetostni kondenzatorji za izboljšanje faktorja moči v srednje in visokonapetostnih napravah, v pravilni kombinaciji z dušilkami pa jih uporabljamo za odpravo višjih harmonskih komponent v električnih omrežjih in industrijskih postrojih,
- srednjefrekvenčni kondenzatorji v nihajnih krogih naprav za indukcijsko segrevanje pri višjih frekvencah npr. v pečeh za indukcijsko taljenje visokokvalitetnih jekel, barvastih kovin itd.,
- specialni kondenzatorji za merilne transformatorje.

V naših kompenzacijskih napravah imamo najpogosteje vgrajene piralenske kondenzatorje "ISKRA", ki jih bomo spoznali po tipskih oznakah: KPK, KGV, KPS, KPV in KPVK. "ISKRA" je za motorje izdelovala piralenske kondenzatorje tip KPM in za svetilke tip KPF.

ISKRA, Semič je od leta 1962 do 1982 (1985) porabila v svoji proizvodnji nekaj manj kot 3.700 t piralena. Na osnovi povprečne porabe piralena v kondenzatorju, ki je okrog 30-35% mase kondenzatorja, lahko ocenimo, da je proizvedeno več kot 10.000 t piralenskih kondenzatorjev.

Proizvodnja v ISKRI je bila namenjena pretežno majhnim kondenzatorjem za motorje in razsvetljavo.

Po smernicah evropske skupnosti se ti kondenzatorji ne uvrščajo v kontroliran odpadek saj ne presegajo 5 dm<sup>3</sup> vsebnosti PCB.

Vgrajene piralenske kondenzatorje, ki so v poprečju stari že 20 do 30 let, moramo povezati z zelo verjetnim vročim onesnaževanjem okolja, saj so zaradi svoje že pretečene življenjske dobe ter spremenjenih napetostnih obratovalnih pogojev (prenapetosti, VHK itd) prave ekološke bombe dioksina in furana. V slovenskem prostoru imamo pogoste pojave "eksplozij" kondenzatorjev povezanih z mehanskim odprtjem ohišja.

*V kolikor bi upoštevali navodilo ameriške zakonodaje, da NN kondenzatorji lahko obratujejo 15 let, VN kondenzatorji pa največ 20 let, bi v slovenski industriji morali zamenjati že vse kompenzacijske naprave, ki vsebujejo PCB.*

Enostavni ukrepi za identifikacijo piralenskih kondenzatorjev so:

- a) TIP KONDENZATORJA - podatek na tablici vsebuje podatke o seriji kondenzatorja in je sestavljen iz števil in črk. Mogoče je ugotoviti, ali vsebuje PCB - npr. ISKRA v tipih KPK, KPVK, KTVK in KGV, KPM in KPF ima dielektrik PCB.
- b) *NAZIVNA MOČ* - podatek na tablici omogoča povezavo z dielektrikom PCB skozi razmerje moč/masa, saj so bili piralenski večji in težji od sodobnejših kondenzatorjev - masa je cca 1-1,3 kg na kvar moči.
- c) PROIZVAJALEC - podatek na tablici skoraj z gotovostjo izloča piralenske kondenzatorje, saj so npr. vsi v MINELU ali v vzhodni Evropi (SSSR, DDR itd.) izdelani kondenzatorji polnjeni s PCB. Za ISKRO se ve, da so do 1.2.1985 uporabljali PCB, itd.
- d) LETO IZDELAVE - podatek na tablici je pomemben, ker lahko iz leta proizvodnje sklepamo, ali je dielektrik PCB, saj je načeloma znano, da so npr. v Franciji prenehali proizvajati PCB leta 1984, v Nemčiji leta 1982 itd. Za ISKRO je znan prelomni datum, to je 1.2.1985 (po podatkih naj bi leta 1982 začeli s proizvodnjo KNK in KLV močnostnih kondenzatorjev brez PCB). Za MINEL in Vzhodno Evropo se ve, da so praktično do konca osemdesetih let uporabljali le PCB.
- e) DIELEKTRIK - podatek na tablici, če je zapisan, dokončno ovrže vse dvome o tem, ali gre za PCB - ISKRA je vpisovala "2-3 CD" podatek (gre za PCB z dvema ali tremi klorovimi atomi)

## OSTALA ELEKTRO OPREMA

Študije UN opozarjajo ob transformatorjih in kondenzatorjih tudi na drugo elektro opremo, ki lahko vsebuje PCB;

- odklopniki (malooljna močnostna stikala),
- hidravlični pogoni odklopnikov,
- merilni oljni transformatorji,
- električni motorji,
- mikrovalovne pečice,
- klimatske naprave,
- elektromagneti,
- napetostni regulatorji,
- vakuumske črpalke,
- oljni energetske kabli.

Zahteve okoljevarstvene zakonodaje v zvezi z elektro opremo polnjeno z olji moramo dosledno spoštovati. Pravilnik o ravnanju z odpadki, Pravilnik o ravnanju z odpadnimi olji in Pravilnik o odlaganju odpadkov to opremo uvrščajo med odpadke, ki vsebujejo nevarne snovi (lastnost H13).

Poudariti moramo, da je tako mineralno kot sintetično olje nevarna snov in ne le čisti PCB oz. olje kontaminirano s PCB.

Veliko elektro opreme polnjene z olji imamo tudi v Sloveniji, vendar do danes ni odkrita prisotnost ali kontaminacija s PCB (niso poznani primeri, da bi vzdrževalci kontrolirali vsebnost PCB v olju na primer v malooljnih odklopnikih ali merilnih transformatorjih).

## ODSTRANITEV PCB

V svetu je poznano več načinov dokončne odstranitve PCB odpadkov:

- sežig (incineration),
- kemična obdelava:
  - dekloriranje (chemical dechlorination),
  - hidriranje (hydrotreating),
- plazma (plasma arc system),
- plinska redukcija (gas phase chemical reduction),
- deponiranje (landfilling).

Pravilnik o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov omogoča v 2.členu v 6. točki odstranjevanje odpadnega PCB ali naprav določenih s Pravilnikom o ravnanju z odpadki po postopkih:

- D8, D9, D10 (sežiganje odpadkov na kopnem), D15,
- ter izjemoma D12 (ko gre za varno in globoko podzemno odlaganje v suhih slojih kamnin).

Postopek D10 uničenja PCB odpadkov (tekoči PCB, transformatorjev in kondenzatorjev) je mogoč v Franciji.

V Nemčiji po postopku D10 lahko uničijo tekoči PCB in transformatorje dokler kondenzatorje skladiščijo po postopku D12.

Vsi ostali PCB odpadki, kot so kontaminirana zemlja ali beton, se skladiščijo po postopku D12 v vseh državah uvoznicah.

## Sežig PCB odpadkov – POSTOPEK D10

Tekoči PCB pride v sežigalnico v specialnih tovornjakih v 200 l metalnih, hermetično zaprtih sodih ali drugih kontejnerjih ali v avto-cisternah, specialno grajenih za prevoz tekočega PCB. Tekoči PCB zajema tudi količine piralena, ki se po prihodu piralenskih transformatorjev in kondenzatorjev iztočijo iz teh naprav.

Vsa prispela količina tekočega PCB se zelo skrbno evidentira (predpis, osnova za obračun sežiga) in skladišči v za to specialno narejenih skladiščih ali cisternah.

Uničenje tekočega PCB se izvrši v statičnem incineratorju, ki je specialna peč za uničenje s sežigom visokokloriranih in zelo stabilnih molekul oz. PCB. Uničenje PCB dosega nivo 99,9999%.

Tekoči PCB se s propanom sežiga v statični peči pri minimalni temperaturi 1400°C oz. povprečni temperaturi približno 1500°C. Rezidentni čas oz. čas trajanja popolnega sežiga tekočega PCB je več kot 2 sekundi (določeno tudi s predpisi!). Po incineraciji oz. sežigu ni trdnih ostankov.

Trdni PCB odpadki oziroma piralenski transformatorji in kondenzatorji se v sežigalnico pripeljejo in uničijo v rotacijskem incineratorju. Uničenje PCB dosega nivo 99,9999%.

## Odlaganje PCB odpadkov – POSTOPEK D12

V Evropi se je uveljavilo odlaganje trdnih PCB odpadkov (transformatorji, kondenzatorji, kontaminirana prst...) in sicer v zapuščenih rudnikih soli. Osnovna lastnost rudnikov soli je popolnoma suh zrak, ki onemogoča korozijo kovinskih delov in je na ta način zagotovljeno trajno skladiščenje, vendar tudi Evropa ni več naklonjena skladiščenju, ker ne pripelje do končne rešitve - uničenja odpadkov.

## OZNAČEVANJE IN PRIJAVA NAPRAV KATERE VSEBUJEJO PCB

Pravilnik o varstvenih ukrepih za delo s snovmi, ki vsebujejo poliklorirane bifenile, poliklorirane naftalene in poliklorirane terfenile določa varstvene ukrepe pri delu in označevanje. Naprave, v katerih so askareli, morajo imeti na vidnem mestu pritrjen varnostni znak 3.1.-140 JUS Z.SO.001 (trikotnik s klicajem) in dodatno tablico velikosti 71x140 mm<sup>2</sup> (ASKAREL – črni napis na rumeni podlagi - natisnjeno na zadnji strani Priročnika).

Za naprave, ki vsebujejo PCB, vodi evidenco Ministrstvo za okolje in prostor (MOP), po priloženem obrazcu (Priloga 1 Pravilnika [28]):

Prijava naprave, ki vsebuje PCB

Imetnik:
Naslov:
Telefon: Faks: E-pošta:
Šifra dejavnosti:
Matična številka:
Vrsta naprave:
Lokacija naprave:
Datum postavitve naprave:
Količina PCB v napravi:
Predvideni datum in način odstranitve:
Predvideni datum Dekontaminacije:
Datum prijave:
Ime in podpis odgovorne osebe:

## DEKONTAMINACIJA

Pravilnik o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov definira dekontaminacijo "Dekontaminacija je postopek, s katerim se zagotovi, da se naprava, predmet, material ali tekočina, ki vsebuje PCB, lahko ponovno uporabi, reciklira ali varno odstrani skladno s predpisi. Za dekontaminacijo naprave se štejejo tudi drugi postopki, s katerimi se PCB nadomesti s tekočino, ki ne vsebuje PCB."

Upoštevajoč zgornjo definicijo dekontaminacije je primerno omejiti obseg dekontaminacije na tehnološko in ekonomsko smiselne postopke:

- dekontaminacija piralenskih transformatorjev s postopkom nadomestitve PCB v transformatorju (retrofilling) z drugimi tekočinami,
- čiščenje kompenzacijskih naprav, transformatorskih postaj ali drugih naprav in prostorov kontaminiranih z hladnim ali vročim onesnaženjem s PCB.

Upoštevajoč splošno tujo prakso in izkušnje bomo v nadaljevanju dekontaminacijo obravnavali glede na predmet kontaminiran s PCB in sicer:

- naprava (transformator ali kondenzator),
- tekočina,

- prostor (transformatorska postaja, kompenzacijska naprava),
- okolica (zgradbe, tla).

## DEKONTAMINACIJA ELEKTRO OPREME POLNJENE ALI KONTAMINIRANE S PCB

Pri zamenjavi tekočine v piralenskih transformatorjih (pri kondenzatorjih je to praktično neizvedljivo) z novimi, brez vsebnosti PCB, so izkušnje zelo različne.

V preteklih dvajsetih letih je zakonodaja spodbujala zmanjšanje nevarnosti zaradi uporabe PCB. Najenostavnejši ukrep je bil, da so lastniki piralenskih transformatorjev enostavno gravitacijsko iztočili piralen in nadomestili PCB z mineralnimi olji ali drugim tekočinami. Posledice so bile, da smo dobili kontaminirana olja v transformatorjih z nekaj tisoč ppm PCB.

Zakonodajalci so s časom zaostrovali mejo dovoljene vsebnosti PCB v olju s prvotnih 2.000 ppm na sedanjih 500 ppm za obratovanje transformatorjev po roku dokončne odstranitve PCB oziroma do poteka življenjske dobe transformatorja.

S to zaostritvijo so posamezna podjetja razvila metode dekontaminacije oziroma nadomestila PCB tako, da zagotavljajo dekontaminacijo piralenskih transformatorjev pod mejo 50 ppm PCB v novi nadomestni tekočini.

Pri analizi metode dekontaminacije ločimo postopke:

- dekontaminacija transformatorjev na mestu obratovanja v transformatorski postaji,
- dekontaminacija transformatorjev v specializiranih delavnicah.

Pred sprejetjem končne odločitve o dekontaminaciji piralenskih transformatorjev moramo upoštevati še naslednje elemente:

- stanje piralenskega transformatorja (kvaliteta kotla oz. hermetizacije),
- življenjska doba transformatorja (obremenitev skozi leta obratovanja),
- tehnične možnosti priključitve mobilne naprave za dekontaminacijo ali demontaže in odprema transformatorja v specializirano delavnico,
- stroški dekontaminacije (transport opreme ali transformatorja, uničenje tekočega PCB, nabava nove tekočine, najem naprave oz. postopek dekontaminacije, nabava rezervnih delov itd.).

### OPIS DEKONTAMINACIJE PIRALENSKIH TRANSFORMATORJEV

1. faza - izpuščanje tekočega PCB oz. piralena (gravitacijsko ali preko črpalk) v sode iz piralenskega transformatorja in polnjenje le-tega z novim dielektrikom oz. topilom za PCB, ki je izdelan na osnovi trikloretilena, kateremu se doda poseben aditiv. Prva faza traja 2-3 dni.

2. faza - priključitev naprave (črpalke, separatorja) na transformator (možnost sočasne obdelave do treh transformatorjev). Naprava za dekontaminacijo je krmiljena z mikroprocesorjem in kontrolirana z računalnikom. V času trajanja postopka transformator normalno obratuje. Topilo topi preostali PCB in v zaprtem krogu kroži

med transformatorjem in napravo, v kateri se PCB loči na kemijskem separatorju od topila. Druga faza traja 3-5 mesecev.

3. faza - zamenjava topila z novo tekočino (mineralno olje, silikonsko olje in druge tekočine). Ameriška praksa je takšna, da po doseženi meji 50 ppm zadržijo topilo v transformatorju. Tretja faza traja 1 dan.

4. faza - kontrola vsebnosti PCB v novi tekočini po treh ali šestih mesecih. Transformator vsebuje materiale, ki absorbirajo piralen ali olje kontaminirano s PCB in sicer papir, bombaž ali les. Nekateri elementi transformatorja ne omogočajo preprosto izpiranje piralena; leseni in papirnati deli, magnetno jedro in še posebej navitja, ki so konstrukcijsko tako izdelani, da se piralen zadržuje v teh delih transformatorja. Svetovna praksa ni enoznačno definirala obratovalne pogoje transformatorja po dekontaminaciji in čas po katerem se mora kontrolirati koncentracija PCB v novi tekočini. Dejstvo je, da zaradi opisanih vzrokov preostali PCB v transformatorju s časom ponovno prodira v novo olje in zato je za dokazljivo uspešnost dekontaminacije nujno potrebno definirati kontrolni čas. V svetu se omenja kontrolni čas, ki mora biti vsaj 3-6 mesecev po primopredaji transformatorja oz. zaključku postopka dekontaminacije. V kolikor ta meritev vsebnosti PCB potrjuje mejo pod 50 ppm lahko ocenimo dekontaminacijo kot uspešno.

#### RAZGRADNJA DEKONTAMINIRANEGA OLJNEGA TRANSFORMATORJA

Razgradnja oljnih transformatorjev na osnovne komponente predstavlja zahteven tehnološki postopek, saj smo dolžni ves čas varovati okolje in zdravje ljudi. Tehnološki postopek v specializiranih delavnicah ali na terenu lahko opišemo v naslednjih fazah:

- analiza vzorcev olja na vsebnost PCB,
- strojno pranje zunanosti transformatorja in opreme pred razgradnjo,
- demontaža izolatorjev, konzervatorja, hladilnikov in druge opreme,
- odpiranje transformatorja za razgradnjo v delavnici ali priključitev sušilne opreme za delo na terenu,
- odcejanje glavnega dela transformatorja v sušilni peči ali sušenje in vakuumiranje na terenu,
- odpiranje zgornjega jarma magnetnega kroga,
- odstranjevanje stikala ali regulacijskega stikala, vezi, nosilcev vezi,
- snemanje navitij s stebrov magnetnega kroga,
- odstranjevanje izolacijskih delov iz navitij (klobuki, cilindri, letvice, distančniki, podloge itd),
- razstavljanje opreme transformatorja na sestavne dele (stikalo oz. regulacijsko stikalo, ventilatorji, električna omarica, plinski rele, oljekazi, termometri, itd.),
- razstavljanje magnetnega kroga na mizi v delavnici ali na terenu,
- sortiranje posameznih materialov po zabojnikih in predaja posameznih materialov prevzemniku odpadkov.

Oljni transformatorji vsebujejo več vrst materialov, ki se po razgradnji razvrščajo v nenevarne in nevarne odpadke:

- transformatorsko olje naftenskega izvora (manj kot 50 mgPCB/kg olja),
- silikonsko olje (manj kot 50 mgPCB/kg olja),

- sintetični dielektriki – biorazgradljivi (manj kot 50 mgPCB/kg),
- naoljena izolacija: transformerboard, krep papir, leseni del,
- zaoljene krpe in absorbenti,
- plavi silikagel (barvilo je kobaltov klorid),
- oranžni silikagel,
- steklo (oljekazi, termometri, termične slike),
- keramika (keramični deli izolatorjev),
- plastika,
- električni kabli,
- oljeodporna guma,
- baker,
- medenina (deli skoznikov, kontakti stikal, deli električnih omaric),
- aluminij (ohišja stikal, ohišja instrumentov, zaslони ...),
- železo in jeklo (armatura magnetnega kroga, transformatorska pločevina, kotel, pokrov, radiatorji in hladilniki..).

Posebej moramo pri razgradnji posvetiti pozornost delom transformatorja, ki mogoče vsebujejo azbest, ki so se v preteklosti uporabljali v transformatorjih kot termo izolacijski zaslони ali kot elementi za dušenje vibracij ali živo srebro kot element mikrostikal ali kapilarnih termo sond.

Transformatorje polnjene ali kontaminirane s PCB obravnavamo tako kot smo zapisali v prejšnjih poglavjih in ravnamo z njimi po že prej zapisanih postopkih.

Pri razgradnji oljnega transformatorja nastajajo nenevarni in nevarni odpadki, katere moramo klasificirati na osnovi Pravilnika o ravnanju z odpadki kot je to prikazano v poglavju 8.

## DEKONTAMINACIJA TRANSFORMATORSKIH POSTAJ KONTAMINIRANIH S PCB

Transformatorske postaje so lahko kontaminirane zaradi hladnega ali vročega onesnaženja s PCB. Zaradi varstva zdravja delavcev, ki vzdržujejo elektro opremo moramo vsako onesnaženje nujno očistiti.

Slaba hermetizacija transformatorja ali nepravilna manipulacija z elektro opremo, ki vsebuje PCB so lahko vzrok izlitju ali škropljenju PCB po stenah ali podu objekta ali po sosednji opremi. Takšno hladno onesnaženje s PCB moramo očistiti s pripomočki kot so: absorpcijski materiali (žagovina, mivka, krpe, specialni absorbenti), jeklene ščetke ali strgala za odstranitev ometa, pnevmatska kladiva za razbitje ometa, dela sten ali betonskih podlag.

Eksplozija piralenskega transformatorja ali kondenzatorja lahko povzroči hladno in vroče onesnaženje s PCB. Izliti tekoči PCB in saje PCB se mora očistiti z naprav, sten in ostalih delov prostora (mehansko in kemično čiščenje).

## VZORČANJE IN ANALIZA TRANSFORMATORSKEGA OLJA NA VSEBNOST PCB

Pravilnik [25], določa (2.člen) “... Za napravo (s PCB op.av.) se šteje tudi naprava, za katero iz dokumentacije o njeni proizvodnji ali vzdrževanju ni razvidno, da ne vsebuje PCB.”

Na osnovi te zahteve so imetniki, vzdrževalci elektro opreme dolžni preveriti vsak transformator in kondenzator ali kakšno drugo opremo (odklopnik, razsvetljavo...) na vsebnost PCB.

V primeru pomanjkanja podatkov lahko opravijo hitro identifikacijo specializirana podjetja ali strokovnjaki na osnovi ocene poznanih podatkov. Če ni mogoče ugotoviti izvor in kakovost olja v elektro opremi ostaja le objektivna metoda analize vzorcev opreme na vsebnost PCB.

Imetnik elektro opreme je dolžan vsaj enkrat v življenjski dobi preveriti vsebnost PCB v napravi in sicer:

- pri vzdrževanju ali popravilu elektro opreme (npr. transformatorja), ko pridejo delavci v stik z neznano tekočino (varstvo zdravja delavcev in okolja) moramo preprečiti nenadzorovano delo s PCB,
- pri odpisu elektro opreme, ko predamo opremo v reciklažo ali v odstranitev,
- pri nakupu/prodaji stare opreme brez dokumentacije, da se zavarujemo pred stroški ravnanja s PCB odpadki,
- do leta 2010, da preprečimo obratovanje elektro opreme, ki vsebuje PCB po zakonsko dovoljenem roku,
- in v drugih primerih (pri postopkih dekontaminacije vsaj 3-6 mesecev po zaključenem postopku).

Vzorčenje olja je potrebno opraviti po predpisih in navodilih pooblaščenih inštitucij (zbiralcev, laboratorijev, odstranjevalcev odpadkov).

Analiza vzorcev oz. meritev vsebnosti PCB v tekočini se izvaja po predpisanih metodah (Pravilnik [25], 7.člen). Pravilnik [25] omogoča uporabo tudi drugih preizkusnih metod, katerih občutljivost znaša vsaj 0,001% (10 ppm) PCB od teže tekočine in če vsebnost PCB v tekočini ne presega 0,003% (30 ppm) PCB od teže tekočine.

Poenostavljena metoda (screening kit) ugotavljanja PCB omogoča hitro in relativno poceni analitično metodo vendar svetovna praksa zahteva, da v primeru pozitivnega vzorca le tega analiziramo z natančnejšo laboratorijsko metodo (npr. po standardu DIN 51527-1 oz. s plinsko kromatografijo).

Pri uporabi poenostavljenih metod moramo biti pozorni na to, da testne snovi reagirajo na klor in tako prikazujejo celotno vsebnost klora (nepravilno vzorčenje oz. nečistoče lahko pokažejo napačno barvno sliko testa). Priporočajo se analitični kompleti z nižjim nivojem občutljivosti na klor (namesto CLOR-N-OIL 50 priporočamo CLOR-N-OIL 20, ki reagira od 0-20 mgPCB/kg olja).

Ta natančnost je zahtevana predvsem zaradi mej vsebnosti PCB, ki jih postavljajo drugi predpisi za ravnanje z odpadki (npr. odpadna olja z različnimi mejami vsebnosti PCB 5, 10 in do 50 ppm glede na postopek ravnanja z odpadnimi olji oz. glede na postopek odstranjevanja olj).

## ZAŠČITA PRI DELU S PCB

Delavci, ki delajo na sanaciji piralenskih transformatorjev morajo upoštevati predpisana navodila:

- skrbeti za prezračevanje prostorov,
- pri direktnem stiku s tekočim PCB uporabiti rokavice in visoke škornje iz polivinilacetata (PVAC) ali vitona,
- pri zbiranju tekočega PCB v oljni jami uporabiti zaščitno masko z A filtrom,
- z uporabo maske preprečiti vdihovanje prahu,
- preprečiti kontakt PCB s kožo in očmi,
- v času dela s PCB je prepovedano kajenje, pitje ali uživanje hrane,
- po delu, vsekakor pa pred hranjenjem oz. pitjem, obvezno izprati usta in očistiti nosnice pred eventualnim prahom (umiti roke, obraz, izprati usta, zobe očistiti s ščetko), uporabiti običajna sredstva - milo, krema za zobe itd.
- obleko po delu mehanično skrtati, da se odstrani prah,
- po končanem delu obleko oprati, v primeru, da je prišlo do stika s piralenom, jo uvrstimo med odpadke.

## MINIMALNA OSEBNA ZAŠČITNA OPREMA IN MATERIAL ZA DELO S SNOVMI, KI VSEBUJEJO PCB

- zaščitna očala,
- zaščitne rokavice, škornji in kapa (polivinilacetat),
- zaščitna maska z A filtrom,
- zaščitna papirnata ali platnena maska,
- zaščitne rokavice (usnjene),
- zaščitni čevlji s PVC podplatom,
- voda (plastična posoda), 20 l,
- 3 % mešanica borove kisline , 1 l,
- natrijev sulfat, 100 g,
- polykol, tuba,
- krtača za oblačilo,
- milo in druga čistilna sredstva,
- topilo.

## POSEBNI POUČENI VARSTVA PRI DELU S SNOVMI, KI LAHKO VSEBUJEJO PCB

Delavci, ki delajo na sanaciji transformatorjev, ki lahko vsebujejo PCB, morajo upoštevati predpisana navodila:

- poskrbeti za odvzem vzorca olja za analizo na vsebnost PCB
- v primeru pozitivnega vzorca na PCB transformator označiti z oznako "PCB"

in v primeru, da se vzdrževanje na transformatorju polnjenega z oljem neznanega izvora potem le upoštevati minimalne varstvene ukrepe:

- skrbeti za prezračevanje prostorov,
- pri delu uporabiti zaščitno masko z A filtrom,
- preprečiti kontakt olja s kožo in očmi,
- v času dela je prepovedano kajenje, pitje ali uživanje hrane,
- po delu, vsekakor pa pred hranjenjem oz. pitjem, obvezno izprati usta in očistiti nosnice pred eventualnim prahom (umiti roke, obraz, izprati usta, zobe očistiti s ščetko), uporabiti običajna sredstva - milo, krema za zobe itd.
- obleko po delu mehanično skrtačiti, da se odstrani prah.

### PRVA POMOČ PRI DELU S PCB

- dotik s kožo: poškropljeno kožo je potrebno očistiti z Verpol-x ali s Polykolom, zatem kožo (roke, obraz itd) operemo s toplo vodo in milom. V primeru odprte poškodbe je potrebno takoj poiskati zdravniško pomoč ob upoštevanju elementov splošne prve pomoči ob poškodbi;
- dotik PCB z očmi: poškropljeno oko je potrebno takoj izprati z vodo ali po možnosti s 3 % mešanico borove kisline ali 1,3 % mešanico kuhinjske soli, ki ima sobno temperaturo. Po poškodbi mora delavec na pregled k zdravniku;
- konzumiranje PCB: v primeru konzumiranja PCB je potrebno izzvati bruhanje in tako izločiti PCB iz prehrabnega trakta. V tem primeru je potrebno spiti dozo parafinskega olja (približno 3 ml/kg telesne teže ali četrt litra pri masi 80 kg) in natrijevega sulfata (eno veliko žlico in četrt litra vode);
- vdihavanje PCB par: veliko gibanja na svežem zraku po delu z opremo, ki vsebuje PCB.

OPOMBA: Obisk zdravnika je nujen v primeru dotika PCB z očmi in zaužitja PCB.

## TRANSPORT PCB

Slovenski predpisi s področja prevoza nevarnih snovi in nevarnega blaga so:

- Zakon o prevozu nevarnih snovi (Ur.l. RS 27/90 in 45/90),
- Zakon o prevozu nevarnega blaga (Ur.l. RS 79/99),
- Sklep o izvajanju zaščite in reševanja ob nesrečah z nevarnimi snovmi in nesrečah v cestnem prometu (Ur.l. RS št. 35/93),
- Uredba o izvozu, uvozu in tranzitu odpadkov (ur.l.RS št.39/96, 45/96, 1/97, 59/98, 1/00, 94/00)

Kot ključni predpis za železniški prevoz je v veljavi RID, tj. mednarodni sporazum o prevozu nevarnih snovi po železnici, za cestni prevoz nevarnega blaga se upošteva določila Evropskega sporazuma o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga (ADR). Z uzakonitvijo določil slednjega v obeh zgoraj navedenih zakonih, je Slovenija pravno uredila prevoz nevarnih snovi po cestah.

Za prevoz PCB odpadka se običajno uporabljajo specialno opremljeni tovornjaki za prevoz PCB odpadkov po zahtevah ADR (razred po UN - 9, H in Y oznaka po bazelski konvenciji - H11, Y10, šifra PCB odpadkov po UN listi je 2315, OECD klasifikacija: rdeči seznam - RA 010, seznam A: A 1180, klasifikacijska številka; 16 02 09\* - transformatorji in kondenzatorji, ki vsebujejo PCB; 13 03 01\* - izolacijska in termo olja, ki vsebujejo PCB).

Embalaza, v kateri se prevažata PCB, mora biti nepropustno zaprta, tako da pri prevozu preprečuje vsako izgubo in razlitje PCB. Mora biti dovolj trdna in močna.

Tekoči PCB se lahko prevažata v standardnih sodih (200 l), ali v posebej pripravljenih sodih ali kontejnerjih iz jeklene pločevine, ki se zapirajo tako, da zdržijo notranji pritisk pri spremembah temperatur, ki jih PCB lahko dosežejo pri prevozu upoštevajoč prazen prostor potreben za širjenje PCB.

Transformatorji in kondenzatorji z ali brez PCB se transportirajo v konstrukcijskih originalnih posodah (kotel, ohišje).

Poškodovani kondenzatorji se zložijo v za to posebej dimenzijsko prilagojen kontejner oz. sod, ki je z zgornje strani zaprt s pokrovom (možno odpiranje pri carinskem pregledu).

Pravilno embalirani PCB odpadki se natovorijo na prevozno sredstvo, ki je posebej konstruirano za prevoz nevarnih snovi oz. PCB odpadkov.

Leta 1990 je C&G d.o.o. Ljubljana, inženiring v elektroenergetiki, strokovni javnosti ponudil tehnološke rešitve okolju prijaznega ravnanja s PCB odpadki. Ponudba je vsebovala zbiranje in izvoz PCB odpadkov na sežig v Francijo ter nadomestilo piralskih transformatorjev in kondenzatorjev.

Začetek izvoza PCB odpadkov je imel izjemno veliko podporo javnosti, stroke in politike saj je v Sloveniji strašil duh PCB kot posledica katastrofalnega onesnaženja s PCB v reki Krupi v Beli Krajini. Na osnovi izdanega dovoljenja slovenskih upravnih

organov je uspešno izveden prvi izvoz PCB odpadkov na sežig v Francijo januarja 1991.

Republiški sanitarni inšpektorat Republike Slovenije je ob podpori inštitucij in posameznikov skrbno spremljal in preverjal aktivnosti C&G d.o.o. in tako izdal tudi prvo dovoljenje za izvoz PCB odpadkov (skrbno so bili usklajevani in preverjeni upravni postopki, da ne bi prišlo do konflikta z interesi tedanjih zveznih upravnih organov).

LETO IZVOZA	C & G (kg)
1991	134.370
1992	76.173
1993	0
1994	78.632
1995	32.747
1996	48.261
1997	22.557
1998	42.345
1999	0
2000	18.405
2001	59.234
2002	83.224
SKUPAJ	493.474

C&G d.o.o je realiziral vrsto inženiring projektov zamenjave piralenskih transformatorjev in kondenzatorjev ter ekološke sanacije, nekateri projekti pa zaslužijo poseben poudarek:

- ◆ Dekontaminacija in razgradnja energetskega transformatorja Končar 31,5 MVA/110 kV, RTP SELCE, ELES, junij 2001
- ◆ Ekološka sanacija VN kompenzacijske naprave s PCB kondenzatorji, Radeče Papir, maj 2001
- ◆ Ekološka sanacija kompenzacijske naprave 550 kvar, 0,4 kV s PCB kondenzatorji – IMP-TEN, Projekt C&G d.o.o., Ljubljana, januar 2001
- ◆ Sanacija v vojni poškodovanega elektroenergetska postroja mrežne tonfrekvenčne komande (MTK) v Komolcu pri Dubrovniku – sanacija onesnaženega postroja s polikloriranimi bifenili (askarelom), Sanacija onesnaženega merilnega vozila s PCB v HEP, DP »Elektro Jug« Dubrovnik, Projekt C&G d.o.o., Ljubljana, december 1994
- ◆ Ekološka sanacija TP SUHA 100 kVA, 20/0,4 kV s piralenskim transformatorjem, Dekontaminacija transformatorske postaje kontaminirane s tekočim PCB, Projekt C&G d.o.o., Ljubljana, november 1992
- ◆ Ekološka sanacija transformatorskih postaj 4 x 1000 kVA in 1 x 250 kVA kontaminiranih s PCB v TE PLOMIN, Projekt C&G d.o.o., Ljubljana, avgust 1991

Dodajmo, še naslednja specialistična dela izvedena na Hrvaškem:

- ◆ popravilo navitja vzbujalnega transformatorja na terenu (preboj VN navitja) na bloku TE Rijeka – naročnik HEP, TE RIJEKA
- ◆ hermetizacija oz. preprečitev curljanja olj iz vzbujalnih transformatorjev v TE Jertovac - naročnik HEP, TE JERTOVAR
- ◆ dekontaminacija dela transformatorskega boksa v RTP Matulji - naročnik HEP, Prenos Opatija
- ◆ dekontaminacija VN kondenzatorske baterije v RTP Gregovica - naročnik HEP, DP ELEKTROISTRA, Pula
- ◆ dekontaminacija NN kondenzatorske baterije v TP Osijek – naročnik HŽ