

SVEU ILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATI KI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

PCB (POLIKLORIRANI BIFENILI) I UTJECAJ  
NA OKOLIŠ

PCB (POLYCHLORINATED BIPHENILS) AND  
IMPACT ON THE ENVIROMENT

SEMINARSKI RAD

Matej Vuci

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

Undergraduate Study of Enviromental Sciences

Mentor: Prof. Dr. Sc. Milorad Mrakov i

Zagreb, 2012.

# SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. POLIKLORIRANI BIFENILI (PCB).....	2
2.1.    UVOD U PCB.....	2
2.2.    FIZIKALNO – KEMIJSKA SVOJSTVA PCB- a.....	3
2.3.    PRIMJENA PCB- a.....	4
3. UTJECAJ NA OKOLIŠ.....	5
3.1.    TRANSPORT U OKOLIŠ.....	5
3.2.    UGRADNJA I UTJECAJ NA ŽIVE ORGANIZME.....	6
3.3.    ŠTO UTJE E NA RASPAD ILI OPSTAJANJE PCB-a U OKOLIŠU.....	7
3.4.    UKLANJANJE IZ OKOLIŠA.....	8
3.5.    ONE IŠ ENJA UZROKOVANA PCB- om.....	9
4. LITERATURA.....	10
5. SAŽETAK.....	11
6. SUMMARY.....	11



## 1. UVOD

Zaga enje okoliša nije nešto što se događa unatrag nekoliko desetaka godina, to je proces koji traje već više od 10 000 godina.čovjek zagađuje svoj životni prostor otkad se počeo baviti poljoprivredom, otkad je počeo obrađivati kamen, otkad je počeo koristiti vatru i paliti drvo. No, ipak, u zadnjih 150-ak godina taj je proces „doživio“ eksponencijalan i nezaustavljiv rast te je postao jedan od najvećih problema s kojima se danasčovjek susreće.

Od industrijske revolucije, a pogotovo ulaskom u 20. stoljeće dolazi do naglog razvoja svih grana znanosti (kemija, fizika, matematika, biologija...) što je za posljedicu imalo nagli razvoj tehnologije, otkrića i izume koji su zauvijek promijenili životčovjeka. Izum novih strojeva i uređaja za sobom je povukao izume i otkrića velikog broja kemijskih spojeva koji su se koristili u primjenama i radu tih strojeva i uređaja. Organska kemija je pokazala mogućnost stvaranja bezbroj novih spojeva i njihovu primjenu. Grupa takvih spojeva su i poliklorirani bifenili (skraćeno PCB) koji su se koristili u industriji od njihovog izuma 1929. do zabrane korištenja 1979. godine.

PCB su industrijski spojevi koji su detektirani kao kontaminanti u gotovo svim dijelovima globalnog ekosustava uključujući i zrak, vodu, sedimente, ribe, mlijeko, divlje životinje pa čak ičovjeka. Utjecaj na okoliš i organizme je višestruk, što će biti objašnjeno u tekstu. Znanstvena istraživanja su pokazala da u incikratkotrajnog izlaganja PCB-u su reverzibilni i da ne utječu na smrtnostčovjeka niti na nastanak raka, no posljednja istraživanja su pokazala da izlaganje trudnica PCB-u može utjecati na razvoj embrija, fetusa te kasnije djeteta.

PCB, iako zabranjeni već više od 30 godina, još su prisutni u okolišu, u nekim zemljama i u većim koncentracijama, a zašto, vidjet ćemo u nastavku teksta.

## 2. POLIKLORIRANI BIFENILI (PCB)

### 2.1. Uvod u PCB

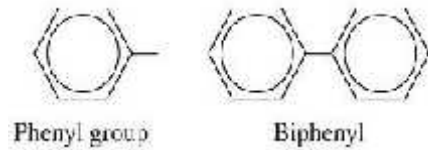
Poliklorirani bifenili, još poznati kao klorobifenili (PCB), su grupa spojeva koji su sintetizirani u laboratoriju 1929. godine. Elementi koji izgrađuju PCB su ugljik, vodik i klor, a postoji 209 različitih molekula PCB-a s 2 do 10 atoma klora spojenih na molekulu bifenila koja se sastoji od dva spojena benzenova prstena. Neki PCB-i su otrovniji od drugih, ovisno o njihovom kemijskom sastavu. Općenito, važno svojstvo PCB-a je da se nakupljaju u masnom tkivu te se iz tog razloga slabo razgrađuju i izlučuju iz organizma. Vrlo su toksični spojevi i uzrokuju neurotoksičnost, imunotoksičnost, reproduktivnu toksičnost, endokrini poremećaji i kancerogenost. Različite studije ukazuju na to da PCB uzrokuju poremećen razvoj i neurološke funkcije u novorođenčadi te postoje saznanja o utjecaju PCB-a na ljudsku reprodukciju. Generalno, to su stabilni spojevi, što objašnjava njihovu postojanost u okolišu. Primjena im je bila široka: maziva, pesticidi, u električnoj opremi, zaštitnim premazima, tintama, bojama, adhezivima, retardantima itd., a proizvodili su širom svijeta: SAD i Engleska (Aroclor), Njemačka (Clorophen), Francuska (Phenoclor), Japan (Kanechlor), Italija (Fenclor), SSSR, Čehoslovačka. Njihovo dospijevanje u okoliš je posljedica kombinacije široke primjene i neprimjerenog skladištenja otpada koji je sadržavao PCB gdje se djelovanjem atmosferilija lako otpuštao. Zbog svoje toksičnosti, klasificirani su kao postojani organski zagađivači i te su u SAD-u zabranjeni odlukom kongresa 1979., a 2001. u svijetu odlukom Stockholmske konvencije o postojanim organskim onečišćujućim tvarima. Unatož tomu, oko 10% PCB-a proizvedenih od 1929. pa do njihove zabrane, se još uvijek nalazi u okolišu. Trenutna dozvoljena koncentracija u vodi, propisana agencijom za zaštitu okoliša, iznosi 0,5 ppb-a.



**Slika 1.: Stockholmska konvencija o postojanim organskim onečišćujućim tvarima je internacionalni ugovor potpisan 2001. godine u Stockholmu, a cilj mu je eliminacija i zabrana proizvodnje i primjene svih postojanih organskih zagađivača.**

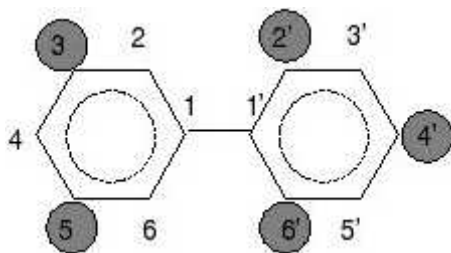
## 2.2. Fizikalno – kemijska svojstva PCB-a

PCB su organske molekule. Temelj svake molekule su dva benzenova prstena u obliku fenil skupine  $C_6H_5$  –. U običnom bifenilnom prstenu na atome ugljika vezani su atomi vodika, dok su kod PCB molekula atomi vodika zamijenjeni klorom. Atomi klora mogu biti prisutni na bilo kojoj od 10 pozicija (2-6) na prvom i drugom (2'-6') prstenu. Ukupno se može



Slika 2.: Prikaz fenilne skupine i bifenilne molekule

formirati 209 molekula PCB-a, a te različite kombinacije se nazivaju srodnima.<sup>1</sup> Prstenovi se mogu okretati oko veze koja ih spaja. Oblik molekule uvjetuju i atomi klora, koje odbijanje uzrokuje promjene u molekuli, te njezinu konformaciju. Odbijanje između dva najbliža atoma klora uzrokovat će nastanak dvije konformacije – koplanarne ili neplanarne. Konformacija molekula određuje njihovu toksičnost. Molekule PCB-a gdje prstenovi leže u istoj ravnini se smatraju najtoksičnijima.



Slika 3.: Primjer jedne od 209 mogućih molekula PCB-a. U ovom slučaju: 2',3,4',5,6' – pentaklorobifenil (PCB 121)

Svi PCB spojevi su bez okusa i mirisa, svijetlo žute boje, vrlo viskozne tekućine (boja i viskoznost ovise o količini klora u molekuli - molekule s više atoma klora su viskoznije i žutije). Teško se tope u vodi, no vrlo dobro su topljivi u većini organskih otapala, uljima i mastima, što objašnjava njegovo taloženje u masnim tkivima životinja i prijenosu kroz hranidbeni lanac. PCB molekule imaju vrlo visoku relativnu premitivnost te vrlo visoku termalnu konduktivnost, točka plamjenja je visoka i varira od spoja do spoja (od 170 do 380 °C). Kemijski su prilično inertni, otporni na oksidaciju, redukciju, adiciju, eliminaciju te elektrofilnu supstituciju. Gustoća varira od 1,182 do 1,566 kg/l. Ostala fizičko – kemijska svojstva variraju od spoja do spoja.

PCB-i lako prodiru kroz kožu, PVC (polivinil kloridi – plastika) i lateks. Materijali otporni na njihovo prodiranje su Viton (sintetička guma i fluoropolimer elastomer<sup>2</sup>), polietilen, polivinil acetat, politetrafluoretilen, butilne i nitrilne gume te Neopren (sintetička guma koja se dobiva polimerizacijom kloroprena).

<sup>1</sup> Srodnost (kongeneri) je kemijski izraz koji se odnosi na jednu od mnogih varijanti ili konfiguracija zajedničke kemijske strukture.

<sup>2</sup> Elastomeri su sintetički polimeri čije su molekule međusobno povezane manjim brojem poprečnih veza. Odlikuju se savitljivošću (rastežljivošću) pri sobnoj temperaturi.

PCB-i su stabilne molekule. To je posljedica svojstva da se teško oksidiraju i reduciraju u prirodnim uvjetima. Imaju dugo vrijeme poluraspada (8 do 10 godina) i netopivi su u vodi, kao što je već gore u tekstu navedeno. Njihovo uništenje kemijskim, termalnim i biokemijskim procesima je vrlo teško (ne reagiraju s kiselinama i lužinama), a djelomično oksidacijom (paljenjem) stvaraju vrlo toksične tvari (dibenzodioxine i dibenzofurane). Tretman razgradnje neželjenih PCB-a zahtijeva vrlo visoku temperaturu pri kojoj je moguća katalizacija.

### 2.3. Primjena PCB-a

Iako je proizvodnja i primjena PCB-a zabranjena Stockholmskom konvencijom 1979., još uvijek su prisutni u proizvodima proizvedenim prije 1979. godine. Korišteni su kao tekućine za hlađenje i izolaciju u električnim transformatorima i kondenzatorima, u naponskim



Slika 4.: Označavanje električnog transformatora koji sadrži PCB

regulatorima, prekidačima i elektromagnetima. Također su velikim dijelom korišteni kao plastifikatori<sup>3</sup> u proizvodnji boja i ljepljiva, aditivi u proizvodnji PVC omotača električnih uređaja. Od ostalih primjena: ulja u motorima i hidrauličnim sistemima, izolatori, adhezivi, ljepljive vrpce, retardanti,

mehanički lubrikanti, mikroskopski fiksativi te kopirni papir.

PCB-i koji su se primjenjivali u ovim produktima su bili kemijske mješavine više kloriranih bifenilnih komponenti, koje smo već upoznali pod pojmom srodnici ili srodni. Svi PCB-i koji su se koristili u komercijalne svrhe su bili poznate pod svojim industrijskim nazivima (npr. u SAD-u je najčešći bio Aroclor).



Slika 5.: Električni uređaj koji sadrži PCB

Procjenjuje se da je od njihovog „izuma“ 1929. pa do zabranje 1979. godine, proizvedeno više od 1,5 milijuna tona PCB-a. Najveći proizvođači i potrošači su bile Sjedinjene Američke Države s 600 000 tona proizvedenih između 1930. i 1977. godine. Slijedi Europa sa skoro 450 000 tona proizvedenih do 1984. godine. Nemoguće je u potpunosti procijeniti

<sup>3</sup> Plastifikatori su aditivi koji se koriste za povećanje plastičnosti ili fluidnosti nekog materijala.

koli inu proizvedenog PCB-a, jer su podaci iz sovjetskih tvornica u Isto noj Njema koj, Poljskoj i Austriji nedostupni.

### 3. UTJECAJ NA OKOLIŠ

#### 3.1. Transport u okoliš

Zbog niskog tlaka pare, PCB se akumulira primarno u hidrosferi, u organskom dijelu tla te u samim organizmima. Unato njihovoj hidrofobnosti, jedan dio PCB-a se ipak uspije otopiti u vodi pa su oceani sposobni otopiti velike koli ine PCB-a. U površinskim vodama PCB je prisutan u znatnijim koli inama u sedimentu. Imaju veliku sposobnost vezanja na organsku tvar, glinu i mikro estice koje su ili suspendirane u vodi ili su se ve istaložile na dno. Za sediment mogu ostati vezani duže vrijeme i polako se otpuštati u vodu ili zrak u povoljnim uvjetima. Otpuštanje u vodu se doga a kada je toplo i kada su koncentracije PCB-a u sedimentu vrlo visoke što održava ravnotežu koncentracije u vodi i samom sedimentu. Koncentracije PCB-a u vodi variraju. U slanoj vodi, u industrijskim podru jima, koncentracije su i do 100 puta ve e nego u otvorenom moru. Vrlo visoke koncentracije su zabilježene u Sjevernom moru (0,3 – 3 ng/l), Galvestonski zaljev, Texas (3,1 ng/l). U slatkoj vodi najve e koncentracije su u rije nim sedimentima u razdoblju kada je proizvodnja PCB-a bila na vrhuncu, dok su koncentracije zna ajno opale nakon zabrane 1979. godine.



Slika 6.: Voda zagađena polikloriranim bifenilima

Male koli ine PCB-a su zabilježene i u atmosferi. Najve e koncentracije su zabilježene u samim urbanim centrima proizvodnje i potrošnje PCB spojeva te na Arktiku gdje se prenose atmosferskim cirkulacijama. Najmanje koncentracije su zabilježene u ruralnim podru jima gdje se njihova koli ina mjeri u pikogramima na metar kubni, dok se u predgra ima i urbanim podru jima njihova koncentracija može popeti i na 1 nanogram po metru kubnom. U atmosferi PCB-i se mogu razgraditi slobodnim hidroksilnim radikalima (OH-) ili direktno fotolizom ugljik – klor veze (u manjem broju slu ajeva).



### 3.2. Ugradnja i utjecaj na žive organizme

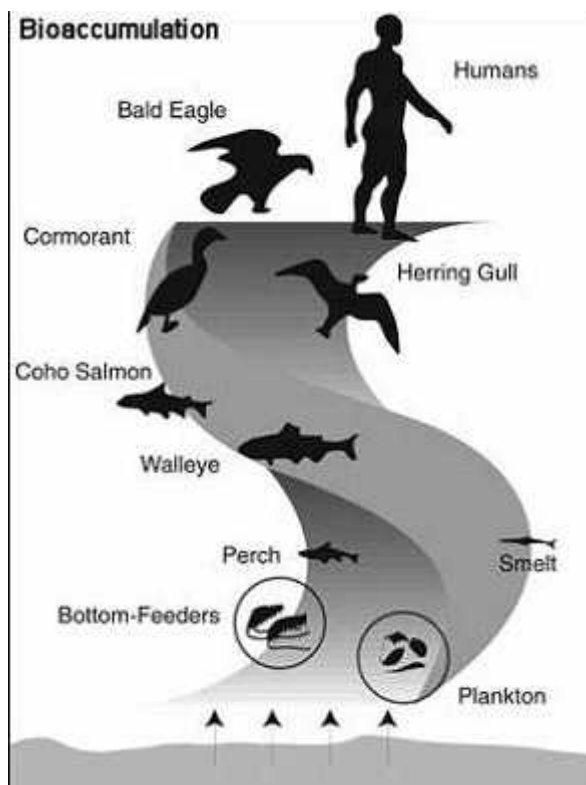
PCB spojevi imaju veliku sposobnost ugradnje u žive organizme direktno iz okoliša koji je njima zagađen. Ovaj proces se zove bioakumulacija, a događa se zajedno s biomagnifikacijom, prijenosom PCB-a kroz hranidbeni lanac. Najveće „spremište“ PCB-a su masna tkiva (zbog njihove tendencije otapanju u mastima i uljima), više od mišića, kostiju ili bilo kojeg drugog dijela tijela. Stupanj bioakumulacije kroz vrijeme ovisi koliko dugo je organizam bio izložen PCB-u, kolika je sposobnost organizma da eliminiira te spojeve te kolika je sposobnost organizma da ih razgradi. Razni organizmi mogu razgraditi ili pretvoriti PCB u neke druge spojeve, npr. insekti, neke price, ribe i sisavci.

Metabolizam PCB-a ovisi o kojoj se vrsti životinje i vrsti PCB spoja radi. Generalno, u slučaju PCB-a dolazi do biomagnifikacije kroz hranidbeni lanac, što znači da se organizmi koji su viši u hranidbenom lancu imaju veće koncentracije PCB-a u sebi nego organizmi niže u hranidbenom lancu.

U vodenom sustavu koncentracije PCB-a mogu biti veće u školjkaša nego u planktonu kojim se školjkaši hrane, a mogu biti i veće u višim životinjama na vrhu hranidbenog lanca kao što su predatori ili sisavci (tuljani, dupini, kitovi...).

Na kopnu biomagnifikacija se događa kroz akumulacija PCB-a iz tla ili lišaja biljaka do crvi ili insekata te na kraju do ptica i sisavaca. PCB se također može naći u jajima kontaminiranih ptica.

Ljudi mogu akumulirati PCB kroz hranu. U prosjeku, kod ljudi, koncentracija PCB-a u masnim tkivima je i do stotinu puta veća nego u hrani koju jedu. Kao što je već napomenuto, važno svojstvo PCB-a je da se nakupljaju u masnom tkivu te se iz tog razloga slabo razgrađuju i izlučuju iz organizma. U ljudskom organizmu uzrokuje neurotoksičnost,



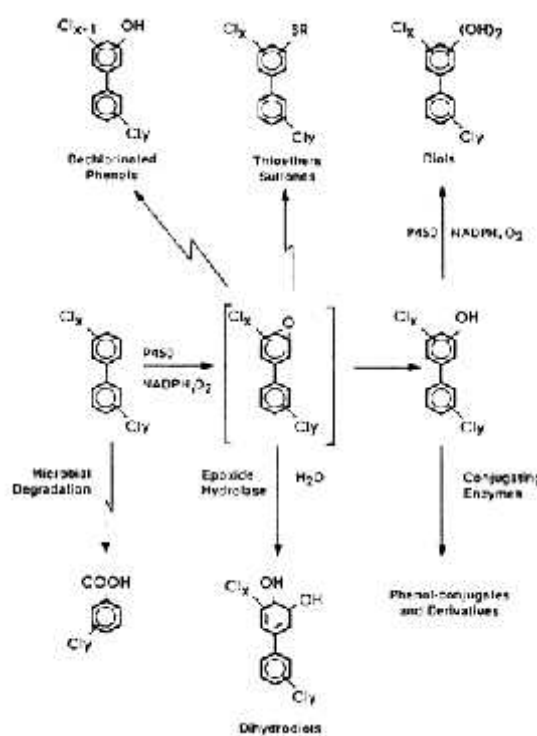
Slika 7.: Prikaz bioakumulacije od najnižih pa do najviših organizama u prehranbenom lancu

imunotoksi nost, reproduktivnu toksi nost, endokrini poreme aji i kancerogenost . Razli ite studije ukazuju na to da PCB uzrokuje poreme en razvoj i neurološke funkcije u novoro en adi te postoje saznanja o u inku PCB-a na ljudsku reprodukciju koja su ograni ena jer individualni spojevi (kongeneri) PCB-a imaju razli itu toksi nost i aktivnost, a ovisno o broju i mjestu atoma klora varira i aktivnost pojedinog spoja PCB-a. Ulaskom u organizam PCB-si se resorbiraju (koža,probavni sustav), distribuiraju (masno tkivo, bubreg, jetra, mozak, miši i) i biotransformiraju (jetra) te iz organizma eliminiraju kroz dugo razdoblje. U inci na organizam su epidermalne disgenезije, degeneracije (hiperkeratoza, akantoza), defektna sinteza hemoglobina (hiperporfinemija, porfirinurija), alterirana homeostaza elektrolita i vode (edemi), imunomodulacija (imunosupresija), reproduktivna toksi nost (atrofija testisa, feminizacija, tumori) te ubrzana deplecija vitamina A. Osjetljive populacijske skupine su fetusi, dojen ad, te populacije s ve im udjelom ribe u prehrani (eskimi, ribari, ribolovci).

### 3.3.Što utje e na raspad ili opstajanje PCB-a u okolišu?

Kao što je ve navedeno u tekstu, neki PCB-i su postojaniji u okolišu od drugih. To ovisi, naravno, o njihovom kemijskom sastavu. Granica do koje PCB molekule se mogu razgraditi ili transformirati ovisi o broju i položaju atoma klora u molekuli. Op enito, postojanost PCB molekule se pove ava s pove anjem broja atoma klora. Sunce igra veliku ulogu u uništavanju PCB-a u zraku, vodi i tlu .

U zraku: PCB-i koji su prisutni u atmosferi imaju tendenciju reakcije s ozonom i vodom pod utjecajem sun evog zra enja. Rezultat reakcije je uklanjanje atoma klora. O koli ini atoma klora ovisi i duljina trajanja reakcije. Vrijeme poluraspada molekule koja je izgra ena od 1 do 5 atoma klora iznosi 3,5 do 83 dana.



Slika 8.: Raspad PCB-a pod utjecajem mikroorganizama

U vodi: PCB-i se razgrađuju procesom fotolize. U plitkoj vodi, tokom ljeta, vrijeme poluraspada molekule s jednom do četiri molekule klora iznosi 17 do 210 dana. Razgradnja je, naravno, sporija tokom zime. PCB kongeneri s više molekula klora lakše upijaju sunčevu svjetlost te se puno lakše razgrađuju.

U tlu i sedimentu: ovdje PCB molekule najviše razgrađuju mikroorganizmi (slika 8.). Koliko brzo će se PCB razgrađivati ovisi o nekoliko faktora: broj i položaj atoma klora, koncentracija PCB-a, tip mikroorganizama, dostupni nutrijenti i temperatura. Razgradnja pomoću mikroorganizama, iako spora, se događa i u prisutnosti i u odsutnosti kisika u tlu i sedimentu te se može do neke granice odvijati i u vodi.

### **3.4. Uklanjanje iz okoliša**

Gore su već navedene metode kako se PCB iz okoliša uklanja prirodnim putem. Nakon zabrane 1979. godine bilo je jasno da sama zabrana daljnje uporabe i proizvodnje PCB-a nije dovoljna te da se trebaju ukloniti PCB-i koji su već dospjeli u okoliš. Metode uklanjanja PCB-a se mogu podijeliti u tri dijela: fizičke, mikrobiološka i kemijske metode.

#### Fizičke:

1. Paljenje – iako sami nisu zapaljivi, mogu gorjeti pod određenim uvjetima. Prema propisima je određeno da moraju gorjeti na 1200°C najmanje dvije sekunde u prisustvu nafte i viška kisika. Manjak kisika dovodi do stvaranja toksičnih spojeva (dioksina).
2. Ultrazvuk – proces sličan paljenju, ultrazvučni valovi visoke energije stvaraju mjehurićima koji se implozijom stvaraju mikroregije visokog tlaka i temperature koji razaraju PCB.
3. Zračenje – deoksigenirana mješavina PCB-a u izopropanolu ili mineralnom ulju se izlaže gama zrakama pri čemu nastaje bifenil i anorganski klor.
4. Piroliza – spaljivanje PCB-a bez izgaranja.

#### Mikrobiološka:

Metoda koja se razvila otkrićem mikroba koji mogu razgraditi PCB. Ova metoda se temelji na dva pristupa: mikroorganizmi koriste bifenil kao izvor ugljika ili razaraju PCB dekloracijom pri čemu atome klora na bifenilnoj molekuli zamjenjuju vodikom. No ova metoda još uvijek nije dovoljno istražena i postoje određeni problemi.

### Kemijske:

1. Nukleofilna aromatska supstitucija – metoda uništavanja mješavina s niskom koncentracijom PCB-a u ulju pri čemu dolazi do zamjene klora polietilen glikolom. Proces se odvija dva sata pod slojem dušika koji sprječava oksidaciju ulja te nastaju arilni poliglikoli koji su netopivi u ulju i izdvajaju se kao zasebna faza.
2. Uništavanje vodikom – izme u 700 i 920°C vodik cijepa ugljik – klor veze te bifenilnu vezu stvaraju i benzen i klorovodik bez katalizatora. Pri nižim temperaturama ovaj proces se može odvijati uz pomoć katalizatora, najčešće bakra. No ovaj proces je jako skup.
3. Reakcija s elektropozitivnim metalima i jakim reducirajućim agensima.
4. Fotokemija
5. „Napad“ OH- radikalima
6. Schwartzova reakcija – u procesu istraživanja

### **3.5. Oneišenja uzrokovana PCB-om**

#### Belgija:

1999. Dioksinška afera je uzrokovala velike probleme Belgijskoj vladi kada je PCB pronađen u piletini i jajima.

#### Irska:

U prosincu 2008. Brojne novine su prenijele vijest da su otkrivene velike količine dioksina u svinjetini, čak 80 do 200 puta više od propisane dozvoljene granice u EU koja iznosi 0,12 do 0,3 ppb-a. Svi svinjski proizvodi proizvedeni od 1. srpnja 2008 do prosinca 2008. su povučeni s tržišta i uništeni. Smatra se da su izvor oneišenja bile hranilice čija su ulja bila oneišena PCB-om.

#### Slovačka:

Kemijska tvornica Chemko u istočnoj Slovačkoj je bila veliki proizvođač PCB-a u bivšem sovjetskom bloku do 1984. Tvornica je zagađivala velik dio istočne Slovačke, najviše sedimente rijeke Laborec i akumulacijskog jezera Zemplinska širava.

#### **4. LITERATURA:**

Safe, S. (1992.): Toxycology, Structure – function relationship, and Human Enviromental Health Impacts of Polychlorinated Byphenils: Progress and Problems. Enviromental Health Perspectives, vol. 100, pp. 259 – 268

UNEP (United Nations Enviroment Programme) (1999.): Guidlines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs, UN

U.S. Enviromental Protection Agency (2004.): Polychlorinated Byphenil Inspection Manual, Washington D.C.

Enviromental Studies Board Comission on Natural Resources National Research Council (1979.): Polychlorinated Byphenils, National Academy of Sciences, Washington D.C.

National Research Council of Canada, Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality (1978.): Polychlorinated biphenyls: biological criteria for an assessment of their effects on environmental quality, Kanada

[http://www.chem.unep.ch/pops/POPs\\_Inc/proceedings/bangkok/FIEDLER1.html](http://www.chem.unep.ch/pops/POPs_Inc/proceedings/bangkok/FIEDLER1.html)

<http://www.ec.gc.ca/bpc-pcb/>

<http://www.epa.gov/epawaste/hazard/tsd/pcbs/pubs/about.htm>

[http://www.foxriverwatch.com/baby\\_studies\\_pcbs\\_2.html](http://www.foxriverwatch.com/baby_studies_pcbs_2.html)

<http://www.greenfacts.org>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Polychlorinated\\_biphenyl](http://en.wikipedia.org/wiki/Polychlorinated_biphenyl)

## **5. SAŽETAK**

Poliklorirani bifenili (PCB) su grupa kemijskih spojeva sintetiziranih u laboratoriju dvadesetih godina prošlog stoljeća. Kemijski elementi koji izgrađuju PCB su ugljik, vodik i klor te mogu stvarati 209 različitih PCB spojeva. Primjena im je bila široka sredinom 20. stoljeća, a korišteni su kao lubrikanti, pesticidi, izolatorske tekućine i tekućine za hlađenje. Zbog visoke toksičnosti, postojani u okolišu (vrlo su stabilni spojevi), sposobnosti bioakumulacije i biomagnifikacije, prepoznati su kao postojani organski zagađivači i zabranjeni u SAD-u odlukom kongresa 1979. te u svijetu Stockholmskom konvencijom o postojanim onečišujućim organskim tvarima 2001. godine.

## **6. SUMMARY**

Polychlorinated biphenils (PCBs) are group of chemical compounds synthesised in laboratory in 1920s. Building chemical elements are carbon, hydrogen and chlorine, which can create 209 different PCB compounds. They were widely used in mid-20th century as lubricants, pesticides, dielectric and coolant fluids. Due to their high toxicity, persistency in the environment (they are very stable compounds), capability of bioaccumulation and biomagnification, they were recognized as persistent organic pollutants and banned by the United States Congress in 1979., and by the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants in 2001.