

## **EMLA Alapítvány a Környezeti Oktatás Támogatására**

# **Perzisztens szerves szennyezők szlovákiai és magyarországi helyzetkép**

**- kutatási jelentés –**

**Budapest, 2005**

**2005 június**

**Köszönjük a Nemzeti Civil Alapprogram és a Zöld Forrás Alap támogatását!**

**Szerkesztő: Lengyel Zsuzsanna, Sándor Csaba**

**Szerzők:**

**Kontár Ronald**

**Krajnyik Zsolt**

**Lengyel Zsuzsanna**

**Lukoviczki Zsuzsanna**

**Sipos László**

**ISBN 963 86712 2 X**

**Kiadja az EMLA Alapítvány a Környezeti Oktatás Támogatására**

**1076 Budapest, Garay u. 29-31.**

**Tel/fax: 322-8462, 352-9925**

**Web: [www.emla.hu/alapitvany](http://www.emla.hu/alapitvany)**

## Tartalom

Tartalom.....	3
1. Bevezetés .....	5
1.1 A POP vegyületek tulajdonságai .....	6
1.2 A POP-ok csoportosítása .....	9
2. A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP-ok) jogi szabályozása.....	22
2.1 Bevezetés .....	22
2.2 Nemzetközi egyezmények (Aarhusi POP Jegyzőkönyv, Stockholmi Egyezmény).....	23
2.3 Az Európai Unió POP-okra vonatkozó szabályozása.....	26
2.4 A hazai szabályozás .....	28
2.4.1. A POP-ok légköri kibocsátása .....	30
2.4.2 Hulladékok POP szennyezése, PCB tartalmú hulladékok és lejárt szavatosságú növényvédőszer maradványok.....	32
2.4.3 Talajok POP szennyezése, lerakók, szennyezett területek vizsgálata, kármentesítés .....	34
2.4.4 Felszíni és felszín alatti vizek POP szennyezése .....	35
2.4.5 Egészségügyi hatások, kockázatok .....	36
2.5 Szlovák szabályozás .....	37
2.5.1. Hatályos nemzeti intézményi és jogi háttér .....	38
2.5.2 Szlovákia felkészültségének áttekintése a Stockholmi Egyezménnyel összefüggő kötelezettségekkel kapcsolatban – hiányosságok, tennivalók .....	40
2.5.3 A Stockholmi Egyezmény megvalósítása – avagy javaslatok a jogi szabályozás módosítására .....	42
2.5.4 Jogsabályok módosítására történő előterjesztések.....	42
2.5.5 Javasolt intézményi háttér.....	44
2.6 Magyarország – Szlovákia.....	45
3. Magyarország perzisztens organikus szennyezettségének helyzete .....	47
3.1 A levegő szennyezései .....	47
3.1.1 Policiklikus aromás szénhidrogén kibocsátások.....	52
3.1.2 Dioxin kibocsátások.....	54
3.1.3 PCB kibocsátások .....	56
3.1.4 PCP kibocsátás.....	57
3.1.5 HCB kibocsátás.....	58
3.2 A hulladékok szennyezései .....	60
3.2.1 PCB tartalmú berendezések felmérése .....	62
3.2.2 POP tartalmú növényvédőszer-maradékok és csomagolóeszközök .....	63
3.3 Talaj szennyezései .....	64
3.3.1 Peszticid vizsgálati eredmények .....	66
3.3.2 Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH) a hazai talajokban .....	67
3.3.3 Poliklórozott bifenilek (PCB) .....	67
3.3.4 Dioxinok és furánok.....	68
3.4 A víz szennyezői.....	68
3.5 Élelmiszerekben előforduló POP-ok, ezek hatása az emberi szervezetre .....	71
3.5.1 Klórozott szénhidrogének (DDT) .....	73
3.5.6 Poliklórozott bifenilek (PCB-k).....	75
3.5.7 Dioxinok .....	76
3.5.8 Policiklusos aromás szénhidrogének .....	77
4. Szlovákia perzisztens organikus szennyezettségének helyzete .....	79

4.1 A levegő szennyezései .....	79
4.2 A víz szennyezései .....	82
4.3 A talaj szennyezései .....	86
4.4 A növényi eredetű takarmányok szennyezése.....	89
4.5 Az élelmiszerek szennyezése .....	92
4.6 Az emberek és érintettségük .....	94
4.7 Az élőlények és érintettségük.....	96
4.8 Összegzés .....	99
5. A kutatócsoport által készített kérdőív és következtetései.....	100
6. Összegzés .....	109
7. Irodalomjegyzék.....	121
I. Melléklet: Perzisztens szerves szennyezők óravázlat és előadás fóliák középiskoláknak .....	129

## 1. Bevezetés

A környezet állapota jelentősen befolyásolja az emberek testi-lelki jólétét, egészségi állapotát, valamint életminőségét és szociális jólétét. A tudományos és az ipari fejlődés hatására drámaian megnőtt a vegyi anyagok gyártása és felhasználása, illetve az olyan emberi tevékenységek, amelyek mérgező szennyezőanyagok kibocsátásával járnak együtt. Ezek a modern társadalom számára nélkülözhetetlen emberi tevékenységek káros hatással vannak környezetünkre, amely visszahat az emberi egészségre és jólétre is.

A kemikáliák közül az utóbbi években a POP vegyületek kerültek a figyelem középpontjába. A POP elnevezés az angol Persistent Organic Pollutants kifejezés rövidítése, amelynek magyar jelentése: nehezen lebomló, környezetben tartósan megmaradó vagy perzisztens szerves szennyezők. A perzisztens kifejezés a vegyület azon tulajdonságára utal, miszerint „ezek az anyagok a környezeti körülmények között igen nagy fizikai és kémiai stabilitással rendelkeznek (Páldy, Vaskövi, 2003, 3.p.)”

Az ENSZ Környezetvédelmi Programja, az UNEP 2001-ben kidolgozta a globális, ún. Stockholmi POP Egyezményt, melynek célja a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok gyártásának, felhasználásának, valamint a melléktermékként történő kibocsátásainak és veszteségeinek ellenőrzése, csökkentése vagy kiküszöbölése (Kovács, 2005).

Az Egyezmény – amely az 50. ország ratifikációjával 2004-ben lépett hatályba - az alábbi tizenkét anyagot illetve anyagcsoportot sorolja a POP vegyületek csoportjába, melyeket a „piszkos tizenkettő”-ként is emlegetnek:

- Aldrin
- Klórdán
- DDT (Diklór-difenil-triklór-etán)
- Dieldrin
- Endrin
- Heptaklór
- Mirex
- Toxafén
- Hexaklór-benzol (HCB)
- Poliklórozott bifenilek (PCB)
- Poliklórozott dibenzodioxinok (PCDD – röviden: dioxinok)
- Poliklórozott dibenzofuránok (PCDF – röviden: furánok)

A már 2003-ban hatályba lépett Aarhusban aláírt Nemzetközi POP Jegyzőkönyv további négy vegyületcsoportot sorol a perzisztens szerves szennyezők közé:

- Klórdekon
- Hexaklór-ciklohexán (HCH, lindán)
- Hexabrom-bifenil (HxBB)
- Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)

## 1.1 A POP vegyületek tulajdonságai

- a, Perzisztencia
- b, Bioakkumuláció
- c, Terjedés
- d, Toxicitás

## a, Perzisztencia

A POP vegyületek nagyon stabilak, amit jelez felezési idejük is. (Felezési időnek nevezzük azt az időtartamot, amely alatt egy vegyület vagy anyag kiindulási koncentrációja a felére csökken.) Ugyan az egyes anyagok tekintetében ez az idő a különböző közegekben (talaj, víz, levegő, üledék) eltérést mutat, de összességében elmondható, hogy a környezetben hosszú ideig megmaradnak, mielőtt lebomlanának.

1. táblázat: A POP vegyületek felezési ideje a különböző közegekben

Vegyület neve	Felezési idő			
	Levegőben	Vízben	Talajban	Üledékben
Aldrin	< 9,1óra	< 590 nap	kb. 5 év	nincs adat
Klórdán	< 51,7 óra	> 4 év	kb. 1 év	nincs adat
DDT	2 nap	> 1 év	> 15 év	nincs adat
Dieldrin	< 40,5 óra	> 2 év	> 2 év	nincs adat
Endrin	1,45 óra	> 112 nap	> 12év	nincs adat
Heptaklór	nincs adat	< 1 nap	120-240 nap	nincs adat
Mirex	nincs adat	> 10 óra	> 600 év	> 600 év
Toxafén	< 5 nap	20 év	10 év	nincs adat
Hexaklór-benzol	< 4,3 év	> 100 év	> 2,7 év	nincs adat
PCB	3-21 nap	> 4,9 nap	> 40 nap	nincs adat
Dioxinok	kb. 9 nap	> 5 év	10 év	> 1 év
Furánok	7 nap	> 15,5 nap	nincs adat	nincs adat

Forrás: Páldy, Vaskövi, 2003, 5.p.

## b, Bioakkumuláció

Bioakkumuláció, azaz biológiai felhalmozódás során egy vegyület valamely élőlény szöveteiben dúsul fel. A POP vegyületek jellemzője a jó zsírmegkötő képesség, és az alacsony vízoldhatóság. Így ezek a mérgező anyagok a lipidekben gazdag szövetekben (úgy mint a zsírszövetben, az emlőmirigyben, a herékben, a petefészekben, a csontvelőben) halmozódnak fel (Darvas, 2004). Az akkumuláció folyamata azonban a tápláléklánc egészén végigmehet, ekkor biomagnifikációról beszélünk. Ahogy ezek a vegyi anyagok egyre feljebb kerülnek a táplálékláncban, tovább halmozódnak, ami azt jelenti, hogy a táplálkozási láncban minden láncszem vagy faj elfogyasztja az őt megelőző láncszem által felvett szennyezést, ami hozzáadódik a sajátjához, s a hatás felerősödik. A halak, a ragadozó madarak, az emlősállatok, illetve az ember a tápláléklánc végén helyezkedik el, így táplálkozásuk során a nehezen lebomló, mérgező vegyületeket nagy koncentrációban „veszik magukhoz”. Így a POP-k a táplálékláncba beépülve több ezerszer nagyobb koncentrációban fordulnak elő az emberi és állati szervezetekben, mint a környezeti közegekben.

A feldúsulást laboratóriumi körülmények között vizsgálják. Az akkumuláció mértékét a biokoncentrációs faktor (BCF) adja meg. Ezt az értéket a perzisztens vegyület vízben és az élőlényekben előforduló koncentrációjának aránya adja meg.

$$\text{BCF} = \frac{\text{A vegyület koncentrációja a vízi élőlényben}}{\text{A vegyület koncentrációja a vízben}}$$



### c, Terjedés

Mivel a POP anyagok felhalmozódnak az élő szervezetekben, azok az élőlények vándorlása, költözése, utazása során a Föld bármely pontjára eljuthatnak. Másrészt, egyes emissziós forrásból távozó POP vegyületek a szél közvetítésével, illetve a párolgás és lecsapódás folyamatain keresztül juthatnak el távoli, a szennyező forrástól akár több ezer kilométerre levő helyekre.

### d, Toxicitás

Az a mérték, amennyire egy bizonyos vegyi anyag káros egy biológiai rendszerre vagy szervezetre. A klórtartalmú vegyületek - ugyan eltérő mértékben, de - mérgező hatást fejtenek ki az élőlényekre, azaz veszélyt jelentenek mind az emberi egészségre, mind pedig a környezetre. A POP-k közül az aldrin és a dieldrin erős mérgező anyag, a DDT illetve a lindán közepesen mérgező anyag. A technikai hexaklór-ciklohexánok, illetve a hexaklórbenzolok toxicitása kicsinek mondható.

## 1.2 A POP-ok csoportosítása

### a, Növényvédő szerek

### b, Iparban használt mérgező vegyi anyagok

### c, Ipari melléktermékek

#### a, Növényvédő szerek

A növényvédő szerek olyan természetes és szintetikus anyagok, melyek aktív komponensét az állati és növényi kártevők elpusztítására

fejlesztették ki. A növényvédő szereket elsősorban a mezőgazdaságban, az állattenyésztésben, a háztartásokban és az egészségvédelemben használják, de nem elhanyagolható a szerek ipari felhasználása sem.

- Aldrin

Rovarölő szer, melyet a talajkártévők ellen használtak (elsősorban termeszek ellen), gabonára, gyapotra és burgonyára. A szert 1949-ben vezették be, de a fejlett országokban már a 60-as évek végén, a hetvenes évek elején betiltották. Kanadában még engedélyezett felszín alatti termesztésre. Hazánkban gyártása nem folyt, értékesítése - aldrinos szuperfoszfátként - a 60-as évek közepén tetőzött.

- Klórdán

Számos terményféleség védelmére és termesztésre használható rovarölő szer 1945-től. Az iparilag fejlett országokban az aldrinnal egy időben tiltották be. Magyarországi felhasználása jelentéktelen volt.

- DDT

A napjainkig legismertebbé vált növényvédő szer, kifejlesztését Nobel-díjjal jutalmazták. Az 1939-től rendelkezésre álló DDT-t főleg a malária elleni harcban, a szúnyogok irtására alkalmazták, használták a tífuszt terjesztő ruhatetű ellen, és sok más rovar ölszere volt. Napjainkban a fejlődő országokban továbbra is használják a maláriaszúnyogok ellen, azonban az iparilag fejlett országokban a 60-as évek végén betiltották.

- Dieldrin

Rovarölő szer gyümölcsök, különböző termények, például gabona, a gyapot és a burgonya kártevői ellen. Termesztirtásra is szívesen használták. A világon elsőként Magyarországon, 1968. január 1-én tiltották be a használatát és forgalmazását, a DDT-vel és az aldrinnal egyszerre. Kenyában kávécseserjék körbekötözésére, míg az USA-ban gyökér és más növényi részek fűrésztésére használják, amennyiben az nem tápláléknövény, illetve moly ellen.

- Endrin

Rágcsálóirtó és rovarölő szerként alkalmazták, főleg gyapotra, rizsre és kukoricára. Szintén a 60-as évek végén tiltották be. Jelenleg a Fülöp-szigeteken, s Japánban is gyártják.

- Heptaklór

Rovarölő szer talajkártevők és termeszek ellen, továbbá tűzhangyairtó szer, illetve felhasználták a maláriaszúnyogok ellen is. A 60-as évek végén ezt a szert is betiltották a fejlett országok. Az USA-ban termeszek ellen valamint gyökérfűrésztésre nem élelmiszernövények esetén használják még.

- Mirex

Rovarölő szer tűzhangyák, levélmetsző méhek, aratóhangyák, aratótermesz, bíbortetű ellen. Az egyik legstabilabb és legperzisztensebb peszticid. Szintén betiltották a 60-as évek végén.

- Toxafén

Rovarölő szer, különösen kullancsok, atkák és hernyók, valamint a gyapot kártevői ellen használták. 670 vegyület keveréke. Ezt a hatóanyagot 1992-ben tiltották be.

- Hexaklór-benzol

Ritkán használt gombaölő szer, amely vetőmagok (búza, hagymafélék, cirokfélék) kezelésére szolgál. A peszticidgyártás mellékterméke is, és más peszticid-termékek szennyezője. Az 1980-as évektől kezdve vonják ki.

- Hexaklór-ciklohexán

A klórozott szénhidrogénekhez sorolható, inszekticid hatású vegyület. A rovarokra az idegműködés megbénításával hat. Kellemetlen szaga, illetve a későbbi kártevő-rezisztancia miatt a 60-as évektől kivonják a technikai HCH-kat, hazánkban ez 1967 végével történik meg. A 90-es évekre csak a lindán (gamma-HCH) - 99%-ban tartalmazza az 1, 2, 3, 4, 5, 6-hexaklór-ciklohexán  $\gamma$ -izomerjét – maradt forgalomban, s népszerűsége a DDT visszavonásával jelentősen megnőtt. A lindánt 1999-ban tiltották be hazánkban.

- Klórdekon

Kifejezetten hatásos gomba- és rovarölő szer a banán, a citrusok és a dísznövények gyökérzetét megtámadó fűróféreg, illetve a dohány drótférge ellen, ugyanakkor csótányok és hangyák irtására is alkalmazták.

### **b, Iparban használt mérgező vegyi anyagok**

- Hexaklór-benzol

Olyan ipari vegyi anyag, amely tűzijátékok, lőpor, vagy szintetikus gumi előállításakor használatos.

- Mirex

Égéskeleltetőként műanyagokban, gumikban, festékekben, illetve papírban alkalmazták, továbbá elektromos szerkezetek gyártásánál is kihasználták tűzgátló tulajdonságát.

- Poliklórozott bifenilek

Rendkívül jó hőállósággal, kémiai stabilitással rendelkeznek. Az elektromos áramot nem vezetik, elektromos szigetelők, nem gyúlékonyak (Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated terphenyls (PCTs) or polybrominated biphenyls (PBBs), Basel, 2005).

Az úgynevezett teljesen zárt rendszerben történő felhasználási területei:

- elektromos transzformátorok
- elektromos kondenzátorok
- elektromos kapcsolók, relék
- elektromos kábelek
- motorok és mágnesek

A névlegesen (részlegesen) zárt rendszerekben történő felhasználási területei:

- hidraulikus rendszerek
- hőátadó rendszerek
- A nyitott rendszerekben történő felhasználási területei:
- Lágyítószer PVC-ben, neoprénben, és műgumikban
- Festékek és alapozók adaléka
- Tinták és karbonmentes másolópapírok adaléka
- Ragasztószerek adaléka
- Növényvédő szer töltőanyaga
- Kenő-, szigetelő- és tömítőanyagok adaléka
- Tűzgátló adalék textilanyagokban, szőnyegekben, poliuretán habokban

A PCB-k nyitott rendszerben történő felhasználását az OECD a 70-es években tiltotta be. Gyártása nem folyt Magyarországon, 1984 óta hazánkban nem töltöttek PCB tartalmú olajat a magyar gyártmányú kondenzátorokba sem. A légkörbe különféle tüzelési és ipari technológiai folyamatok következtében, melléktermékként kerülnek. A talajon keresztül a növényekbe jutnak, s így kerülnek be a táplálékláncba. A hazai PCB

kibocsátás 1980-hoz képest a felére csökkent. Ennek 80%-a tüzelőanyag felhasználásából származik, 20 % az ipari technológiák miatt. A kibocsátás több mint fele tulajdonítható az erőműveknek, hisz ezek a szilárd és folyékony tüzelőanyagok legfőbb felhasználói, de számottevő a közlekedési PCB kibocsátás is. A legfontosabb szennyező források jelenleg a szennyvíziszapok, a klór tartalmú ipari hulladékok, a régi elektromos berendezések, a papírgyártási hulladékok, a fenoxi típusú gyomirtók szennyezése és a szakszerűtlen égetés (POP leltár).

- Hexabrom-bifenil

Tűzgátló adalékként alkalmazták irodai gépek hőre lágyuló burkolatában, továbbá hőre lágyuló ipari és elektromos termékekben, mint például TV és rádió alkatrészek. Kisebb mennyiségben használták festékek és lakkok adalékanyagaként, hőre keményedő gyantákban, illetve előfordult az autók kárpitozásánál használt poliuretán habokban is. Az 1970-es évek végén tiltották be az anyagot.

### **c, Ipari melléktermékek**

- Poliklórozott bifenilek
- Poliklórozott dibenzodioxinok és dibenzofuránok

A PCDD-k olyan aromás vegyületek gyűjtőneve, amelyek az 1,4 - dioxin és két benzolgyűrű kondenzálódásából létrejövő dibenzo-p dioxin alapszerkezettel rendelkeznek, és amelyek hidrogénatomjait 1,8 klóratom helyettesíti. Rendkívül veszélyes környezetszennyezők. A PCDD-knek 75

izomerje létezik, amelyek közül a négy klóratomot tartalmazó tetraklórdibenzo-p (TCDD) a legjelentősebbek.

A PCDD-k és PCDF-ek természetes anyagként nem fordulnak elő. Szerves klóranyagok gyártása és alkalmazása (papírfehérités, cellulózipar), illetve termikus eljárásokban (hulladékégetés, kábelégetés, fáradt olaj égetése, háztűzek, PVC tüzek) klórtartalmú szerves vegyületek elégetése során keletkeznek. Így a talajba a légköri szennyeződések útján kerülnek, ahonnan a növények gyökérzetükön keresztül képesek felvenni. A dioxinok - a furánokkal együtt - a légszennyező anyagok közül a legtoxikusabbak, ezért kibocsátási határértékük rendkívül alacsony. A kibocsátási források azonosítása a terjedés, a transzport folyamatok miatt nehéz feladat, de számos ipari és kormányzati program vizsgálja a dioxinok és a furánok pontos forrásait, valamint fejleszti a kibocsátás ellenőrzésének technológiáit.

- Policiklikus aromás szénhidrogének

A szakirodalomban általában rövidített névvel (PAH-ok) szereplő policiklikus aromás szénhidrogének a nagy molekulású, 4-7 benzolgyűrű összekapcsolódásából eredő vegyületek gyűjtőfogalma. Ezen anyagok csoportosítása az alábbi táblázatban látható.



**2. táblázat: A policiklikus aromás szénhidrogének csoportosítása**

<b>Rákkeltő és mutagén PAH-ok</b>	<b>Rákkeltő, de nem (biztosan) mutagén PAH-ok</b>	<b>Mutagén, de nem rákkeltő PAH-ok</b>
Benzo(a)antracén	Benzo(c)fentantrén	Benzo(e)pirén
Benzo(a)pirén	Dibenzo(a,h)pirén	Benzo(g,h,i)perilén
Benzo(b)fluorantén	Dibenzo(a,l)pirén	Fluorantén
Benzo(j)fluorantén		Perilén
Benzo(k)fluorantén		Trifenilén
Krizén		
Ciklopenta(c,d)pirén		
Dibenzo(a,e)pirén		
Dibenzo(a,h)antracén		
Dibenzo(a,i)pirén		
Indeno(1,2,3-cd)pirén		
5 nulilkrizén		

*Forrás: Sohár, Matyasovszky, 2003.*

A PAH-ok főleg a gépkocsik kipufogógázaiban (mintegy 30 féle PAH vegyület) fordulnak elő, a különböző szerves anyagok nagyobb hőmérsékletű ( $T > 700^{\circ}\text{C}$ ) kezelésénél (égetés, elgázosítás, hőbontás, stb.) képződnek. Az utóbbi idők felismerése, hogy az egyébként környezetvédelmi szempontból előnyös fitomassza (növényi eredetű biomassza) égetése során is keletkezhetnek PAH vegyületek, ha a tüzelőanyag nedves, az égtérben lévő hőmérséklet kicsi (kisebb, mint  $100^{\circ}\text{C}$ ) és az oxigénellátás tökéletlen. Az egyes kibocsátó ipari szektorok közül a háztartási tüzeléssel (ezen belül is a fatüzeléssel) kapcsolatos emissziók képezik a legnagyobb hányadot (43 %), ezt követi a primer alumíniumgyártás PAH kibocsátása (24 %), majd a közlekedési szektor (főleg a dízel olaj) PAH emissziója (19 %). A gázfázisban tovaterjedő PAH-ok (viszonylag csekély vízoldhatóságuk ellenére) a felszíni vizekben

- felületaktív anyagok közreműködésével - oldatba kerülnek, más részük a növények levelére kondenzálódik.

- Hexaklór-benzol

A HCB-k melléktermékként különböző vegyi anyagok előállítása során keletkeznek (pesticidek, fapácok). A teljes légköri HCB kibocsátás 2001-ben 4572 g volt, ennek nagyobb része az ipari technológiákból származik, és csak kb. 10 %-a pirogén eredetű kibocsátásokból. Lényegében három ipari technológia HCB kibocsátása a meghatározó: az elektroacél gyártás, a szekundér réz feldolgozás és a lakossági hulladék égetése. Ezek együtt a teljes HCB kibocsátás mintegy 85 %-át teszik ki. A fosszilis tüzelőanyagok égetéséből származó HCB kibocsátás csökkenést főleg a tüzelőanyag-felhasználásban bekövetkezett változások indokolták (POP leltár).

A következőkben a tárgyalt perzisztens szerves szennyezőket foglalom táblázatba felhasználásuk, illetve szabályozásuk szerint.

**3. táblázat: A perzisztens szerves szennyezők felhasználási és keletkezési területei**

<b>Vegyület megnevezése</b>	<b>Növényvédő szer</b>	<b>Ipari mérgező vegyi anyag</b>	<b>Ipari melléktermék</b>
Aldrin	•		
Klórdán	•		
DDT	•		
Dieldrin	•		
Endrin	•		
Heptaklór	•		
Mirex	•	•	
Toxafén	•		
Klórdekon	•		
HCH	•		
HCB	•	•	•
PCB		•	•
Hexabrom-bifenil		•	
Dioxinok			•
Furánok			•
PAH			•

*Forrás: POP leltár*

**4. táblázat: A Stockholmi Egyezményben szabályozott 12 perzisztens szerves szennyező szabályozása a világban**

Vegyület neve	Tiltó országok száma (a)	Korlátozó országok száma (b)	Importot tiltó országok száma
Aldrin	72	10	52
Klórdán	57	17	33
DDT	60	26	46
Dieldrin	67	9	53
Endrin	65	9	7
Heptaklór	59	17	36
Mirex	52	10	nincs adat
Toxafén	58	12	nincs adat
Hexaklór-benzol	59	9	4
PCB	9	4	5
Dioxinok	0	23	nincs adat
Furánok	0	22	nincs adat

(a) A tiltó rendelkezések közé tartoznak azok az országos törvények, amelyek a vegyület mindenféle vagy elsőrendű felhasználását megtiltják, valamint az EC ajánlások vagy szabályozások által tiltott anyagok.

(b) A korlátozások közé tartoznak azok az országos törvények, amelyek az anyagot vagy annak használatát szigorúan korlátozzák.

*Forrás: Platt McGinn, 2000.*

A növényvédő szerek közül az aldrin, DDT, dieldrin, endrin, heptaklór, hexaklór-benzol, klórdán és toxafén felhasználását rendelet tiltja Magyarországon, míg a mirex és klórdekon használata hazánkban sohasem volt engedélyezve.

A POP hatóanyagú növényvédő szerek forgalmazása az 1964-1971 közötti időszakban érte el maximumát, ekkor a felhasználás tartósan 30000 t/év fölött volt. Az 1950-2001-es időszakot tekintve a POP tartalmú

növényvédő szerek felhasználása mintegy 450000 tonna volt, amelyből a tényleges hatóanyag tartalom közel 66500 tonna. A hatóanyagok értékesítésének eloszlását az 5. táblázat mutatja.

**5. táblázat: POP hatóanyagok értékesítésének tízévenkénti eloszlása 1950-2000 között (tonna)**

Hatóanyag	1950-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	Összesen
DDT	10 128,31	29 347,61	4,35	0,00	0,00	39 480,27
HCH	2 555,87	4 399,20	0,00	0,00	0,00	6 955,07
Lindán	2,10	8 787,82	4 314,98	175,65	3,90	13 284,45
Toxafén	153,42	1 595,68	1 807,45	75,20	1,00	3 632,75
Aldrin	0,70	1 893,71	0,00	0,00	0,00	1 894,41
Dieldrin	4,75	259,40	0,00	0,00	0,00	264,15
HCB	0,04	5,17	17,10	0,00	0,00	22,31
Klórdán	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
Triklór-fenoxi-ecetsav	0,05	255,05	601,71	68,90	0,00	925,71
Összesen	12 845,24	46 543,74	6 745,59	319,75	4,90	66 459,22

*Forrás: Pethő, Ocskó, 2003.*

## **2. A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP-ok) jogi szabályozása**

### **2.1 Bevezetés**

A POP-ok kibocsátása, felhasználása súlyos környezeti veszélyforrást jelent napjainkban. Az általuk okozott gondokat csak világméretű összefogás oldhatja meg. Emiatt kezdeményezte az Egyesült Nemzetek Környezeti Programja (UNEP) a problémakör megoldásának nemzetközi szintre emelését – egy önálló egyezmény kidolgozását (Stockholmi Egyezmény) -, amelyhez iránymutatásként szolgált az ENSZ/Európai Gazdasági Bizottság által előkészített és gondozott Aarhusi POP Jegyzőkönyv (1998). Ez része a Long Range Transboundary Air Pollution – A nagy távolságra jutó, határokon áttérjedő levegőszennyezésről szóló Genfi Jegyzőkönyvnek.

Hazánkban jelenleg GEF (Global Environment Facility) támogatásból az UNIDO (United Nation Industrial Development Organization), mint végrehajtó szervezet közreműködésével, az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság végrehajtásával folyik az egységes POP Nemzeti Intézkedési Terv kidolgozása. E projekt biztosít teljes körű szakmai és anyagi segítséget a vállalt kötelezettségek teljesítésében. A Stockholmi Egyezmény ratifikálására így az egységes Nemzeti Intézkedési Terv (NIT) elfogadását követően kerülhet sor.

Említést kell tennünk a harmadik, egyben legjelentősebb, leghigorúbb jogszabályról, a 2004. május 20-án hatályba lépett 850/2004. sz. EK-rendeletéről, mely a környezetben tartósan megmaradó szerves

szennyező anyagokról és a 79/117/EEK irányelv módosításáról szól, megfelelő jogi alapot biztosítva a szükséges intézkedések megtételéhez.

A szükséges intézkedések köre kiterjed a POP anyagok gyártásának, forgalmazásának és felhasználásának kiküszöbölésére, illetve korlátozására; a kibocsátások csökkentésére kibocsátási határértékek és az elérhető legjobb technikák alkalmazásával; a POP tartalmú hulladékok azonosítására, kezelésére és ártalmatlanítására; jelentéstételi kötelezettségre; a kibocsátások mérésével kapcsolatos feladatokra (monitoring); a társadalmi tudatosság fokozására; illetve új POP anyagok felvételére a kutatás-fejlesztés előmozdításával.

Az alábbiakban részletes kifejtésre kerülnek a nemzetközi, az Európai Unió, a hazai illetve a szlovák jogszabályok, előírások.

## **2.2 Nemzetközi egyezmények (Aarhusi POP Jegyzőkönyv, Stockholmi Egyezmény)**

Az Aarhusi POP Jegyzőkönyv (a továbbiakban Jegyzőkönyv) 2003-ban, a 16. aláíró ország ratifikációjával lépett hatályba, és 16 vegyületcsoportra határozza meg az alábbi intézkedéseket: gyártás és felhasználás kiküszöbölése, korlátozott felhasználás és végül a melléktermék-kibocsátás csökkentése. A Jegyzőkönyv az alábbi anyagcsoportokat veszi sorra, tekintettel a lista későbbi esetleges bővítésére:

*növényvédőszer*ek: aldrin, HCB (hexaklór-benzol), klórdán, klórdekon, DDT, dieldrin, endrin, heptaklór, HCH (hexaklór-ciklohexán; a lindán legalább 99 %-ban gamma izomert tartalmazó keveréke), mirex, toxafén;

*mérgező vegyi anyagok*: hexabrom-bifenil, PCB-k (poliklórozott bifenilek);

*melléktermékek:* PAH-ok (policiklikus aromás szénhidrogének), dioxinok/furánok, HCB.

A Jegyzőkönyvben foglalt kötelezettségek az alábbiak:

Minden fél köteles hatékony intézkedéseket hozni a Jegyzőkönyv I. Mellékletében felsorolt anyagok gyártásának és felhasználásának beszüntetésére. Ezek az anyagok: aldrin, klórdán, klórdekon, DDT, dieldrin, endrin, heptaklór, hexabrómbifenil, hexaklórbenzol (HCB), mirex, PCB és toxafén. A fenti tiltás nem vonatkozik a laboratóriumi célú felhasználásokra. A DDT és PCB gyártása és felhasználása bizonyos esetekben továbbra is lehetséges, ezért e két anyag a Jegyzőkönyv II. Mellékletében is szerepel.

A Jegyzőkönyv a II. Mellékletben szereplő anyagokra a további korlátozott felhasználás lehetőségeit szabályozza. Ezen anyagok: DDT, HCH, PCB.

A Feleknek hatékony intézkedéseket kell hozni annak érdekében, hogy a Jegyzőkönyv III. Mellékletében szereplő anyagok (PAH-ok, dioxinok, furánok, hexaklórbenzol) évi összes emissziói csökkenjenek a referencia évhez képest. A referencia évet a ratifikáláskor kell megnevezni, 1985 és 1995 között bármely év választható, a Jegyzőkönyv 1990-et javasolja.

A Jegyzőkönyv I., II. illetve III. Mellékletében felsorolt anyagoknál megfelelő stratégiát kell kidolgozni a még használatban lévő, e vegyületeket tartalmazó árucikkek és hulladékok azonosítására, a hulladékok és árucikkek hulladékká válását követően pedig megfelelő intézkedésekkel gondoskodni kell környezetkímélő módon történő ártalmatlanításukról és elhelyezésükéről.

A nagy, helyhez kötött légszennyező forrásokra a Jegyzőkönyv IV. és V. Mellékleteiben meghatározott kibocsátási határértékeket és az elérhető legjobb technikákat (BAT: Best Available Techniques) kell



alkalmazni. A műszaki mellékletek követelményeit a VI. Melléklet alapján az új forrásokra kettő, a meglévőkre nyolc évvel a Jegyzőkönyv hatálybalépése után kell betartani. A VII. Melléklet tartalmazza a mozgó forrásokból történő kibocsátások csökkentésére irányuló intézkedéseket.

Közegészségügyi szükséghelyzetben és kutatási célokra a Felek felmentést kaphatnak a kötelezettségek alól.

Minden Fél köteles nemzeti stratégiát, politikát és programokat kidolgozni a Jegyzőkönyvből fakadó kötelezettségek teljesítésére, legkésőbb hat hónappal azt követően, hogy a Jegyzőkönyv rá nézve hatályba lép.

A Genfi Egyezmény Végrehajtó Testülete által megszabott időszakonként az ENSZ/EGB titkárságának információt kell szolgáltatni a Jegyzőkönyv végrehajtására tett intézkedésekről, az emissziók alakulásáról, amelyet a Végrehajtó Testület fog felülvizsgálni. (KOVÁCS G., 2003).

A POP-ok gyártásának, felhasználásának és melléktermékként történő kibocsátásának, veszteségeinek ellenőrzése, csökkentése illetve kiküszöbölése céljából a UNEP 2001-ben a globális, ún. Stockholmi POP Egyezményt dolgozta ki, melyet eddig 150 ország – köztük hazánk is – aláírt, illetőleg 40 állam ratifikált ( az Egyezmény az 50. ország ratifikációja után lép hatályba). Az Egyezmény szerint a Feleknek a hatályba lépést követő két éven belül intézkedési tervet kell készíteni az Egyezményben vállalt kötelezettségek végrehajtására.

Míg az Aarhusi Jegyzőkönyv 16, addig a Stockholmi Egyezmény a 16-ból csak 12 POP anyagcsoportra irányul. A különbség oka, hogy a Jegyzőkönyv csak az atmoszférába kerülő emissziókkal, míg a Stockholmi Egyezmény a levegőn kívül bármely közegbe jutó kibocsátásokkal is foglalkozik, tehát egy komplex, minden környezeti elemre kiterjedő szabályozást biztosít.

Az Egyezményben a következő 12 anyagot illetve anyagsoportot szabályozták tiltással, korlátozással illetve kibocsátás-csökkentéssel: aldrin, DDT, dieldrin, endrin, heptaklór, klórdán, hexaklór-benzol (HCB), mirex, toxafén, PCB-k (poliklórozott bifenilek), dioxinok és furánok.

### **2.3 Az Európai Unió POP-okra vonatkozó szabályozása**

Az Európai Unió 1998. június 24-én aláírta az Aarhusi POP Jegyzőkönyvet, majd 2001. május 22-én a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról szóló Stockholmi Egyezményt. 2004 májusában megszületett a fenti két nemzetközi megállapodás főbb követelményeit integráló, illetőleg új, szigorúbb előírásokat is tartalmazó, a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról és a 79/117/EEK irányelv módosításáról szóló 850/2004. számú Európai Parlamenti és Tanácsi Rendelet, mely szabályozza a felsorolt POP-ok gyártását, felhasználását, kibocsátásainak csökkentését, készleteinek és hulladékainak kezelését, ártalmatlanítását.

A korábbi EU-szabályozás számos hiányossága közül a legfontosabb, hogy nem biztosított keretrendszert ezen anyagok tiltására, korlátozására, kiküszöbölésére, az új anyagok gyártásának, felhasználásának megakadályozására, továbbá közösségi szinten nem határoztak meg alapvető kibocsátás csökkentési célokat.

A Jegyzőkönyv és az Egyezmény szerinti közösségi kötelezettségek egységes és hatékony megvalósítása érdekében olyan közös jogi keret kialakítására volt szükség, melyen belül hatékony intézkedéseket lehet tenni a POP anyagok gyártásának, forgalomba hozatalának és felhasználásának kiküszöbölésére. A hatályos Rendelet összefoglalóan úgy rendelkezik, hogy az itt felsorolt anyagok gyártása, forgalomba hozatala és

felhasználása akár önmagukban, akár készítményben vagy bármilyen termék összetevőjeként tilos.(LOTZ T., 2004).

Az Egyezmény alapján fennálló kötelezettségeinek végrehajtására az abban részes minden fél köteles tervet készíteni. Mivel e tekintetben a Közösség és a tagállamok megosztott hatáskörrel rendelkeznek, az intézkedési terveket mind nemzeti, mind közösségi szinten el kell készíteni. A Bizottság és a tagállamok hatóságai közötti együttműködést és információcserét pedig elő kell mozdítani.

A Rendelet az alábbi mentességeket, illetve alkalmazási határidőket állapítja meg:

- a használatban lévő készülékek, berendezések és termékek tartalmazhatnak PCB-t a szakterületi jogszabályokban rögzített feltételekkel és határidőig;
- a DDT – mind a Jegyzőkönyv, mind az Egyezmény szerint - félkésztermékként felhasználható dikofol gyártására 2014-ig, közbeiktatva egy 2008-as felülvizsgálatot;
- a HCH (ideértve a lindánt vagy más néven gamma-HCH-t is) néhány kivételes ipari, gyógyászati és állategészségügyi alkalmazása 2007. december 31-ig megengedhető;
- végül a kutatás-fejlesztési célú laboratóriumi alkalmazás is megengedett.

A Rendelet bármely termék összetevőjeként is tiltja a szabályozott POP vegyületek alkalmazását. Ez a POP-ok szabályozásának új eleme, mely tiltás minden árucikkre, termékre vonatkozik. A Rendelet előírja, hogy a szabályozott 16 POP anyag bármelyikét tartalmazó termék, árucikk, amelyet 2004. május 20. előtt gyártottak és nincs használatban, a Rendelet hatályba lépését követő hat hónap után – vagyis 2004. november 20-tól – veszélyes hulladéknak minősül és birtokosának annak megfelelően kell kezelnie. A szabályozást nem kell alkalmazni a 2004. május 20. előtt

használatba vett termékek alkotóelemeként előforduló anyagokra.(LOTZ T., 2004).

A Rendelet a továbbiakban meghatározza a monitoring, a Közösségen belüli, illetve harmadik országokkal történő információcsere, a műszaki segítségnyújtás, a jelentéstétel, és az esetlegesen alkalmazandó szankciók feltételeit.

## **2.4 A hazai szabályozás**

Magyarország 1998-ban az Aarhusi POP Jegyzőkönyvet, majd 2001 májusában a Stockholmi POP Egyezményt is aláírta, ez utóbbi ratifikációját megelőzően kezdte elkészíteni az átfogó intézkedési tervet, melyet a tematikai és időbeni átfedések miatt az Aarhusi POP Jegyzőkönyvben vállalt feladatokhoz is felhasznál. A projekt elkészítéséhez a GEF (Globális Környezeti Alap), valamint annak végrehajtó intézménye, az UNIDO 450 000 USD összegű támogatást biztosított. A széleskörű feladatok ellátásának elősegítése érdekében 2002 augusztusában megkezdte munkáját a POP Tárcaközi Bizottság, melyben az összes érintett szaktárca és intézmény szakemberei működnek együtt. Az egységes POP Nemzeti Intézkedési Terv (NIT) kidolgozása az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság végrehajtásával folyik. Jelenleg különféle mérések vannak folyamatban annak megállapítására, hogy mekkora az egyes technológiák POP-kibocsátása. A végleges eredmények 2005. szeptemberére várhatók, ezek után kerülhet sor a terv összeállítására, majd a Kormány elé terjesztésére. Az Egyezmény ratifikálására a NIT elfogadását követően kerülhet sor. A hazai szabályozás szerves részét képezi a 850/2004. számú EK Rendelet is, mely 2004. május 20-i hatálybalépésével automatikusan a magyar jog részévé vált.

Az alábbiakban sorra vesszük a légek, a hulladékok, illetve növényvédőszer maradványok, a talaj, a hulladéklerakók, a felszíni és felszín alatti vizek, végül az egészségügy és az élelmiszerek kapcsán a POP-okra vonatkozó hazai – a fentebb leírt nemzetközi és európai uniós előírásokat magukban foglaló, valamint azokat kiegészítő – jogszabályokat, előírásokat.

Mielőtt azonban ezekre rátérnénk, említést érdemelnek a 850/2004. számú EK Rendelet által előírt átmeneti mentességi lehetőségekkel kapcsolatos hazai szabályok:

- a meglévő működő, illetve tartalékban lévő PCB-t tartalmazó olajokat az 5/2001. (II. 23.) Köm rendelet szerint legkésőbb 2010. december 31-ig ártalmatlanítani kell, ha az olajok PCB koncentrációja meghaladja a 0,05 tömeg %-ot. Ha ennél kisebb a koncentráció és a berendezések jól működnek, akkor tovább használhatók, és élettartamuk végén kell őket ártalmatlanítani.
- a DDT alkalmazása dikofol gyártására okafogyottá vált, ugyanis a dikofolt a 89/2004. (V. 15.) FVM rendelet a betiltott hatóanyagok közé sorolja, így felhasználásra vonatkozó igényt hazánk nem jelentett be.
- a HCH (mind a technikai, mind a lindán) növényvédő szerként való alkalmazását az FVM rendelet betiltotta, a lindán egészségügyi alkalmazása pedig – perzisztens és bioakkumulatív tulajdonságai miatt – nem ajánlott, ezért felhasználásra vonatkozó igényt hazánk itt sem jelentett be.
- a POP-ok kutatási-fejlesztési célú laboratóriumi vagy hiteles referencia anyagmintaként történő alkalmazása mentességgel bír. (LOTZ T., 2004).

### 2.4.1. A POP-ok légköri kibocsátása

A Jegyzőkönyv a termikus és egyéb ipari technológiák levegőbe kibocsátott melléktermékei közül a policiklikus aromás szénhidrogéneket (PAH-ok), a dioxinokat és furánokat (PCDD/PCDF), valamint a hexaklórbenzolt (HCB) sorolja föl. Az Egyezmény és a Rendelet e három vegyület-csoport mellett a poliklórozott bifenilek (PCB) emisszióját is ide sorolja. A Jegyzőkönyv előírása szerint a felsorolt anyagok éves légköri összkibocsátását – hatékony intézkedések bevezetésével – csökkenteni kell a referencia évhez képest, amely Magyarország esetében az 1985. évi mennyiségben lett meghatározva.

A Jegyzőkönyv rögzíti a műszaki intézkedések bevezetésének határidőit. A hatályos hazai szabályozás a Jegyzőkönyvben előírt határidők betartását biztosítja. Mind a helyhez kötött, mind a mozgó szennyezőanyag források emisszióját figyelembe vevő légköri POP kibocsátási adataink a referencia évben és 2001-ben az országos POP kataszter adatai alapján a következők voltak:

**6. táblázat: A POP anyagok összes kibocsátásának alakulása**

<b>POP anyagok</b>	<b>Összes kibocsátás – 1985</b>	<b>Összes kibocsátás – 2001</b>
Dioxin/furán	212 g/év	74 g/év
PAH	154 t/év	55 t/év
HCB	8 kg/év	4,5 kg/év
PCB	202 kg/év	101 kg/év

*Forrás: Lotz T.: Háttéranyag a POP prioritásokat rögzítő konferenciához*

Az összes légköri dioxin/furán kibocsátásunk tehát a referencia évhez képest csaknem 1/3-ra csökkent, az összes PAH-emisszióink szintén

kb. 1/3-ra esett vissza. A referencia évben a kibocsátás kb. 65%-át a lakossági tüzelés okozta. A lakossági széntüzelés visszaszorulása, a földgáztüzelésre való átállás jelentős mértékben csökkentette a PAH-kibocsátást. A HCB-kibocsátásunk 2001-re szintén csökkent. A kibocsátás főleg a hulladékégetésből származik, ui. a felhasználás hazánkban 1966 óta tiltott. A PCB-emisszió pedig a felére csökkent.

A hulladékégetési technológiák dioxin/furán kibocsátására a 11/1991. (V. 16.) KTM rendelet szigorú kibocsátási határértéket írt elő. A 3/2002. (II. 22.) KöM rendelet a hulladékok égetésének műszaki követelményeiről, működési feltételeiről és a kibocsátási határértékekről szól. A 14/2001. (V. 9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet a légszennyezettségi és kibocsátási határértékeket rögzíti, ebben az egyes POP vegyületekre általános technológiai-kibocsátási határértékek vannak megadva. Végül mindkét végrehajtó jogszabályt a levegő védelmével kapcsolatos 21/2001. (II. 14.) Korm. rendelet foglalja egységbe. (KOVÁCS G., 2003)

Jogalkalmazási szempontból az egyik legnagyobb probléma, hogy a hazai POP leltár adatai nagyrészt számításon alapulnak, mely jelentős hátrányt – adott esetben akár megbízhatatlanabb adatokat – eredményez a többi országhoz képest. Mérések végzéséhez viszont óriási anyagi ráfordítás szükséges, melyet az állam képtelen egyedül finanszírozni. Ahhoz, hogy a mérési költségek legalább egy részét a vállalkozókra lehessen telepíteni, határértékek meghatározására lenne szükség. Nálunk jelenleg csupán a hulladékégetésre vonatkozóan létezik olyan jogszabály, melyben kibocsátási határérték van előírva. A hulladékok égetéséből származó dioxin/furán kibocsátás rendszeres mérését az üzemeltetők részére a 3/2002. (II. 22.) KöM rendelet írja elő. Nehézségek olyan POP kibocsátó technológiáknál adódnak, amelyek nincsenek határértékkel szabályozva (kohászati, erőművi kibocsátások), így ezeknél a POP

kibocsátások méréssel történő ellenőrzése nem követelhető meg az üzemeltetőktől. Cél tehát a POP kibocsátó technológiák méréssel történő ellenőrzése a fajlagos kibocsátási értékek pontosításához.

A Jegyzőkönyvben előírt POP kibocsátás csökkentési követelményt a hazai jogszabályok szerint a BAT (Best Available Techniques) alkalmazási kötelezettség biztosítja. A Jegyzőkönyv VI. Melléklete rögzíti a BAT alkalmazásának határidejét, ami az új helyhez kötött forrásokra a hatálybalépéstől (2003) számított két, míg a meglévő helyhez kötött forrásokra nyolc év.

#### **2.4.2 Hulladékok POP szennyezése, PCB tartalmú hulladékok és lejárt szavatosságú növényvédőszer maradványok**

A kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény, a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény, a növényvédelemről szóló 2000. évi XXXV. törvény, a veszélyes hulladékokról szóló 102/1996. (VII. 12.) Korm. rendelet, a PCB-k, PCT-k és az azokat tartalmazó berendezések kezelésének részletes szabályairól szóló 5/2001. (II. 23.) KöM rendelet szabályozzák a veszélyes anyag tartalmú hulladékok nyilvántartását és ártalmatlanítását. A 16 szabályozott POP anyagot tartalmazó hulladékok, termékek felmérésére és környezetkímélő módon történő ártalmatlanítására megfelelő intézkedéseket kell hozni.

A PCB-t tartalmazó berendezések azonosításáról és kezeléséről szóló 5/2001. (II. 23.) KöM rendelet alapján a még használatban lévő és 5 dm<sup>3</sup>-nél nagyobb térfogatú, PCB-t tartalmazó berendezésekről felmérést kell készíteni, a berendezések tulajdonosainak a környezetvédelmi felügyelőségek felé bejelentést kell tenniük, ahol ezekről kötelesek nyilvántartást vezetni.



A hatályos Rendelet (850/2004. sz. EK Rendelet) szerint legkésőbb 2010. december 31-ig működhetnek a 0,05 tömeg %-nál nagyobb koncentrációban PCB-t tartalmazó olajokkal feltöltött berendezések. Ezt követően leszerelésük után olajtöltetüket ártalmatlanítani kell, egyben gondoskodni kell a kiürített tartályok esetleges hasznosításáról vagy ártalmatlanításáról.

A lejárt szavatosságú növényvédő szerek és szermaradványok felmérése, begyűjtése és ártalmatlanítása szintén kiemelt fontosságú feladat az Országos Hulladékgazdálkodási Tervben, melyek kezelésében a POP tartalmú hulladékok nem különíthetők el. A 2004-es POP leltár tartalmazza a felmérés eddigi eredményeit. Ezek szerint összesen kb. 300 tonna szermaradványt és mintegy 600 tonna növényvédő szerrel szennyezett csomagolóeszköz ártalmatlanítását kell megoldani. A kb. 300 t növényvédő szermaradványból az előzetes becslések alapján mintegy 60 tonnára tehető a POP tartalmú hatóanyagok mennyisége. A PCB-tartalmú hulladékok, növényvédőszer maradványok, és az azzal szennyezett csomagolóeszköz hulladékok ártalmatlanítására programot kell készíteni, mely az Országos Hulladékgazdálkodási Terv kiemelt feladatát képezi. (LOTZ T., 2004).

Itt kell megemlítenünk, hogy a Jegyzőkönyvben és az Egyezményben szabályozott vegyületek közül hazánk csak a POP tartalmú növényvédő szereket gyártotta. A növényvédő szerek forgalomba hozatalának és felhasználásának engedélyezéséről, valamint a növényvédő szerek csomagolásáról, jelöléséről, tárolásáról és szállításáról szóló, jelenleg hatályos

89/2004. (V. 15.) FVM rendelet azonban ezen korábban engedélyezett POP tartalmú növényvédőszer hatóanyagok (aldrin, DDT, dieldrin, endrin, HCH, heptaklór, hexaklór-benzol, klórdán és toxafén) mindegyikét betiltotta. A jogszabályból hiányzik a mirex és a klórdekon,

mivel ezek használata hazánkban soha sem volt engedélyezve, azaz tilos volt felhasználni akár importból származóan, akár hazai előállításban.

### **2.4.3 Talajok POP szennyezése, lerakók, szennyezett területek vizsgálata, kármentesítés**

A talajok tulajdonságainak, a rájuk ható meghatározó folyamatok megismerésének és a talajszennyezések megfigyelésének, mérésének céljából hozta létre a földművelésügyi tárca 1992-ben a Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszert és hálózatot. A TIM rendszer működésének és hosszú távú fenntartásának jogi háttérét a termőföldről szóló 1994. évi LV. törvény biztosítja. A települési szilárd hulladékokkal, az illegális, régi vagy elhagyott lerakókkal, azok rekultiválásával a 110/2002. (XII. 12.) OGY határozattal elfogadott Országos Hulladékgazdálkodási Terv (OHT) és a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény által létrehozott Nemzeti Környezetvédelmi Program részeként az Országos Környezeti Kármentesítési Program (OKKP) foglalkozik. Az OKKP ezen kívül más talajszennyező források feltárását és ártalmatlanítását is meghatározza, melyet számos végrehajtási rendelet szabályoz.

A települési és illegális hulladéklerakókat 2002-ben PHARE támogatással felmérték. Szemrevételezés és a lerakóknál történt fúrás mintavételek elemzése alapján arra a következtetésre jutottak, hogy említésre méltó POP tartalmú veszélyes hulladékok (növényvédő szermaradványok, PCB tartalmú olajok, stb.) nem találhatók a lerakókon. Ezt a hazai szabályozás is alátámasztja, miszerint veszélyes hulladék nem helyezhető el kommunális lerakón. (LOTZ T., 2004).

A jelenlegi TIM pontok sajnos kevés adatot szolgáltatnak az ipari eredetű talajszennyezések vizsgálatához, ugyanis elsősorban

mezőgazdasági szempontok alapján lettek kijelölve. Ma átlagosan 77 km<sup>2</sup>-re esik egy mintavételi pont. A TIM fejlesztése jelentős költségigénnyel jár. Sajnos forráshiány miatt újakat nem létesítettek, emiatt a 2000-es TIM mérések óta újabb adatok nem állnak rendelkezésre. A fejlesztések eredményeként pontosabb képet kapnánk a talajok POP szennyezéséről, az intézkedési tervben ugyanakkor hatékonyabban lenne megtervezhető a feltárásuk és az ártalmatlanításuk. (LOTZ T., 2004)

#### **2.4.4 Felszíni és felszín alatti vizek POP szennyezése**

A jogszabályi háttér tekintetében ehelyütt meghatározó az EU ún. Veszélyes Anyagok keretdirektívája (76/464/EC) és ennek leánydirektívái. A keretdirektíva kötelezi a tagországokat az I. listába tartozó veszélyes anyagok kibocsátásának fokozatos megszüntetésére, illetve a II. lista szerinti szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentésére. A felszíni vizekben a VITUKI folyamatosan ellenőrzi a keretdirektívában felsorolt szennyezőanyagok – köztük számos POP anyag – koncentrációját. A fontosabb hazai jogszabályok: 203/2001. (X. 26.) Korm. rendelet a felszíni vizek védelméről, 204/2001. (X. 26.) Korm. rendelet a csatornabírságról (2 POP anyagot érint), 219/2004 (VII. 21.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek minőségét érintő feladatokról (12 POP anyagot érint) stb. (BAGI M. et al., 2003).

A vizek esetében szintén kiegészítő mérésekre, feltárásokra lenne szükség, legalább azokon a helyeken, ahol a határértéket meghaladó szennyezettségi szint fordult elő. Az alapvetően imissziós elven felépülő POP leltárt ki kellene egészíteni a szennyező források kibocsátási adataival.

#### 2.4.5. Egészségügyi hatások, kockázatok

Az emberbe kerülő POP-ok 90 %-át élelmiszerekkel vesszük magunkhoz. A POP kibocsátások csökkentésére irányuló erőfeszítések célja elsősorban az, hogy az embert minél kisebb POP terhelés érje. Ezért kiemelt fontosságú az emberi szervezetbe jutó POP szennyezések vizsgálata, ugyanakkor a POP szennyezést a szervezetbe juttató egyes élelmiszereket is vizsgálni kell. A nemzetközi finanszírozású programok (GEMS Food, WHO-ECEH) csak alkalmanként szolgáltatnak adatokat az emberek és élelmiszerek POP terheléséről, ezért szükség van hazai finanszírozású programokra is (ilyen lehet a NEKAP II vagy az NKP II), jelenleg azonban csökkentek az erre szolgáló költségvetési források. A témához kapcsolódó fontosabb jogszabályok a következők:

- 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról
- 41/2000. (XII. 20.) EüM-KöM együttes rendelet az egyes veszélyes anyagokkal illetve veszélyes készítményekkel kapcsolatos egyes tevékenységek korlátozásáról
- 46/2000. (XII. 29.) EüM-FVM-KöM-GM együttes rendelet az egyes veszélyes anyagok és veszélyes készítmények behozatalával, kivételével összefüggő bejelentési és előzetes tájékoztatáson alapuló jóváhagyási (PIC) eljárásról
- 40/2000. (XII. 20.) EüM rendelettel módosított 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet a növényvédőszer maradékok határértékeire az állati és növényi eredetű élelmiszerekben
- 5/2002. (II. 22.) EüM-FVM rendelet a nehezen lebomló szerves vegyületek hatóanyagaira (elsősorban a növényvédő szerekre) vonatkozó határértékekről, stb.

(MATYASOVSKY K. et al., 2003.)

## 2.5 Szlovák szabályozás

Magyarországhoz hasonlóan Szlovákia is mind az Aarhusi POP-Jegyzőkönyvnek, mind a Stockholmi Egyezménynek részese, EU-tagállamként pedig vonatkozik rá a 850/2004-es számú EK-rendelet. Szlovákia GEF (Global Environmental Facility) támogatással, az UNDP (United Nations Development Programme) keretében készítette el nemzeti intézkedési tervét, az ún. NIP-et (National POP Implementation Plan). Az alábbiakban felvázoljuk a POP-ok szabályozásának és a vonatkozó intézményrendszernek a változását, módosulását az utóbbi években, illetve a jövőbeli tennivalókat a szlovák szabályozásra vonatkozóan. Az anyagot dr. Martin Murín, a pozsonyi Szlovák Környezetvédelmi Intézet igazgatója bocsátotta rendelkezésre.

Szlovákiában 1997 óta a Kibocsátók Nemzeti Leltárrendszere, az ún. NEIS (National Emission Inventory System) tartja nyilván a szennyező forrásokat, különféle kategóriák alapján. E nyilvántartás szerint a fémipar, az energiaszektor és a hulladékgyártás a fő POP-kibocsátók.

A felszíni és felszín alatti vizek szennyezettségének mérése a Szlovák Vízügyi Intézet feladata. A vízminőséget a háztartási és ipari szennyvíz, továbbá a mezőgazdasági tevékenységek befolyásolják.

Az élelmiszerekben található POP-ok mennyiségét is rendszeresen vizsgálják, ugyanakkor például Kassa régióban a POP-ok üledékben való előfordulása okozhatja, hogy romlik az egészségügyi helyzet.

Szlovákiában az ipari tevékenységből származik a GDP legnagyobb hányada, egyszersmind ez a szektor termeli a legtöbb POP-szennyezőanyagot is. A Stockholmi Egyezmény szerint a következő gazdasági ágak a POP-ok legfőbb kibocsátói: hulladékégetők, elektromos áramot termelő erőművek és fűtőközpontok, fémipar, papírgyártás, hulladékok szabad ég alatt történő égetése, vegyipar. A fémiparon belül az

Egyezmény a réz-, cink- és alumíniumgyártást, valamint a vasat és acélt előállító kohásokat nevezi meg fő POP-kibocsátóként. Szlovákiában egyébként a vas- és acélipar a legfontosabb ipari ágazatoknak egyike, ugyanakkor éppen ezen a területen vezették be 2004-ben és használják azóta is a környezetvédelmi mérések különféle technikáit, így próbálják csökkenteni a károsanyag-kibocsátást (Project SLO/01/G31, 2004).

### **2.5.1. Hatályos nemzeti intézményi és jogi háttér**

A POP-ok nyilvántartására, monitoringjára, menedzsmentjére és ezek intézményi támogatására vonatkozó jogi szabályozásról való döntés több minisztérium hatáskörébe tartozik. Ezek az Egészségügyi (élelmiszerek és mindennapi használati cikkek, munkakörnyezet), a Környezetvédelmi (levegő, víz, hulladékok), a Mezőgazdasági (növényvédő szerek vegyületei, élelmiszerek, trágya) és az Ipari Minisztérium (kémiai vegyületek és termékek). A Stockholmi konvenció és az Európai Parlament, illetve a Tanács szabályozásának átvétele, teljesítése miatt a következő jogszabályok módosítására volt – van szükség:

- 163/2001-es számú, a kémiai vegyületekről és készítményekről szóló törvény;
- 285/1995-ös számú, a növényvédelemről szóló törvény;
- 223/2001-es számú, a hulladékgazdálkodásról szóló és egyéb kapcsolódó törvények;
- 478/2002-es számú, levegővédelemről és a kapcsolódó 401/1998-as levegőszennyezésért kiszabható bírságokról szóló törvények;
- 184/2002-es számú, vízügyi és egyéb kapcsolódó törvények;
- 245/2003-as számú, az integrált megelőzésről és a környezetszennyezési ellenőrzésről szóló és egyéb kapcsolódó törvények.

A POP-ok menedzsmentjének intézményi biztosításában részt vesz a Pénzügyminisztérium (vámügyi intézmények) és a Belügyminisztérium (regionális és körzeti irodák) is. Ezt a területet 2004. január 1-jétől külön, az erre a célra specializálódott nyilvános szervek illetékességébe utalták, lásd: Környezeti Irodák és Közegészségügyi Irodák.

A fentieken kívül a POP anyagok nyilvántartásának, monitoringjának és menedzsmentjének egyes részfeladatai a következő intézmények hatáskörébe tartoznak:

- A kémiai vegyületek és készítmények központja (Egészségügyi Minisztérium);
- Közegészségügyi Irodák (2003. 12. 31.-ig állami egészségügyi intézetek voltak);
- Központi Mezőgazdasági Ellenőrző és Tesztintézet (Mezőgazdasági Minisztérium);
- Állami Állategészségügyi és Élelmiszerügyi Intézet (Mezőgazdasági Minisztérium);
- Élelmiszeripari Kutatóintézet (Mezőgazdasági Minisztérium);
- Szlovák Vízmeteorológiai Intézet (Környezetvédelmi Minisztérium);
- Szlovák Környezeti Ügynökség (Környezetvédelmi Minisztérium);
- Szlovák Környezeti Ellenőrzés Hivatala (Környezetvédelmi Minisztérium).

Ezen intézmények listája még nem végleges, hiszen a perzisztens szerves szennyezők problémája a Szlovák Tudományos Akadémia több intézménye és a különböző minisztériumokhoz tartozó kutatóintézetek számára is aktuális feladatot kínál (Project SLO/01/G31, 2004).

## **2.5.2 Szlovákia felkészültségének áttekintése a Stockholmi Egyezményel összefüggő kötelezettségekkel kapcsolatban – hiányosságok, tennivalók**

A jelenleg hatályban levő törvények és a Stockholmi Egyezmény, valamint az Európai Parlament és Tanács szabályozásának tanulmányozása alapján a következő eredmények születtek:

Egyértelmű jogi tilalom (vagy egyéb kizáró adminisztratív eszköz) hiánya a termelésre, valamint 9 olyan vegyület használatára vonatkozóan, melyek a Stockholmi Egyezmény A mellékletében szerepelnek. A fentihez hasonló tiltó eszközök hiánya a termelés korlátozásában és a Stockholmi Egyezmény B mellékletben szereplő vegyület, a DDT szabad felhasználása.

Egyértelmű korlátozás vagy tilalom hiánya a Stockholmi Konvenció A és B mellékletében felsorolt kémiai vegyületek exportjára és importjára. (Szlovákia ugyanis elmulasztotta azt a lehetőséget, hogy az ún. különleges kivételeket regisztrálja.) E vegyületek exportjának és importjának mennyiségi korlátozása a tőlük való megszabadulás környezettudatosan elfogadható szándékától függ.

Az új és a jelenleg használt kémiai vegyületek (pl. rovarirtó szerek) használatának további speciális szabályozása a Stockholmi Egyezmény D mellékletében meghatározott kritériumok szerint.

Kémiai vegyületek nem szándékos kibocsátásának felszámolására és csökkentésére vonatkozó stratégia és szabályozási rendszer hiánya. A megvalósítás egyik eszköze a kibocsátási mennyiségek azonosítása, számbavétele és becslése, illetve nemzeti cselekvési terv készítése a probléma megoldására.

A kezelési rendszer további specifikációjának szükségessége:



- azoknál a készleteknél, melyek az egyezmény A és B mellékletében szereplő kémiai vegyületeket tartalmaznak vagy ezekből állnak, továbbá
- a hulladékoknál, melyek a konvenció A, B vagy C mellékletében szereplő kémiai vegyületeket tartalmazzák.

Olyan stratégia és megfelelő törvény hiánya, amely a konvenció A, B vagy C mellékletében szereplő vegyületek által fertőzött területek azonosítását és egyben rehabilitációját szolgálja.

A Stockholmi Konvencióból következő kötelezettségek teljesítését szolgáló nemzeti intézkedési terv és annak integrációja a fenntartható fejlődés stratégiájával.

A Stockholmi Egyezmény 9. cikkelye 1. paragrafusában felsorolt információk cseréjének gyors és hatékony lebonyolítását végző nemzeti központ hiánya.

Az információ átadás módszerei, a döntéshozatalban való részvétel, az oktatás és a társadalmi érdeklődés fokozása – további részletesebb meghatározásokra van szükség a Stockholmi Egyezmény 10. cikkelyének megfelelően.

A POP-ok forrásai, környezetbe való kibocsátásuk és szállításuk felmérése, összekapcsolva az egyéni módszerek és folyamatok összehangolásával, továbbá ezen monitoring vizsgálatok eredményeinek szabályos időközönkénti közzététele.

A Szlovák Köztársaság előterjesztéseit biztosító jogi és intézményi háttér garantálása.

(Project SLO/01/G31, 2004)

### **2.5.3 A Stockholmi Egyezmény megvalósítása – avagy javaslatok a jogi szabályozás módosítására**

A szlovák jogi rendszerben fellelhető hiányosságok két módon szüntethetők meg: egyrészt a Stockholmi Egyezményből származó kötelezettségek többségének teljesítésére új, a POP-okra vonatkozó törvényeket kell alkotni, másrészt a hatályos jogszabályok módosítása szükséges.

Ezen kívül átfogó stratégiát kell kidolgozni a POP-ok által szennyezett területek azonosítására és rehabilitációjára, új környezeti kategóriákat kell felállítani, valamint környezeti szempontból elfogadható hulladék-ártalmatlanítási módszereket kell bevezetni (Project SLO/01/G31, 2004).

### **2.5.4 Jogszabályok módosítására történő előterjesztések**

A Stockholmi Egyezménynek az Európai Parlament és Tanács által szabott határidőre történő teljesítése érdekében elkerülhetetlen volt a már létező törvényi szabályozás módosítása. Az egyezmény egyes cikkelyeinek hatása általában a következők szerint alakul-alakult:

- Rovarirtó szerekre vonatkozó szabályozás

A 285/1995-ös növény-egészségügyi törvény módosítása – a Szlovák Köztársaság MA 3322/3/2001-100 számú rendelete –, vagyis azoknak a készítményeknek a listáját, melyeknek gyártása és importja tiltott, ki kell egészíteni az I. melléklet alapján. Szükséges továbbá a régi készletek kibocsátását is nyilvánosságra hozni.

- *PCB-kre vonatkozó szabályozás*

A konvenció elvárásai akkor teljesülnek, ha a 223/2001-es hulladékgazdálkodási törvény módosítása hatályba lép.

- *DDT-re vonatkozó szabályozás*

Ezt az anyagot hosszú időn keresztül nem használták Szlovákiában, tehát nem szükséges a szabályozás. Amennyiben a DDT hulladékokban mégis fordul elő, a gondatlan hulladékkezelésre vonatkozó szabályozás lép életbe.

- *Az új rovarirtó szerekre és vegyületekre vonatkozó szabályozás*

A 163/2001-es kémiai anyagokra és készítményekre vonatkozó törvény módosítása – a Szlovák Köztársaság MI 7/2001-es számú rendelete –, amely az import- és exportszabályozás alá tartozó kémiai anyagokat és készítményeket sorolja fel.

A Szlovák Köztársaság MI 2/2002-es számú rendeletében azon rész megváltoztatása, amely a kemikáliák állandó tulajdonságainak kimutatását szolgáló módszerek teszteléséről szól.

- *A nem szándékos szennyezőanyag termelés csökkentése és megszüntetése*

A 478/2002-es, a levegő tisztaságára vonatkozó törvény módosítása – a Szlovák Köztársaság ME 706/2002-es számú rendeletének a szennyezés forrásaira érvényes része és az 1. melléklet –, a szennyező anyagok kiegészítő felsorolása a III. melléklet alapján.

A 245/2003-as, az integrált környezetszennyezés-megelőzésre és a szabályozásra vonatkozó törvény módosítása – a 2. mellékletben a szennyező anyagok listájának kiegészítése és amennyiben adott körülmények szükségessé teszik, a 3. mellékletben a legjobb elérhető technikák felsorolása.

- *A gondatlan hulladékkezelésre vonatkozó szabályozás*

A 223/2001-es hulladékgazdálkodási törvény kiegészítése, avagy a szabályozás kiterjesztése a PCB-re, továbbá a hulladékmegsemmisítés környezettudatosan elfogadható formájának meghatározása.

A jogi szabályozás további szükséges módosításait - amelyek a részletes cselekvési tervre és stratégiára vonatkoznak - később valósítják meg (Project SLO/01/G31, 2004).

### **2.5.5 Javasolt intézményi háttér**

Jelenleg több intézmény foglalkozik Szlovákiában POP-ügyekkel hivatalos megbízás alapján. A konvenció megvalósításával összefüggésben szükség lesz a következőkre:

Szükséges az alábbi intézmények tevékenységének kiterjesztése: Kémiai Vegyületek és Berendezések Központja, Központi Mezőgazdasági Ellenőrző és Tesztelő Intézet, Szlovák Vízmeteorológiai Intézet, Szlovák Környezeti Ügynökség és a Szlovák Környezeti Felügyelet.

Létre kell hozni egy, a POP-okért felelős intézetet (Nemzeti Központ - National Focal Point -NFPPOPs), amelynek az egyes intézményektől való információk összegyűjtése, összefoglalása, kihirdetése és ezek nemzeti - nemzetközi szinten való terjesztése lesz a feladata, továbbá egy becslési rendszer és szankciók előkészítése, valamint megvalósítása.

A másik lehetséges megoldás egy teljesen új szervezeti egység – mint felelős szerv – létrehozatala, amelynek funkciója a nyilvántartásba vétel, a monitoring, az ellenőrzés, a tájékoztatás és a szankcionálás megvalósítása lenne.

Mivel a POP-ügyeket a különböző minisztériumok tevékenységéhez kötődő többféle jogi szabályozás is érinti, további járható út egy egységes POP-törvény létrehozása lehet (hasonlóan a 76/1998-as a föld ózonrétegének védelméről szóló törvényhez) (Project SLO/01/G31, 2004)

## 2.6 Magyarország – Szlovákia

Az alábbiakban néhány mondatban összehasonlítjuk a két ország jogi szabályozását, illetve intézményrendszerét.

Ahogy már a fentiekben is említettük, mind Magyarország, mind Szlovákia részese az Aarhusi POP-Jegyzőkönyvnek és a Stockholmi Egyezménynek, az Európai Unió tagjaként pedig mindkettőre vonatkozik a 850/2004-es számú EK-rendelet.

Hazánkban az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság végrehajtásával folyik az egységes POP Nemzeti Intézkedési Terv kidolgozása. Jelenleg folyamatban vannak még mérések (levegőben, vízben, talajban) a különféle technológiák POP-kibocsátásának megállapítására, ezek várhatóan 2005. szeptemberében fejeződnek be. Ezután kerülhet sor a végleges anyag összeállítására, majd leadására az UNIDO-nak.

Szlovákia már elkészítette a maga nemzeti intézkedési tervét, az ún. NIP-et.

Ami a gazdasági helyzetet, s ezzel összefüggésben a POP kibocsátást illeti, Magyarországon a rendszerváltás után, a piacgazdaságra való áttéréssel az erősen szennyező ipari vállalatok többsége megszűnt, illetve csődbe ment, emiatt a környezet állapota jelentősen javult. A 90-es évek második felében kezdődő gazdasági növekedés – az immár környezettudatosabb hozzáállásnak s a bővülő jogi szabályozásnak köszönhetően – nem járt a szennyezés nagyarányú növekedésével. Ezzel szemben Szlovákiában mind a mai napig az ipari tevékenység adja a nemzeti bevétel legnagyobb hányadát, ez a szektor termeli a legtöbb szennyező anyagot, így a POP-okat is. A legfőbb kibocsátók az erőművek, valamint a papírgyártás, vegyipar, vas- és acélipar termelő egységei.

Végül 2 táblázatban mutatjuk be a POP-okkal kapcsolatos teendők irányítását, felügyeletét, ellenőrzését, s nem utolsósorban a jogszabályok alkotását végző intézményrendszer felépítését a két országban.

**7. táblázat: A POP-okkal kapcsolatos teendőket irányító minisztériumok**

<b>Magyarország</b>	<b>Szlovákia</b>
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium	Környezetvédelmi Minisztérium
Egészségügyi, Szociális és Családügyi Minisztérium	Egészségügyi Minisztérium
Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium	Mezőgazdasági Minisztérium
Gazdasági és Közlekedési Minisztérium	Ipari Minisztérium

*Forrás: POP leltár 2003, illetve Projekt SLO/01/G31.*

**8. táblázat: Végrehajtó szervek, illetve háttérintézmények**

<b>Magyarország</b>	<b>Szlovákia</b>
Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság	Szlovák Környezeti Ügynökség Szlovák Környezeti Ellenőrzés Hivatala
Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ)	Közegészségügyi Irodák
Fodor József Országos Közegészségügyi Központ (FJOKK) Országos Kémiai Biztonsági Intézete (OKBI)	Kémiai Vegyületek és Előkészületek Központja
FJOKK Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézete (OÉTI)	Állami Állategészségügyi és Élelmiszerügyi Intézet Élelmiszeripari Kutatóintézet
Országos Növény- és Talajvédelmi Szolgálat (ONTSZ)	Központi Mezőgazdasági Ellenőrző és Tesztintézet

*Forrás: POP leltár 2003, illetve Projekt SLO/01/G31.*

### 3. Magyarország perzisztens organikus szennyezettségének helyzete

#### 3.1 A levegő szennyezései

A légszennyezés három egymást követő folyamatból áll: emisszió (a forrásból történő kibocsátás), transzmisszió (elszállítódás, hígulás) és az imisszió (a felhígult szennyezők talajközeli koncentrációja). A szennyező anyagok gázok, porok és aeroszolok (pl. korom, nehézfémeket tartalmazó aeroszol) formájában kerülnek a levegőbe. Az aeroszolok kolloid méretű (1-1000 nm) szilárd és folyékony részecskéket tartalmaznak gázban elosztatva. A füst 1-100 µm-es szilárd, a köd ugyanilyen méretű folyékony részecskéket tartalmaz gázban elosztatva. Míg az 5 µm nagyságú részecskék mintegy fele az orr-nyálkahártyán visszamarad, addig az egy µm-nél kisebb részecskék a tüdőbe is lejutnak. A légkört nagy mértékben szennyezi az energiaipar, a közlekedés, a hulladékégetés és a különféle ipari tevékenységek. Mivel egy ember átlagosan 10 000 l levegőt lélegez be (ki) naponta, így a levegőbe kerülő szennyező anyagok közvetlenül veszélyeztetik egészségünket. Az utóbbi években növekedést mutatnak a légúti megbetegedések (hörghurut, asztma, hörgőrák, szénanátha stb.) (Dési, 1999). A gázhalmazállapotú szennyező anyagok az energiatermelés és -felhasználás, különböző ipari tevékenységek, szállítás, gondatlanul végzett munka és műszaki meghibásodás következtében kerülnek a környezetbe. Az elsődleges gázhalmazállapotú légszennyezőkön (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HF, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>) másodlagos szennyezőanyagok is találhatóak a légtérben, amelyek oxidáló anyag, sugárzási hő és nedvesség hatására keletkeznek a primer szennyezőkből. A káros gázszenyezők a csapadék hatására bejutnak a talajba (savas esők) és képesek annak minőségét

megváltoztatni. Az intenzív gázcsere miatt a növények általában érzékenyebbek a levegőszennyeződésre, mint az állatok vagy az ember. A növények többnyire a gázcsere nyílásokon át veszik fel a gáznemű szennyezőanyagokat, amelyek bekerülnek a sejtek anyagcseréjébe és kívülről is látható elváltozásokat idéznek elő egy bizonyos idő eltelte után. Az elváltozások a levél szélén vagy a levélerek közötti szövetnél, a tűlevelekben a tűlevél hegyén kezdődnek. A gáznemű levegőszennyezők emberekre gyakorolt általános hatásaként összefoglalható, hogy károsak a légzőszervekre, de a vérkeringés útján az egész testbe is eljuthatnak.

Az 8. táblázatban látható ózon, PAN, aldehidek az ún. Los Angeles típusú szmog (füstköd) fő összetevői. Az ózon (nevét a görög „ozein” szóból kapta, jelentése bűzlik) keletkezéséhez a troposzférában UV sugárzás szükséges és koncentrációja egyenes arányban függ a  $\text{NO}_2/\text{NO}$  viszonytól. Az ózon károsítja a fákat, csökkenti a fotoszintézist, roncsolja a festékeket, gumikat, számos légzőszervi megbetegedést okoz és irritálja a szemet. Mivel erős oxidálószer, a gyógyászatban, víztisztításban fertőtlenítő szerként is használatos. A poliklórozott szénvegyületek (dioxinok, dibenzofuránok, bifenilek) a zsírszövetben halmozódnak föl, megjelennek az anyatejben, a placentán áthatolva bekerülhetnek a magzatba (a madaraknál a tojásba, halaknál az ikrába) megzavarják a hormontermelő funkciókat és egyesek daganatkeltőek.



8. táblázat Légszennyező anyagok és eredetük (pontemisszió)

Csop.	Vegyületek	A szennyezés eredete
S	SO <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> S R-HS (merkaptán)	tüzelőberendezések füstgázai, vegyipari és fémkohászati folyamatok tüzelőberendezések füstgázai, vegyipari és fémkohászati folyamatok gázgyártás, szennyvízkezelés, papír- és cellulóz gyártás, kőolajipar kőolajfinomítás, papír- és cellulóz gyártás
N	NO,NO <sub>2</sub> , (NO <sub>x</sub> ) Egyéb bázikus nitrogén- vegyületek NH <sub>3</sub>	nagyhőmérsékletű égési folyamatok, salétromsavgyártás, robbanómotorok, nitráló folyamatok szennyvíz, olvasztási folyamatok, piridin gyártás, oldószeres eljárások ammóniagyártás, műtrágya és növényvédőszer gyártás
F	HF SiF <sub>4</sub>	foszfát műtrágyagyártás, alumíniumipar, kerámia és műtrágyaipar foszfát műtrágyagyártás, alumíniumipar, kerámia és műtrágyaipar
Cl	HCl Cl <sub>2</sub>	sósavgyártás, PVC égetés, szerves klórozó eljárások klórgyártás
C	Szervetlen: CO CO <sub>2</sub> Szerves: szénhidrogén ek Aldehidek Formaldehid Acetaldehid Ketonok	tökéletlen égési folyamatok, robbanómotorok égési folyamatok (általában nem tekintik légszennyező anyagnak) tökéletlen égési folyamatok, oldószeres eljárások, kőolajfeldolgozás tökéletlen égési folyamatok felületi kezelések

	Alkoholok Fenolok trikloretilén	felületi kezelések petróleumgyártás, műanyagipar zsírtalanítási eljárások
--	---------------------------------------	---

(Nagy et al, 1997)

A légszennyező anyagok emissziójának megítélésére és összehasonlítására a ppm ( $10^{-4}$  tf%) és  $\text{mg/m}^3$  mértékegységek használatosak. Tüzelési folyamatoknál jobban összehasonlíthatók azok az emissziós adatok, amelyek a szennyező anyagok mennyiségét a tüzelőanyag fűtőértékére vonatkoztatják, pl.  $\text{kg/TJ}$ , vagy  $\text{g/kWh}$ ,  $\text{g/MJ}$ . A gázhalmazállapotú levegőszennyezők legnagyobb része csak meghatározott ideig marad a levegőben. A szén- és nitrogén-monoxid órák alatt tovább oxidálódik, a szénhidrogének (a metán kivételével) napok alatt bomlanak el.

Az említett gázoknak a légkörben eltöltött tartózkodási idejét, "élettartamát a légkörben" a 9. táblázat mutatja be.

9. táblázat: Gázok élettartama a levegőben

Gáz fajtája	Vegyjel	A légkörben tartózkodás ideje
Metán	CH <sub>4</sub>	kb. 7 év
Szénhidrogén	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	néhány órától, néhány napig
Szén-monoxid	CO	kb. 60 nap
Nitrogén-monoxid	NO	3-30 óra
Szén-dioxid	CO <sub>2</sub>	2-4 év
Nitrogén-dioxid	NO <sub>2</sub>	1-2 nap
Dinitrogén-oxid	N <sub>2</sub> O	100-200 év
Ammónia	NH <sub>3</sub>	2-14 nap
Hidrogén-szulfid	H <sub>2</sub> S	0,5-2 nap
Kén-dioxid	SO <sub>2</sub>	kb. 5 nap
Ózon	O <sub>3</sub>	35-40 nap tiszta levegőben, szennyezett levegőben néhány óra

(Nagy et al, 1997)

A táblázatban lévő értékek nagymértékben függenek a mindenkori helyi időjárási körülményektől és a "reakciópartnerek" jelenlététől. A légnemű szennyezéseket a csapadék kimossa (kén-dioxid, nitrogén-oxidok), a szén-dioxidot részben a felszíni vizek veszik fel, részben a növények asszimilálják, de egy részük a levegőben marad. A jelentős mennyiségben emittált légszennyező anyagok a kén-dioxid (SO<sub>2</sub>), a nitrogén-oxidok (NO<sub>x</sub>), a szén-monoxid (CO), és a szilárd anyag(ok). (Nagy et al, 1997)

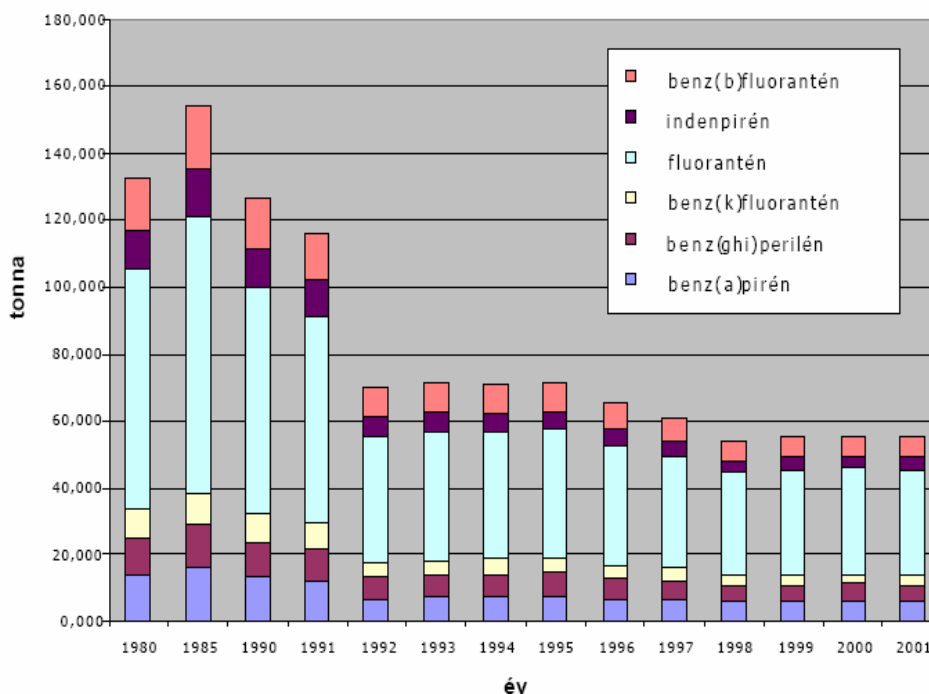
A kibocsátások területi megoszlásának vizsgálatához, az európai rendszerekhez történő csatlakozásunk részeként Magyarországon is az ún. négyzethálós rendszerű emissziókatasztereket (EMEP: European Monitoring and Evaluation Program) használjuk. A légszennyezettség

mértékére nagyban hatnak a perzisztens szerves szennyező (POP-ok), amelyek közül a policiklikus aromás szénhidrogének (PAH), dioxinok, poliklórozott bifenilek (PCB), pentaklórfenolok (PCP) és hexaklórbenzolok (HCB) a legjelentősebbek a légszennyezettség növekedésében. A POP-ok többnyire magas hőmérsékletű technológiai folyamat melléktermékeként – nem szándékosan - kerülnek a levegőbe. (Tombácz E.,1996)

### **3.1.1 Policiklikus aromás szénhidrogén kibocsátások**

A POP leltár alapján az 1980. évi 132,53 t teljes antropogén eredetű PAH kibocsátás 2001-re 55,46 t-ra mérséklődött. Ezen belül az 1980 évi 100,99 t pirogén eredetű (tüzelőanyag felhasználásból származó) kibocsátás 2001-re mintegy 39,73 t-ra csökkent. Az 1. ábrán a vizsgálatoknál figyelembe vett antropogén eredetű hat PAH kibocsátásának évenkénti alakulását figyelhetjük meg.

1. ábra A PAH kibocsátás alakulása



(POP leltár, 2005.)

Az 1990-es évek után jelentősen csökkent a PAH kibocsátás, elsősorban a primer alumíniumgyártásból származó kibocsátás, ugyanis a gazdasági szerkezet-váltás és átalakulás következményeként jelentősen mérséklődött a hazai alumíniumtermelés, gyakorlatilag már csak egy alumínium kohó működik. A cementgyártásból és a kommunális hulladék égetéséből származó PAH kibocsátások elhanyagolhatóak. A teljes PAH kibocsátásnak 1980-ban 76,2 %-a, 2001-ben pedig 71,6 %-a volt pirogén eredetű. Így a kibocsátások jelentős mérséklődését legfőképpen a tüzelőanyag felhasználás csökkenése, és a fosszilis eredetű tüzelőanyag felhasználásokban bekövetkezett jelentős szerkezet-váltás, azon belül is a szilárd tüzelőanyagok felhasználásának mérséklődése eredményezte. A 2000. évi PAH kibocsátásoknak mintegy 43 %-a a háztartások, és 19 % - a közlekedés fosszilis tüzelőanyag felhasználásából, 24 %-a pedig az alumínium gyártásból származott.

### 3.1.2 Dioxin kibocsátások

Az 1980-ban elkezdett dioxin/furán kibocsátási vizsgálatok azt mutatták, hogy a pirogén (égési folyamatok) kibocsátások voltak a meghatározók (60,5%), ezen belül a lakossági fosszilis tüzelőanyag felhasználásából származó kibocsátás volt a döntő (32,6%). Míg 2001-re a technológiákból és a fosszilis tüzelőanyag felhasználásokból származó kibocsátások közel azonosak lettek és napjainkig is folyamatosan csökken a lakosság pirogén kibocsátása.

A hulladékégetés alig több mint 5 %-ot képvisel csak. Ebben nyilván a hulladékégetés szigorú hazai szabályozása is közrejátszott, mert a korábbi években lényegesen nagyobb volt e tevékenység D/F emissziója. A 3. táblázatban látható a dioxin kibocsátás mennyisége 1980-ban és 2001-ben. A táblázatból kitűnik, hogy a dioxin kibocsátás csökkent az elmúlt 20-25 évben.

**10. táblázat: Dioxin/furán kibocsátások**

	<b>1980</b>	<b>2001</b>
<i>Háztartások</i>	1954	11902
<i>Szolgáltatás</i>	10984	2219
<i>Erőművek</i>	18783	14558
<i>Távhő</i>	2455	12
<i>Mezőgazdaság</i>	3867	2120
<i>Ipar</i>	11793	2863
<i>Közlekedés</i>	1218	3786
<i>Pirogén összes</i>	121053	37462
<i>Háztartási hulladék égetés</i>	1600	1822
<i>Veszélyes hulladék égetés</i>	1926	58
<i>Egészség. hulladék égetés</i>	33	9
<i>Szinterezés</i>	15879	2500
<i>Koksz gyártás</i>	2925	2046
<i>SM acél gyártás</i>	10254	0
<i>Konverteres acél gyártás</i>	0	100
<i>Elektroacél gyártás</i>	3420	4000
<i>Öntöttvas termelés</i>	22140	13500
<i>secunder Cu feldolgozás</i>	2900	1500
<i>Al termelés</i>	11025	5250
<i>Sárgaréz gyártás</i>	2	2
<i>Cement gyártás</i>	2796	2071
<i>Mészke termelés</i>	49	25
<i>Tégla gyártás</i>	1207	838
<i>Cserép gyártás</i>	54	33
<i>Üveg gyártás</i>	88	79
<i>Kerámia gyártás</i>	19	11
<i>Aszfalt keverés</i>	210	203
<i>Papír és karton gyártás</i>	1320	1488
<i>Klórtermelés</i>	0	0
<i>Diklóretán termelés</i>	226	311

<i>Hamvasztás</i>	436	397
<i>Hús füstölés</i>	249	289
<i>Dohányzás</i>	3	2
<i>összes technológia</i>	78759	36534
<i>Összes kibocsátás mgTEQ</i>	199812	73996

(POP leltár, 2005)

### 3.1.3 PCB kibocsátások

Vizsgálatok alapján az 1980. évi PCB kibocsátás 200,37 kg volt. Teljes antropogén eredetű PCB kibocsátás 2001-re mintegy 101,47 kg-ra mérséklődött. Ezen belül az 1980 évi 159,68 kg pirogén eredetű kibocsátás 2001-re mintegy 80,41 kg-ra csökkent. Antropogén eredetű PCB kibocsátások 79-84 %-a a különböző szektorok tüzelőanyag felhasználásából származott, így a mérséklődését is a fosszilis tüzelőanyag felhasználás csökkenése, és a tüzelőanyag felhasználás szerkezetének változása határozta meg. 1980-ban a teljes PCB kibocsátásnak 34 %-a az erőművektől, 19 %-a az iparból, 15 %-a pedig a háztartásokból származott. Ez a teljes antropogén eredetű PCB kibocsátásnak mintegy 68 %-át tette ki. 2000-ben a teljes PCB kibocsátásnak 52 %-a származott az erőművektől, 11 %-a az iparból, 10 %-a a közlekedésből (az összes kibocsátás mintegy 73 %-a), és csak mintegy 5,5 % származott a háztartásokból (11. táblázat.).



11. táblázat: PCB kibocsátók 1980-ban és 2001-ben

Pirogén kibocsátás		Év
	1980	2001
<i>Háztartások.</i>	30,26	5,54
<i>Szolgáltatás.</i>	5,52	0,88
<i>Erőművek.</i>	67,62	52,41
<i>Távhő.</i>	2,53	0,04
<i>Mezőgazdaság.</i>	5,08	1,74
<i>Ipar.</i>	38,06	9,07
<i>Közlekedés.</i>	10,63	10,74
<i>Összes pirogén kibocsátás</i>	159,68	80,41
<i>Szemét lerakás.</i>	0,07	0,13
<i>Összes hulladék égetetés</i>	1,52	1,97
<i>Szinterezés</i>	7,62	1,20
<i>Acél feldolgozás</i>	13,55	7,43
<i>Nyersvas gyártás</i>	7,97	4,86
<i>Acélgyártás</i>	9,79	5,37
<i>Szekunder Cu gyártás</i>	0,15	0,08
<i>Cement gyártás</i>	0,006	0,004
<i>Égetett mész gyártás</i>	0,017	0,009
<b>Összesen</b>	<b>200,37</b>	<b>101,47</b>
	1980	2001
<b>Pirogén</b>	159,68	80,41
<b>Technológiák</b>	40,69	21,05

(POP leltár, 2005)

### 3.1.4 PCP kibocsátás

A PCP kibocsátás forrásai a különböző termelési folyamatok és a hulladékok égetése. Az 12. táblázatban látható a 2001. évi kibocsátások mennyisége.

12. táblázat PCP kibocsátás 2001-ben

PCP forrásai	tevékenység	Kibocsátás
	<i>meny.</i>	<i>g/év</i>
Termelési folyamatok		
<b>(elektro acél gyártás)</b>	400	2000
Hulladékok égetése		
<b>(Települési szil. hull. égetése)</b>	352,9	52,935

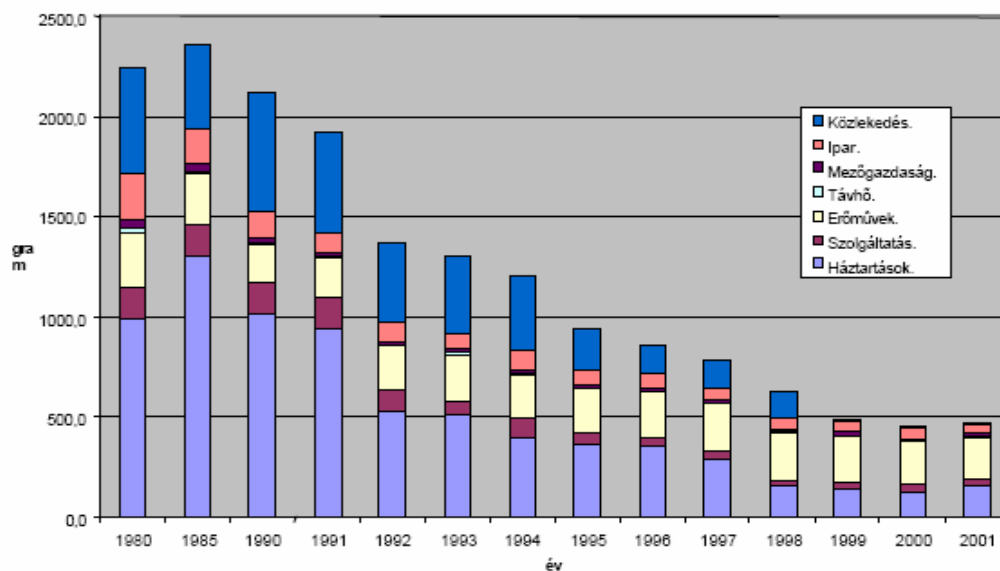
(POP leltár, 2005)

### 3.1.5 HCB kibocsátás

A teljes HCB kibocsátás 1980-ban 7534 g volt, amely 2001-re 4572 g-ra mérséklődött. A kibocsátások a kilencvenes évek közepéig mérséklődtek a gazdasági átalakulás és recesszió következtében, majd ezt követően enyhe növekedés következett be. 2000-ben a HCB kibocsátás 42 %-a az elektroacél gyártásból, 27 % a szekunder réz feldolgozásból és 16 % a kommunális hulladék égetéséből származott. Ez az összes kibocsátásnak 85% -át tette ki.

A fosszilis tüzelőanyag felhasználáshoz kapcsolódó kibocsátás a nyolcvanas években és a kilencvenes évek elején 35-40% volt, mely 2001-re mintegy 10 %-ra csökkent (2. ábra).

**2. ábra: A fosszilis tüzelőanyag felhasználásokhoz kapcsolódó HCB kibocsátások alakulása szektoronként**



(POP leltár, 2005)

Mivel a szilárd fosszilis tüzelőanyag felhasználásokhoz kapcsolódik a pirogén eredetű HCB kibocsátások jelentős hányada, azok mérséklődése eredményezte a kibocsátások csökkenését.

Tekintettel arra, hogy jelenleg a POP-ok kibocsátására határérték csak a hulladékégetésnél van előírva, itt számon is kérhető a rendszeres dioxin mérés az üzemeltetőktől. Más technológiáknál – egyelőre – nincs jogszabályban rögzített kibocsátási határérték a POP-okra, ezért ezekben az esetekben állami forrásból kell alapot képezni a mérések elvégzéséhez. Nagyon fontos a Stockholmi és Aarhusi POP egyezmények végrehajtása, így a mérések elvégzése nem kerülhető el. Ma már a dioxinok és PCB-k mérésére is rendelkezésre áll az analitikai háttér. A mérési költségek csökkenthetők, ha bekapcsolódunk a nemzetközi szervezetek által finanszírozott – elsősorban a dioxinokra vonatkozó - mérési programokba.

### **3.2 A hulladékok szennyezései**

Az emberi tevékenységből származó szerves vegyületek nagy gondot okoznak a hulladékok tekintetében is. A szerves vegyületek változatossága igen jelentős. A mesterséges szerves anyagok száma megközelíti a 2 milliót (Zimles, 2003.). Ezek jelentős része ellenáll a biológiai lebontásnak. A szerves vegyületek a peszticidek használatából, a szennyvíztározókból, a kőolajszármazékok tárolásából, szállításából származhatnak. A hulladékok főbb szennyezőanyagait a 13. táblázatban soroljuk fel.

**13. táblázat: A különböző forrásokból származó szennyezők**

<b>Forrás</b>	<b>Lehetséges főbb szennyezők</b>
hulladéklerakó	nehézfémek, kloridok, nátrium, kalcium
városi	szerves és szervesetlen alkotók
ipari	szervesetlen (főleg nehézfémek) és szerves összetevők
veszélyes hulladék lerakóhelyek	szervesetlen (főleg nehézfémek) és szerves összetevők
folyékony hulladék	nehézfémek és egyéb szervesetlen összetevők
tároló tavak	oldószerek
felszín alatti szennyvíztárolók	szerves vegyületek (oldószerek), nitrogénvegyületek, nátrium, szulfátok, mikrobiológiai szennyezők
mélybe történő hulladékinjektálás	szerves és/vagy szervesetlen szennyezők
mezőgazdasági tevékenységek	gyomirtó szerek, növényvédő szerek, trágyák
szennyvíziszap	nehézfémek, szervesetlen összetevők, szerves összetevők
városi lefolyásból származó beszivárgás	szervesetlen összetevők, nehézfémek, petróleum termékek
jégtelenítő tevékenység	kloridok, nátrium, kalcium
radioaktív hulladék	radioaktivitás, radiounukleidek

(POP leltár, 2005)

A hulladékok POP szennyeződésének bemutatására nem állnak rendelkezésre részletes vizsgálati eredmények. Ennek fő oka, hogy sem a hazai, sem a nemzetközi hulladék jegyzékekben eddig nem szerepeltek hangsúlyosan a POP vegyületek.

POP-val szennyezett hulladékok a következők lehetnek:

- halogénvegyületet tartalmazó trafó- és hőközlőolajok,
- halogénvegyületet tartalmazó hidraulikaolajok,
- poliklórozott bifenilek és terfenilek (PCB/PCT),
- halogénezett dioxinok,
- POP tartalmú növényvédőszer maradékok és csomagolóeszközök.

De feltételezhető, az ipari technológiák maradék-anyagai, melléktermékei is tartalmazzak POP-okat, de erre kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre.(POP leltár)

### **3.2.1 PCB tartalmú berendezések felmérése**

Nagyon fontos a hulladékok POP tartalmának felmérése, honnan és hogyan kerülnek be ezek a szennyező anyagok. Magyarország nem gyártott PCB tartalmú olajokat, ezeket importból szereztük be 1983-ig, többnyire az egykori NDK-ból és a Szovjetúnióból. A PCB-t tartalmazó olajokat különféle – az alábbiakban felsorolt – berendezésekben használtuk fel 1983-ig, azóta felhasználásuk is megszűnt hazánkban.

Egyes tanulmányok szerint a transzformátorok – akár használatban vannak, akár hulladékká váltak – néhány kivételtől eltekintve nem tartalmazzak olyan olajtöltetet, melynek PCB koncentrációja meghaladja az előírt határértéket. Ennek fő oka, hogy az 1983 óta hazai forgalomba került transzformátorok már nincsenek PCB tartalmú dielektrikummal feltöltve. Így gyakorlatilag csak a mintegy 536 t fázisjavító kondenzátor

olajtöltetei tartalmaznak a megengedett határértéknél nagyobb koncentrációban számottevő PCB-t.

### **3.2.2 POP tartalmú növényvédőszer-maradékok és csomagolóeszközök**

A növényvédőszer-maradékok és göngyölegeik, az egyes raktárakban fellelhető lejárt szavatosságú, elásott peszticidek veszélyes hulladéknak minősülnek.

Be kell jelenteni és ártalmatlanításukról gondoskodni kell. Az ártalmatlanításuk leggyakoribb módja a veszélyes hulladék-égetőkben történő égetés. A szermaradékok felderítése és leltárba vétele nehézségekbe ütközik, mert a gazdálkodó szervezetek ellenérdekeltek és sajnos nem mindig tartják be a bejelentési kötelezettséget:

- mulasztásos jogsértést követtek el, ha ezeket eddig nem jelentették,
- az ártalmatlanításnak jelentős költségvonzata van.

Egy részüket már ártalmatlanították, de nagyobb részét – anyagi okokból – tárolják és jelenleg mintegy 1000 tonna raktárakban gyűjtött csomagoló burkolat vár ártalmatlanításra. Ezek a szermaradékok főleg az egykori termelő szövetkezetek, állami gazdaságok területein találhatóak és az elmúlt években már sikerült pár ilyen helyet felderíteni és ártalmatlanítani őket, de még mindig jelentős mennyiség lehet, amelyet meg kell semmisíteni. A REFLEX EGYESÜLET egy 2002-es nemzetközi projekt során 6 település összegyűjtött szermaradékainak és csomagoló eszközeinek demonstrációs ártalmatlanítását is elvégeztették a győri égetőben.

Egy felmérést is végeztek: három dunántúli megyében 197 települést vizsgáltak meg, melyek alapján megállapítható, hogy az átvizsgált kb. 9 tonna szilárd és a kb. 16 m<sup>3</sup> folyékony halmazállapotú növényvédőszer

maradványokból mintegy 3 tonna szilárd és csaknem 3 m<sup>3</sup> folyékony POP-val szennyezett szer-maradványt találtak. Ezeknek azonban csak kisebb hányada bizonyosan POP-tartalmú: a szilárdnál kb. az 1/3-a, a folyékonynál csak 4-5 %-a, ezekben az esetekben viszont a szer márkanevét és a POP hatóanyagát is feltárták. Nagyobb részük ún. azonosítatlan szermaradék, amelyek csak a „valószínűsíthetően POP tartalmú” besorolást kapták. A peszticidekkel szennyezett üres göngyölegek mennyiségét is vizsgálták, ami 143,5 m<sup>3</sup>-t tett ki, de a valószínűsíthetően POP hatóanyaggal szennyezett csomagoló eszközök ennek alig több mint 1 %-a.

A REFLEX Környezetvédelmi Egyesület a kapott vizsgálati eredmények kivetítésével megkísérelt az országos helyzetre következtetni azzal a feltételezéssel, hogy az ország keleti régióiban átlagosan valószínűleg több szer-maradvány található, mint a Dunántúlon. Ennek alapján feltételezik, hogy közel 80 településen biztosan tárolnak POP-tartalmú szer-maradékot és további 150 településen azonosítatlan szer-maradék található.

Az is megoldandó feladat, hogy a feltárt szer-maradványokat biztonságosan ártalmatlanítsák.

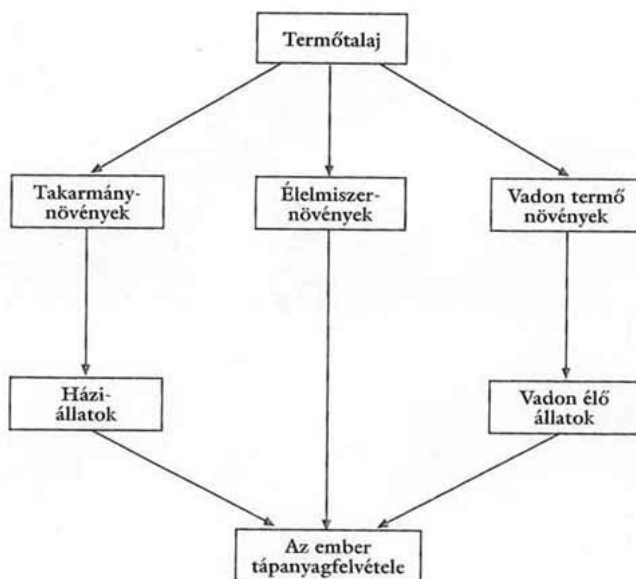
### **3.3 Talaj szennyezései**

A talaj a bioszféra leginkább „tűrőképes” környezeti eleme, mely képes bizonyos határok között mérsékelni az emberi tevékenység által okozott káros környezeti hatásokat. A veszélyt a hulladékok, szennyező anyagok talajba engedése, elásása okozza; amelyek eltávolítása egy idő után már nem is lehetséges, ugyanis beépül a talaj részeibe és akár el is raktározódhat, ezzel is tovább szennyezve a bioszféra más elemeit. Igazolódott a POP vegyületek toxikológiai és ökotoxikológiai



(környezetbiológiai) elemzése során, hogy a talajokba jutó nehezen lebomló szerves vegyületek veszélyt jelentenek az élőlényekre – mindenképp az emberre – (3. ábra).

3. ábra: Káros anyagok veszélyeztetési útjai a környezetben



A POP talajszennyezés fő forrásai a nem megfelelő műszaki védelemmel ellátott lerakók, az időközben felhagyott ipari vagy mezőgazdasági tevékenységek következtében szénhidrogénnel szennyezett területek, a levegőből történő ülepedés vagy csapadékkal bemosódás, valamint a szivárgó PCB-t tartalmazó berendezések. A közvetlenül a talajba juttatott növényvédő szerek is nagy károkat okoznak.

Az országban a lerakók többsége nem felel meg a környezetvédelmi előírásoknak. A POP-ok közül gyakorlatilag a növényvédőszer-maradványok és a PCB töltetű berendezések kerülhetnek lerakóba de ezek veszélyes hulladéknak minősülnek. A hatályos jogszabályok szerint veszélyes hulladékok ártalmatlanítására a veszélyes hulladékégetők és az országban található néhány – megfelelő műszaki védelemmel ellátott –

veszélyes hulladék lerakó szolgál, ez utóbbiak közül legnagyobb kapacitással az aszódi lerakó rendelkezik.

A talajban a vizsgált klórozott szénhidrogén tartalmú rovarirtó szerek, amelyek perzisztensek: HCH és a lindán, drinek (aldrin, endrin, dieldrin), endosulfán, DDT, heptaklór és még három nem POP-okhoz sorolt szénhidrogén.

Az endosulfán csak potenciális POP vegyületnek számít, de jelentős mennyiségeket használnak fel még napjainkban is. Endosulfánból 1995 és 2001 között 7,5-58,7 tonna/év között volt a hazai hatóanyag felhasználás az Agrárgazdasági Kutató és Informatikai Intézet adatai alapján.

### 3.3.1 Peszticid vizsgálati eredmények

A vizsgálatokat 1993-ban 100 helyen végezték el talajok felső három genetikai szintjéből, 1996-97 években további 130 mintát vizsgáltak meg. A mérési eredményekből az alábbiakat következtették:

- A vizsgált talajok kevesebb, mint 1%-ában lehetett a szennyezettségi határértéket meghaladó értéket meghatározni,
- A fenoxi karbonsavak mozgékonyasága a talajban nagy, a mélyebb rétegekben is kimutatható mennyiségben van jelen,
- A triazin származékok mozgékonyasága a talajban közepes (mérsékelten mozgékony),
- A klórozott szénhidrogén peszticidek mozgékonyasága kicsi, de a felhasználásuk (és betiltásuk) óta eltelt idő hosszúsága miatt, egyes komponensek előfordulhatnak a mélyebb rétegekben (DDT izomerek). A klórozott szénhidrogének koncentrációja talajainkban az 1975-77

évben végzett mérésekhez viszonyítva egyharmadára, egyötödére csökkent, de jelenlétükkel még a továbbiakban is számolni kell.

### **3.3.2 Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH) a hazai talajokban**

1996-ban 33 db talajminta policiklikus aromás szénhidrogén tartalmát vizsgálták meg. A vizsgált mintákban az összes PAH felső határa 1379 mg/kg, az alsó határ 4,6 mg/kg volt. A minták PAH tartalma általában alacsonyabb az 500 mg/kg-os háttérértéknél. 1997-ben 58 mintavételi helyről származó talajmintát elemeztek. A mérések során több esetben háttérérték feletti mennyiségben határoztak meg komponenseket. A határértéket meghaladó értékek elsősorban közúti szennyezésekből adódtak.

### **3.3.3 Poliklórozott bifenilek (PCB)**

1996-ban 33 TIM ponton a PCB izomerek közül a következő 6-ot határozták meg: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180. A mérés kimutatási határa minden izomer esetében 0,001 mg/kg volt. A mért minták közül 32 kimutatási határ alatti értéket mutat. Egy mintából volt csak kimérhető a PCB 138, ennek értéke 0,0013 mg/kg. Az 1997-es vizsgálatnál nagyobb meghatározási érzékenység mellett 44 minta elemzését végezték el. A 0,05 mg/kg kimutatási határ mellett 1 minta tartalmazta csak mind a hat izomert. A PCB 101-es komponens minden mintában kimérhető volt. A mintákban mért összes PCB tartalom alsó határa 0,08 mg/kg, felső határa 2,28 mg/kg volt.

### 3.3.4 Dioxinok és furánok

Az 1996-os mérés során 43 talajmintából vizsgálták a talaj poliklórozottdibenzo- dioxinok és dibenzo-furánok tartalmát. A határértékrendszer az összes komponensre együttes határértéket tartalmaz. E szerint 0,5 ng/kg toxicitási egyenérték a háttérkoncentráció és 5 ng/mg toxicitási egyenérték a szennyezettségi küszöbérték. Valamennyi mintának a poliklórozott-dibenzo-dioxin és dibenzofurán együttes tartalma a háttérérték körül alakult.

### 3.4 A víz szennyezői

A vizek szennyezését okozó anyagok többfélék lehetnek; szerves és szerves vegyületek, amelyek a vízbe jutva az élőlények élettevékenységét megváltoztathatják, az ember egészségére, tevékenységére befolyással vannak. Sajátos szennyező anyagok az ún. kontaminánsok, amelyek abban a formában, ahogy az ember ezeket a környezetbe juttatja, még nem szennyezők, de átalakulásuk, helyváltoztatásuk során szennyezőkké válnak ([www.kornyezetunk.hu](http://www.kornyezetunk.hu)). Ilyen kontaminánsok a műtrágyák, amelyek a mezőgazdasági tevékenységek során jutnak a talajba. A talajból a talajvízbe kerülnek, annak nitrátosodását vagy eutrofizálódását okozzák. A víz szennyező anyagait a következő csoportba sorolhatjuk:

- betegséget okozó ágensek (baktériumok, vírusok, protozoák, paraziták)
- oxigénigényes hulladékok (házi szennyvíz, állati trágya és egyéb biológiailag lebomló szerves anyagok, amelyek csökkentik a víz oldott oxigéntartalmát)

- vízoldható szerves anyagok (savak, sók, toxikus nehézfémek és vegyületeik)
- szerves növényi tápanyagok (nitrát, foszfát)
- szerves vegyületek (vízben oldódó, illetve nem oldódó olaj, kőolaj származékok, peszticidek, detergensok, stb.)
- hordalékanyagok vagy szuszpendált anyagok (nem oldódó talajrészecskék, és egyéb szerves anyagok, amelyek a vízben szuszpendált formában maradnak)
- radioaktív anyagok
- hő

A szerves vegyületek ezrei kerülnek a felszíni, illetve a felszín alatti vizekbe. A legtöbb szerves vegyület az emberi tevékenységből származó szintetikus vegyület. Nyers és finomított olaj kutakból, csőtörésből, gépek, gépkocsik, kenőolajjal illetve zsírral való kezeléséből származhatnak. A peszticidek a szántóföldekről, kertekből történő lefolyás útján juthatnak a felszíni vizekbe (Dési, 2001). A szintetikus műanyagok, detergensok, széles körben alkalmazott oldószerek -mint a rákkeltő triklóretilén- az ipari tevékenységekből kerülnek a felszíni vizekbe, és leszivároghatnak a talajvízbe.

Magyarországon a felszíni víz minősége az elmúlt években ellentmondó képet mutatott. A vízminőség romlása talán még nagyobb probléma, mint a légszennyezés, mert Kelet-Európa folyamhálózata, különösen a Duna, a hulladékeltávolítás helye lett. A felszíni vizekben sok a nehézfém, a peszticid és a műtrágya, az öntisztuló folyamatok károsodnak.

A vizekben lévő POP-ok közül a lindán, a PCB, a benz(a)pirén, DDT és a hexaklórbenzol előfordulását és mennyiségét vizsgálták meg az elmúlt években (14. táblázat)

**14. táblázat: A vizsgált POP vegyületek határértékei felszíni vizekben és üledékben**

A vizsgált POP vegyületek határértékei felszíni vízben					
Komponens	Határérték				
	I. oszt.	II. oszt.	III. oszt.	IV. oszt.	V. oszt.
Lindán (µg/l)	0,1	0,2	0,5	2	>
PCB-k (µg/l)	0,01	0,05	0,2	2	> 2
Benz(a)pirén (µg/l)	0,005	0,007	0,01	0,05	> 0,05
DDT (µg/l)	1				
Hexaklórbenzol (µg/l)	1				

(POP leltár, 2005)

A mérési eredmények egyik mintavételi helyen sem utalnak jellegzetes PCB szennyezettségre; az adatok többnyire kimutatási határ alatti koncentrációk.

A lindán koncentrációk < 0,01-0,10 mg/l tartományban változtak. A mért maximum is csak az I. vízminőségi osztály határát éri el. A mérési eredmények sehol sem mutatnak trendszerű változást. Az adatok túlnyomó része kimutatási határ alatti.

A benz(a)pirén koncentrációk < 0,001-0,018 mg/l tartományban fordultak elő. Egy kiugró értéktől eltekintve a többi mérési időpontban csak kimutatási határ alatti benz(a)pirén koncentrációk fordultak elő. A többi felszíni vízben sem volt észlelhető jelentős benz(a)pirén szennyezettség.

A felszíni vízbe közvetlenül a POP anyagok közül csak policiklikus aromás szénhidrogének kibocsátása jelent meg. A közcsatornába a policiklikus aromás szénhidrogéneknél csak potenciális kibocsátó van, az egyéb szerves vegyületek anyagszoporton belül a poliklórozott dioxinok és furánok-nál van tényleges kibocsátó. A policiklikus aromás szénhidrogének teljes kibocsátása két tevékenységre, a vaskohászatra illetve a

gyógyszergyártásra vezethető vissza, mennyiségét tekintve a vaskohászaté a jelentősebb. A felszín alatti és felszíni vizek POP tartalmáról igazán nincs sok adat, ezért ezek feltérképezése időszerű lenne.

### **3.5 Élelmiszerekben előforduló POP-ok, ezek hatása az emberi szervezetre**

A szervezetünkbe kerülő POP-oknak több, mint 90 %-át a táplálékokkal vesszük magunkhoz, elsősorban az élelmiszerek valamint az anyatej POP tartalmának vizsgálatát tartják a legfontosabbnak. A legfontosabb, hogy megvizsgálják, hogy a környezetet és az emberi szervezetet veszélyeztető POP-ok hogyan kerülnek a táplálékláncba és jutnak az emberbe, milyen egészség-károsodásokhoz vezethet e nehezen lebomló szerves vegyületeknek a felhalmozódása a szervezetben, mekkora bevétel az, ami már kockázatot jelent az egészségre. Az élelmiszerek – beleértve az anyatejet is – POP vizsgálataira vonatkozó nemzetközi módszertani követelményeket, az expozíciós vizsgálatok protokollját a WHO dolgozta ki, de a hazai kezdeményezésű vizsgálatok (pl. NEKAP) protokollja is megfelelt a nemzetközi követelményeknek.

A perzisztens szerves szennyezők leginkább a talajból, a növényi kultúrákból kerülnek az emberbe –közvetlenül vagy közvetve, a táplálékláncon át akár a mezőgazdasági termelés során használt hatóanyagok által. Ezek az anyagok a légköri áramlatokkal olyan helyekre is eljuthatnak, ahol nem is gyártották vagy használták azokat. Kerülhetnek az emberi szervezetbe belélegzés útján is, de ez elenyésző a táplálékkal bevitt POP-ok mennyiségéhez képest. Ugyanakkor a levegőből kiülepedett, a talajon lerakódott POP-ok a táplálékláncon át a szervezetbe jutva humán expozíciót okozhatnak.

A növényvédő szerek potenciális rákkeltő hatása nagyban a bevitel jellegétől (munkahely, baleset, táplálkozási lánc) függ. Éppen ezért a kockázatok kétfélek lehetnek: a gyártás és alkalmazás kapcsán kialakuló munkahelyi kockázatok, amelyek elleni védelem megoldható (lásd védőfelszerelések), a másik a szennyezett élelmiszerekkel a táplálkozási láncba bekerülő növényvédő szerek okozta kockázat. A humán rákkeltéssel kapcsolatos adatok főleg munkahelyi ártalmak kapcsán váltak ismertté. Ezek alapján a permetezőanyagok főleg a bőrön, tüdőben, a hormonális rendszerben és a csontvelő vérbépző sejtjeinek károsítása révén okozhatnak daganatot (bőr-, tüdő-, emlő-, hipofízis-, prosztaták vagy leukémiák, limfómák, stb.).

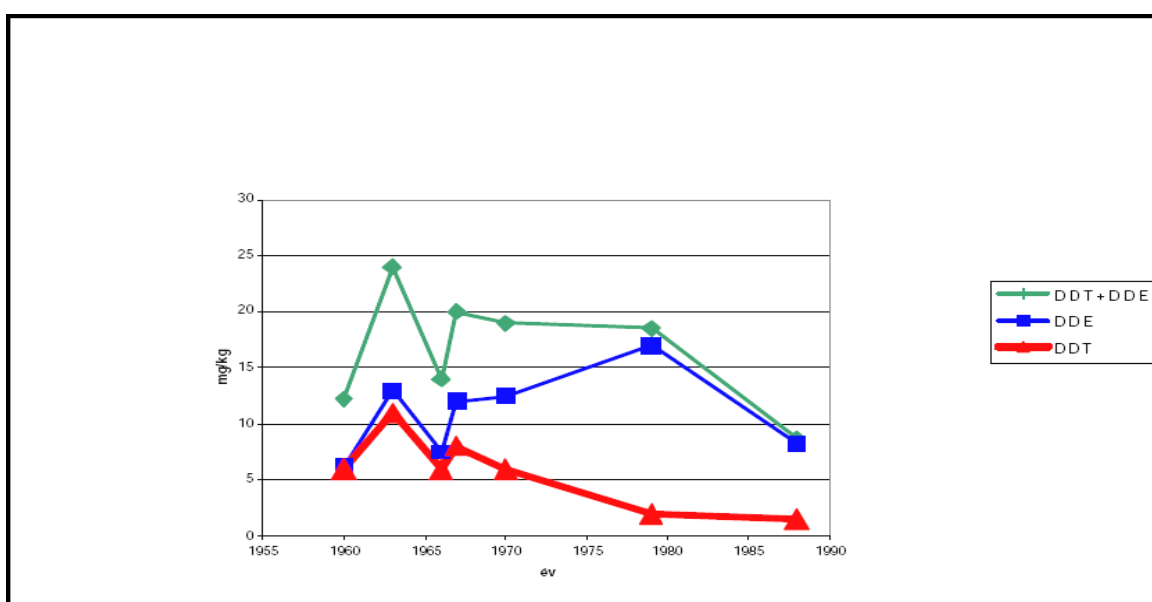
A környezeti ártalmak és a peszticidek daganatkeltő hatása részben direkt, a DNS -molekulát érintő géntoxicitás következménye, részben az immunrendszer gátlásán, hormonzavarokon (ösztrógen-agonisták köre), vagy tumor-promoterek hatásán keresztül nyilvánulhat meg. Az élelmiszerekbe a táplálékláncon át nagyobb koncentrációban kerülhetnek POP-ok. Ilyenek a tej- és tejtermékek (pl. vaj, sajtok), halak, marha-, sertés vagy csirkehúsok és zsiradékaik, vagy maga az anyatej. Élelmiszerek vizsgálata elsősorban a poliklórozott vegyületekre (DDT, HCB, PCB, dioxinok / furánok) és a poliaromás szénhidrogénekre (PAH-ok) terjedt ki.



### 3.5.1 Klórozott szénhidrogének (DDT)

A lakosság zsírszövetében a DDT és metabolitjainak mennyisége az 1960-as években a 15-20 mg/kg-ot, az anyatejben pedig a 340 mg/litert is elérte. Az emberi expozíció döntő része élelmiszerek útján (> 90 %) történik. Szoptatás alatt a csecsemők bevitelére átmenetileg az anyatejben történő akkumulálódás miatt nagyobb lehet. A lindánt az EU-ban betiltották, Magyarországon 2001-ben vonták ki az engedélyezett növényvédő szerek közül. A mezőgazdaságban 1945-1970 között széles körben alkalmazott, de már több mint 25 éve betiltott klórozott szénhidrogén hatóanyagú peszticidek maradékai és az ipari szennyeződésnek számító PCB-k ma is kimutathatók csaknem minden emberi zsírszövetben és megtalálhatók az anyatejben. A bioszférában történt akkumulációjuk miatt még az évtizedekkel ezelőtt betiltott, vagy korlátozott anyagok esetében is ki vagyunk téve ezek hatásának. A zsírolható DDT a hatvanas évek végén elsőként történt betiltása ellenére a mai napig jelen van a hazai lakosság zsírszöveteiben, bár a szintek fokozatosan csökkennek (4. ábra).

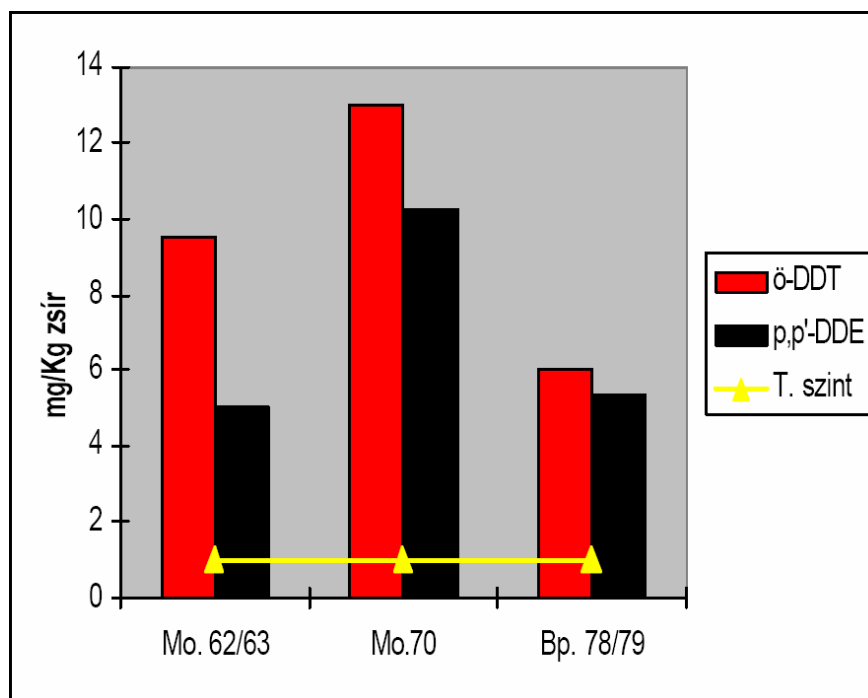
4. ábra: DDTmaradékok alakulása a budapesti lakosok zsírszövetében



(POP leltár, 2005)

Az anyatej mintákból kimutatható klórozott szénhidrogén hatóanyagú peszticidek átlagértékeit a nemzetközi adatokkal összehasonlítva a mennyiségük ma már a fejlett ipari országokból jelentett értékekkel azonos szinten mozog, illetve alacsonyabb annál. A DDT és különösen legstabilabb bomlásterméke (metabolitja) a DDE lényegében minden, az elmúlt években vizsgált hazai anyatej minta lipid frakciójában kimutatható volt (5. ábra). A DDT mellett a HCB, HCH-izomerek a legnagyobb mennyiségben előforduló szennyezők. A DDT összes mennyisége az elmúlt négy évtized alatt jelentősen csökkent, jelenleg a csökkenés üteme lassult. A HCH és HCB nem mutatható ki minden mintából.

**5. ábra: Női tejek összes DDT tartalmának alakulása 1962-1979 között**



(POP leltár, 2005)

### 3.5.6 Poliklórozott bifenilek (PCB-k)

A PCB-k és dioxinok felszívódása, ún. bio-hozzáférhetősége a zsírt vagy olajat tartalmazó élelmiszerekből az emberi szervezetben több mint 75%. A PCB-k a zsírszövetben és a májban halmozódnak fel. A felezési időt emberben 8-10 hónapra becsülik. Az emlősökben a PCB-k átjutnak a magzatba és kiválasztódnak a tejjel. Az élelmiszerek PCB tartalma szoros összefüggést mutat a környezetben mért szintekkel.

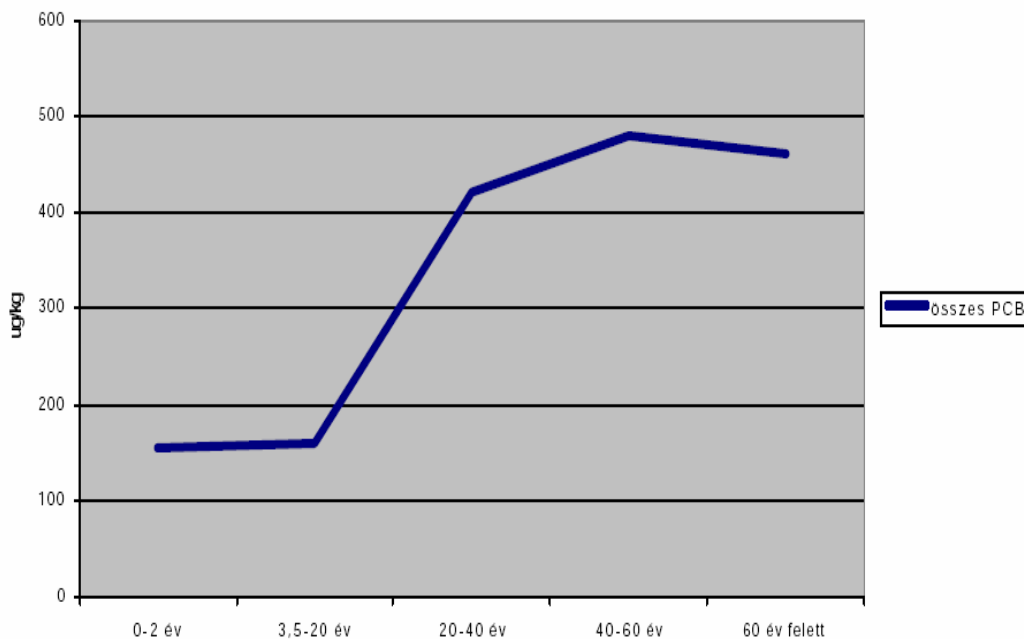
A teljes napi étrendek összes PCB-tartalma alapján számolt napi bevitel Magyarországon 150 ng/ttkg/nap, tehát alatta marad az ipari országok felnőtt lakosságára vonatkozó becsült értékeknek (200 ng/ttkg/nap), de a szokásos étrendi PCB bevitelnek nincs jelentős kockázata az emberi egészségre. Mivel az állati eredetű élelmiszerek mindig több poliklórozott szennyezőanyagot tartalmaznak (6. ábra), azok az emberek, akik az átlagosnál több ilyen élelmiszert fogyasztanak - pl. nagyon sok májat esznek -, nagyobb expozíciónak vannak kitéve, valamint az idősebb emberek zsírszöveteiben magasabb a PCB tartalom (15. táblázat). Hasonló eset áll fenn a sok halat fogyasztóknál, különösen akkor, ha a hal szennyezett területről származik

**15. táblázat: Élelmiszerek összes PCB tartalma**

Állatfaj	Élelmiszercsoport, élelmiszerfajta	összes- PCB (mg/kg)
Szarvasmarha, juh, sertés, baromfi	Izom, máj, zsír, húskészítmények, tej és tejtermékek	0,5 0,5
Valamennyi tojástermelő állat	Tojás (héj nélkül) és tojástermékek	0,5
Szárnyas és emlős vadak	Izom, zsír	1
Halak	Halfilé és halkészítmények (kivéve halmáj)	1
Halak	Halmáj és halmáj készítmények	3

(POP leltár, 2005)

6. ábra: Humán zsírszövet minták összes PCB tartalma



(POP leltár, 2005)

### 3.5.7 Dioxinok

A dioxinok, mint szennyezőanyagok mindenütt jelen vannak a környezetben, az élelmiszerekben és az emberi szervezetben. A dioxinok között nagyszámú, eltérő biológiai hatású anyag van. Jellegzetes bőrelváltozásokat okoznak. Károsítják az immunrendszert és az idegrendszert. A csoport egyes tagjai daganatkeltő és torzkeltő hatással rendelkeznek. Megzavarják a hormonok és enzimek működését, méhen belüli expozíció esetén idegrendszeri fejlődési zavarokat idéznek elő.

Az élelmiszerek dioxin szennyezettségét a levegőbe került anyagok kiülepedése okozza. Közvetett forrás lehet az állatok szennyezett takarmánya, vagy a csomagolóanyagokból való kioldódás élelmiszerekbe. Zsírolható anyagok lévén az állati zsírszövetekben raktározódnak. A növényi élelmiszerek dioxin tartalma rendkívül kicsi. A dioxinok az átlag lakosság szervezetébe főként az élelmiszerek révén, tehát szájon át

kerülnek be, rendkívül kis mennyiségben, de folyamatosan. Veszélyeztetettnek tekinthetők azok az emberek, akik szennyezett környezetben élnek és főként az ott termelt illetve előállított élelmiszereket fogyasztják, továbbá azok, akik az átlagosnál több zsíros élelmiszert fogyasztanak, sok májat, halat és tejterméket esznek. Rendkívül jelentős az anyatejjel táplált csecsemők dioxin és PCB bevitele. Az expozíció a szoptatási idő hosszától és az anyatejben lévő dioxin koncentrációtól függ.

### **3.5.8 Policiklusos aromás szénhidrogének**

A behatolási kapu elsősorban a légzőrendszer, de szóba jön a gyomor- és bélcsatorna, valamint a bőr is. A felszívódott PAH-anyagok a májba jutnak. A metabolitok kiürítése részben a vizelettel, részben a széklettel történik. A heveny és az idült mérgezés tünetei nem ismeretesek. Csak egy részük karcinogén.

A PAH-ok szerves anyagok tökéletlen égéskor keletkeznek, az ipari objektumok (alukohók, hőerőművek, kőolajfinimítók, kokszolók, stb.), közlekedési főútvonalak, repülőterek környezetében nagy mennyiségben jutnak a levegőbe, kiülepednek a talajra és a növényzetre. Az ilyen szennyezett területen termelt élelmiszerek, illetve élelmiszer nyersanyagok PAH-tartalma a tiszta környezetben termeltéhez képest nagyságrenddel nagyobb is lehet. A levegőben lévő füstgázokból, porból, koromból, kipufogó gázokból a növényi élelmiszerek felületére rakódott poliaromás vegyületek a vegetációs időszak alatt lassan beleoldódnak a zöldség-, gyümölcs- és gabonafélék külső viaszrétegébe, tehát vizes mosással ezekről a terményekről nem távolíthatók el.

A hazai mérési eredmények is igazolták, hogy a fő közlekedési útvonalak és ipartelepek közelében termelt gabonában a benzo/a/pirén és a többi PAH mennyisége nagyobb, mint az ezen létesítményektől távol

termelt különféle gabonákban. Különbséget mutattak ki a gyümölcs - és zöldségfélék esetében is. Az élelmiszerekbe a PAH-ok több úton juthatnak be: a levegőben lévő füstgázokból, a talajból, mint környezeti eredetű szennyezőanyagok, és az élelmiszeripari feldolgozás során, továbbá egyes PAH-okkal szennyezett csomagoló- és burkolóanyagok révén, mint technológiai eredetű szennyeződések. Az élelmiszerek szárítása szintén jelentős forrása lehet a PAH-oknak. A mesterséges szárítás többféle élelmiszer, így a gabona, zöldségfélék, fűszerek, tea, gyümölcsfélék feldolgozása során alkalmazott művelet.

## **4. Szlovákia perzisztens organikus szennyezettségének helyzete**

### **4.1 A levegő szennyezései**

A levegő (atmoszféra) kivételes jelentőségű a perzisztens szerves szennyezőkkel (POP) kapcsolatban, ugyanis a káros anyagok a levegő segítségével jutnak el közvetlenül a többi környezeti elembe (víz, talaj, kőzetek), illetve fejtik ki hatásukat közvetve az emberek, valamint az állatok szervezetében, megváltoztatva táplálékláncuk összetételét és minőségét. A POP-k a levegőbe kerülhetnek egyrészt a termelés folyamatában (PCB, peszticidek), másrészt magas hőmérsékletet igénylő folyamatok eredményeként (pl. dioxin és furán képződése különböző hulladékok égetésénél), harmadrészt pedig a POP-k felhasználásánál (peszticidek) különböző párolgási folyamatok eredményeként (szennyvizekből, talajból, hulladéklerakókról). Fontos megjegyezni, hogy a levegőn keresztül a különböző POP szennyezők országhatárokon kívül is kifejtik hatásukat, és így olyan területek is szennyezetté válhatnak, amelyek egyébként nem rendelkeznek POP-szennyezőkkel, illetve azokat nem is alkalmazzák.

Szlovákiában a következő perzisztens szerves szennyezőkre végeztek méréseket az atmoszférában lévő koncentrációjuk kimutatására: DDT, HCB, PCB, dioxin, furán. A következőkben bemutatjuk a legfrissebb mérések eredményeit, amelyek többségére a 90-es évek második felében került sor.

A mintavételre a városi lakóterületeken kívül és belül is (Pozsony, Kassa, Léva, Nagymihály, Sztropkó, Rózsahegy, Korompa stb.), a jelentősebb ipari területeken (Pozsony, Kassa, Zsolna, Rózsahegy,

Nyitra novák, Nagymihály stb.), illetve mezőgazdasági területeken (Ógyalla, Mohi, stb.) is sor került<sup>1</sup>.

A DDT-re és a DDE-re<sup>2</sup> vonatkozó eredmények az 16. táblázatban figyelhetők meg.

**16. táblázat: A DDT és DDE koncentrációja a levegőben Szlovákia egyes területein**

anyag	mérés éve	minták száma	koncentráció (pg. m <sup>-3</sup> )			
			átlag	medián	min.	max.
pp'-DDE	1995	15	163	164	32	309
pp'-DDT	1996/1997	160	27	21	1,5	200
pp'-DDE			71	56	10	340
pp'-DDT + pp'-DDE	1997	12	179	85	23	110

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

*pp-parts per*

**17. táblázat: A HCB koncentrációja a levegőben Szlovákia egyes területein**

anyag	mérés éve	minták száma	koncentráció (pg. m <sup>-3</sup> )			
			átlag	medián	min.	max.
HCB	1995	15	2 089	1800	127	4 740
HCB	1996/1997	160	127	95	17	900
HCB	1997	12	50	45	21	100

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

A PCB értékek megfigyelése egy PHARE projekt keretén belül történt<sup>3</sup>. A 18. táblázatban megfigyelhető eredmények alátámasztják,

<sup>1</sup> Pozsony (Bratislava), Kassa (Košice), Léva (Levice), Nagymihály (Michalovce), Sztropkó (Stropkov), Rózsáhegy (Ružomberok), Korompa (Krompachy), Zsolna (Žilina), Nyitra novák (Nováky), Ógyalla (Hurbanovo), Mohi (Mohovce).

<sup>2</sup> A DDT degradációs terméke.

<sup>3</sup> Výskyt vybraných toxických a karcinogénnych organických a anorganických látok vo vonkajšom ovzduší vybraných lokalít Slovenskej Republiky (Projekt MŽP SR – podporný projekt PHARE, 1995).



hogy a koncentráció nagysága nem tér el jelentősebb mértékben a többi Közép-, illetve Nyugat-Európai országban mért értékektől. Ez egyaránt érvényes mind a városi és vidéki, mind pedig az ipari területeken mért értékekre is.

**18. táblázat: A PCB koncentrációja a levegőben Szlovákia egyes területein**

anyag	mérés éve	minták száma	koncentráció (pg. m <sup>-3</sup> )			
			átlag	medián	min.	max.
PCB	1995	15	410	200	40	2 420
PCB	1996/1997	160	136	100	15	1 730
PCB	1997 Nagymihályi járás	6	82	14	4	241
PCB	1997 Sztropkói járás	6	11	3	2,2	37

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

A dioxin és furán értékek szintén egy PHARE projekt<sup>4</sup> keretén belül kerültek megfigyelésre, amelynek eredményei a 19. táblázatban láthatóak.

**19. táblázat: A dioxin és a furán koncentrációja a levegőben Szlovákia egyes területein**

anyag	mérés éve	minták száma	koncentráció (pg. m <sup>-3</sup> )			
			átlag	medián	min.	max.
dioxin + furán	1996/1997	112	4,9	2,8	0,9	52

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

Összegzésként elmondható, hogy a mérések Szlovákiában főleg a 90-es évek második felében kerültek sor, a fentebb említett perzisztens szerves szennyező anyagokra. A szennyezések koncentrációja

<sup>4</sup> Local Studies of Air Quality in the Cities of Bratislava and Kosice, National Needs Assessment of Air Pollutants, Phare project EU/93/AIR/22, 1996/97.

közel hasonló az európai országokban megszokott értékekhez képest. Ami a PCB koncentrációját illeti, nyáron valamivel magasabb értéket mutattak, ami az egyes környezeti elemekből történő nagyobb párolgási szint eredménye. Ezzel ellentétben a dioxin és a furán értékek télen voltak magasabbak, ami pedig az energetikai tüzelőanyagok nagyobb mértékű felhasználásának a következménye.

## 4.2 A víz szennyezései

A környezeti elemek közül a víz (hidroszféra) kiemelten fontos, hisz azon túl, hogy a földi élet létezésének nélkülözhetetlen eleme, összekötő szerepet tölt be a levegő és a talaj között. Ez a szerepkör azonban veszélyt is rejt magában, hisz ez által könnyen eljuttatja közvetlenül a szennyező anyagokat az említett környezeti elemekbe, valamint a víz különböző megjelenési formáiba (ivóvíz, termálvíz, felszíni víz stb.), illetve a táplálékláncot szennyezve közvetve, az élőlények szervezetébe is. A perzisztens szerves szennyezők e tekintetben különösen veszélyesek, egyrészt a felhalmozódási (akkumulációs) képességük, másrészt hosszú tartózkodási idejük miatt. Szlovákia különböző vizeiben a következő perzisztens szerves szennyezők vizsgálatára került sor: aldrin, DDT, dieldrin, endrin, PCB, HCB és a heptaklór.

Az aldrin feltérképezésére 1994 és 2001 között került sor, és ez alatt az időszak alatt a felszíni vizek 31 %-nál a megengedett koncentráció ( $0,01 \mu\text{g.l}^{-1}$ ) feletti értéket mutattak ki, elsősorban a kassai és az eperjesi (Prešov) kerületben. A felszín alatti vizek és az ivóvíz esetében mindössze néhány esetben lépte át a határértéket a koncentráció nagysága, akkor is alacsony mértékben.

Ami a felszíni vizek DDT-tartalmát illeti, 1989 és 2001 között egyetlen esetben sem mértek a megengedettnél magasabb értéket ( $10 \mu\text{g.l}^{-1}$ )

Ugyanakkor a közel tízezer felszín alatti- és ivóvíz mintában is csupán 14 esetben lépték át a megengedett  $0,1 \mu\text{g.l}^{-1}$ ).

A dieldrin esetében 1996 és 2001 között a felszíni vizekben mért közel 300-as minta 15 %-a mutatott magasabb értéket a  $0,01 \mu\text{g.l}^{-1}$ -es megengedett értéknél. A felszín alatti vizek esetében csak három esetben, míg az ivóvízben egyetlen esetben sem mutattak ki a megengedettnél ( $0,1 \mu\text{g.l}^{-1}$ ) magasabb értéket.

A felszíni vizek endrin-tartalma 1989 és 2001 között a mérések 28 %-nál mutatott a megengedettnél magasabb értéket, míg a felszín alatti- és az ivóvizek esetében mindössze néhány alkalommal. A megengedett határérték a felszíni-, a felszín alatti- és az ivóvízben is egységesen  $0,005 \mu\text{g.l}^{-1}$ ).

A vizek PCB-tartalmának feltérképezésére 1983 és 1986 valamint 1989 és 2001 között került sor, e két időszak alatt a felszíni vizek 15 %-nál a megengedett koncentrációnál ( $10 \text{ ng.l}^{-1}$ ) magasabb értéket mutattak ki, amely országos átlagot jelent, azonban pl. a magas PCB szennyezéssel rendelkező zempléni-víztározó (Zemplinská Šírava) esetében ez 69 mintából 68 esetet jelent. A felszín alatti vizek 4 %-nál, míg az ivóvíz esetében mindössze néhány alkalommal lépte át a megengedett határértéket ( $10 \text{ ng.l}^{-1}$ ) a PCB-koncentráció nagysága.

A szennyvizek PCB-tartalma különösen érdekes lehet, amelyhez az adatokat a nagymihályi Állami Egészségügyi Intézet szolgáltatta a sztrázsói Chemko<sup>5</sup> (Chemko Strážske) vegyipari üzem szennyvizének mintái alapján. Ez figyelhető meg a 20. táblázatban.

---

<sup>5</sup> 1984-ig Delor, Hydolor és Deloterm nevezetű PCB-k előállítására került sor, amelyek gyártási hulladékainak hatása a szennyvizekben mindmáig fennmaradt.

20. táblázat: A sztrázói Chemko szennyvizének PCB tartalma

<b>mintavétel forrása</b>	<b>befogadó folyó</b>	<b>év</b>	<b>PCB éves átlag mg.l<sup>-1</sup></b>
baleseti víztározó	Laborc	1993	0,333
		1994	0,380
		1995	0,364
		1996	0,338
		1997	0,146
		1998	0,332
		1999	0,070
víztisztító állomás	Ondava	1994	0,126
		1996	0,144
		1997	0,035
		1998	0,179
		1999	0,019
szennyvíz csatorna	Laborc	1993	0,453

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

A HCB esetében 1991 és 2001 között a felszíni vizekben mért közel 1600-as mintában mindössze nyolc alkalommal mértek magasabb értéket a megengedett koncentrációnál ( $0,05 \mu\text{g.l}^{-1}$ ). A felszín alatti vizek esetében csak három esetben (közel 10 000 mintából), míg az ivóvíz esetében a 3 300 mintából 29 esetben lépte át a megengedett  $0,01 \mu\text{g.l}^{-1}$ -es értéket.

És végezetül a felszíni vizek heptaklór-tartalmáról elmondható, hogy 1991 és 2001 között a mérések 17 %-nál mutatott a megengedettnél ( $0,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ ) magasabb értéket (legmagasabb értékeket az eperjesi kerületben), míg a felszín alatti- és az ivóvizek esetében egyetlen alkalommal sem haladta meg a  $0,1 \mu\text{g.l}^{-1}$ -es határértéket.

Összességében a vizek perzisztens szerves szennyezők tartalmáról a 21. táblázat segítségével az alábbi következtetések vonhatók le:

- a vizek aldrin, dieldrin, endrin, DDT, heptaklór és HCB tartalmát illetően nem volt jelentősebb szennyezés, és koncentrációjuk is csak néhány alkalommal lépte túl a megengedett határértéket.
- A PCB esetében azonban a 90-es évek elejétől jelentős szennyezettség mutatható ki, amely bizonyos mértékben napjainkig fennmaradt, főleg a kassai kerületben, köszönhetően a Chemko vegyipari üzem 1984-ig tartó PCB gyártásának. Mivel a PCB képes felhalmozódni az egyes környezeti elemekben, ezért szennyező hatásával a jövőben továbbra is számolni kell.

**21.táblázat: A perzisztens szerves szennyezők összesített adatai Szlovákia különböző vizeiben**

vegyi anyag / médium	felszíni víz	ivóvíz	rekreációs víz	termál víz	használati víz	szennyvíz	felszín alatti víz
mintaszám / határérték feletti leletszám							
aldrin	463/185	114/14	172/33	-	-	-	817/2 5
DDT	2004/443	3538/292	327/99	41/7	19/0	-	9325/ 878
dieldrin	290/74	105/20	205/43	1/0	-	-	817/2 5
endrin	89/51	24/18	21/14	1/0	-	-	1192/ 7
heptaklór	1823/336	3088/291	170/13	44/2	5/4	-	1014 1/111 8
HCB	1574/198	3301/541	470/ 211	45/2	20/0	-	9841/ 1051
PCB	4398/1058	871/702	205/ 140	2/0	-	161/ 161	6474/ 981

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

### 4.3 A talaj szennyezései

A perzisztens szerves szennyezők a következő forrásokon keresztül szennyezik a talajt: a levegő segítségével eljuttatott szennyezőanyagok, az ipari szennyezések (elsősorban vegyszerek formájában), a mezőgazdasági tevékenység (pesticidek, műtrágyák stb.), és különböző hulladékok.

A mezőgazdasági talaj organikus és anorganikus szennyezőinek megfigyelését 1991 és 2001 között a Központi Mezőgazdasági Intézet hajtotta végre Szlovákiában. Még ezt megelőzően 1986-tól 2001-ig összesen 5 150 különböző mérésre került sor. A megfigyelések különböző mezőgazdasági területeken (szántóföld, szőlő, gyümölcsös stb.), 6 perzisztens szerves szennyezőre (dieltrin, endrin, heptaklór, DDT, HCB és PCB) terjedtek ki.

A talaj dieltrin, endrin és heptaklór tartalmáról elmondható, hogy jóval a megengedett 0,5 mg/kg koncentrációs érték alatt voltak. A mérések többségénél, amelyekre 1999 és 2001 között került sor, nem érték el a mérési határokat sem, ami azt jelenti, hogy a mérőműszerek egyszerűen nem voltak képesek kimutatni a koncentráció nagyságát.

A DDT-t főleg a mezőgazdasági termelésben hasznosították, mint növényvédő szert, ebből kifolyólag elsősorban a mezőgazdasági termelésre felhasznált talajban van jelen. A talaj DDT-tartalmának alakulását a 22. táblázatban figyelhetjük meg.

**22. táblázat: A talaj DDT tartalmának átlagértékei Szlovákiában (mg/kg)**

talaj/ terület	limit	év									összes minta
		1991	1992	1994	1995	1997	1998	1999	2000	2001	
rét, legelő	0,5	0,0071	0,0031	-	na	-	na	na	0,0004	0,0002	223
szántóföld	0,5	0,0084	0,0063	0,013	-	-	na	na	0,0084	0,0004	1 652
gyümölcsös	0,5	-	0,0380	-	-	-	-	-	-	-	2
szőlős	0,5	0,0227	0,0043	0,007	-	-	-	na	0,0031	-	33
célterület <sup>6</sup>	0,5	-	-	-	-	0,0702	-	-	-	-	30
összminta	-	101	788	40	1	30	100	300	220	360	1940

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

*na - nincs adat*

<sup>6</sup> Sztrázsov és a környező terület talajának megfigyelése. Ugyanez a terület érvényes a HCB és PCB értékek megfigyelése esetén is.

A HCB esetében a több mint 800-as nagyságú minta Szlovákia összes területére reprezentatív eredményeket ad. A legmagasabb értékek a zsolnai területben voltak, valamint az újvári (Nové Zámky) járásban. Az átlagértékek azonban így sem haladják meg a megengedett határérték 2 %-át sem, ami gyakorlatilag veszélytelen a talaj minőségére. A talaj HCB tartalmának értékeit a 23. táblázat mutatja be.

**23. táblázat: A talaj HCB tartalmának átlagértékei Szlovákiában (mg/kg)**

talaj /terület	limit	év								összes minta
		1991	1992	1994	1995	1997	1998	1999	2001	
rét, legelő	0,5	0,0002	0,019	-	na	-	na	na	na	90
szántóföld	0,5	0,0002	0,017	0,00006	-	-	na	na	na	739
gyümölcsös	0,5	-	0,009	-	-	-	-	-	-	1
szőlős	0,5	0,0001	0,012	0,00003	-	-	-	na	-	8
célterület	0,5	-	-	-	-	0,0026	-	-	-	30
össz. minta	-	101	394	20	1	30	50	150	122	868

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

*na - nincs adat*

A mezőgazdasági felhasználásra alkalmas talaj PCB-tartalmának megfigyelésére több mint ezer esetben került sor 1991 és 2001 között. Az eredményekről elmondható, hogy az átlagértékek a megengedett határérték közel 14 %-át teszik ki, ami alacsony szennyezettségi szintre utal. A legmagasabb koncentrációs szintet e tekintetben a poltári- (Poltár) és nagytopolcsányi (Topoľčany) járásban mérték (a megengedett határérték 70 %-a), a zsolnai járásban ez az érték 20 %-ot jelentett. Jellemző a koncentrációs értékek fokozatos csökkenése, ami a 24. táblázatban jól megfigyelhető.



**24. táblázat: A talaj PCB tartalmának átlagértékei Szlovákiában (mg/kg)**

talaj/terület	limit	év									összes minta
		1991	1992	1993	1994	1997	1998	1999	2000	2001	
rét, legelő	0,5	0,0053	0,0005	0,0229	-	na	-	0,00016	0,0001	0,0003	212
szántóföld	0,5	0,0116	-	0,0234	-	-	na	0,00015	0,0001	0,0002	1 250
gyümölcsös	0,5	0,0015	-	-	-	-	-	0,00016	-	-	8
szőlős	0,5	na	-	-	-	-	-	0,00016	0,0001	-	32
célterület	0,5	-	-	0,66	0,1	1053	-	-	-	0,0227	57
össz. minta	-	372	2	138	8	53	10	198	322	455	1558

*Forrás: Kočan et al. (2003)*

*na - nincs adat*

Összességében kijelenthető, hogy a talajban található perzisztens szerves szennyezők mértéke fokozatosan csökkenő tendenciát mutat. Ami pedig a PCB-k levegő segítségével történő talajszennyezését illeti, nagy valószínűséggel minimálisnak tekinthető. Amennyiben mégis bekövetkezik a talaj PCB-tartalmának növekedése, tanácsos végrehajtani a talaj aszanációját<sup>7</sup>.

#### 4.4 A növényi eredetű takarmányok szennyezése

A növényi eredetű takarmányok szennyezésének ellenőrzése különleges fontosságú, mivel perzisztens organikus anyagokat tartalmazhatnak, amelyek az élő szervezetekbe és az élelmiszert produkáló állatok szervezetébe juthatnak. Ezért alapvető ellenőrzésük nélkül nem nyerhetünk biztonságos élelmiszereket és állati eredetű nyersanyagokat.

A takarmányok perzisztens organikus anyagtartalmát az Állatorvosi Higiéniai Felügyelet végzi az egészségügyi hatásvizsgálatok keretén belül. A takarmányok idegen anyagtartalmának vizsgálata megelőzi az állati

<sup>7</sup> aszanáció – talajcsere: talajjavító folyamat, amely során a talaj felső rétegének eltávolítására kerül sor (pl. eltolással stb.)

eredetű élelmiszerek vizsgálatát. Célja, hogy megelőzze az idegen anyagok táplálékláncba való kerülését. Amennyiben az egyes takarmányokban átlépik a megengedett határértéket, potenciális veszélyt jelentenek az ember egészségére. Ezért az állatorvosi vizsgálatok főleg olyan takarmányokra összpontosítanak, amelyeknél korábban már állapítottak meg szennyezést, és leggyakoribbak az állattenyésztésben.

A takarmányok vizsgálata korábban az Állami Állatorvos és Élelmiszer Hivatal<sup>8</sup> és 1986-tól a zsolnai Tejipari Kutató Hivatal<sup>9</sup> feladata volt.

A megfigyelt időszakban (1986-2001) 12735 mérést hajtottak végre a 13 legfontosabbnak megítélt hazai takarmányon. Összesen hét perzisztens szennyezőt figyeltek és ellenőriztek: aldrin, dieldrin, endrin, heptaklór, DDT, PCB, és HCB.

A kimutatott eredményekből kiderült, hogy az aldrin, dieldrin, endrin és a heptaklór nagyon alacsony mennyiségben található meg a takarmányokban. Magasabb értékeket találtak a HCB esetében. A legmagasabb értékeket a PCB és DDT mintákban találták, amint az a 25. és 26. táblázatban is olvasható. Legjobban a besztercebányai (Banská Bystrica) és a zsolnai kerületre jellemző, ahol perzisztens anyagtartalmú festékeket és kenőanyagokat használtak a silógödrök és vályúk kifestésére. A 10. és 11. táblázatból megállapítható, hogy a PCB és DDT mennyisége csökkenő tendenciát mutat, de ez elmondható a takarmányokban megtalálható összes POP vegyületről is.

Viszont annak ellenére, hogy az esetek többségében a határértékek alatt maradtak a mérések, meg kell jegyezni, hogy csak a PCB, aldrin, DDT és a HCB-k voltak rendszeresen megfigyelve. A többi POP anyag vagy

---

<sup>8</sup> Štátna veterinárna a potravinová správa SR.

<sup>9</sup> Výskumný ústav mliekárenského priemyslu.

szervezetlenül, vagy egyáltalán nem volt vizsgálva. A megfigyelések pedig nem terjedtek ki az egész ország területére.

**25. táblázat: PCB szennyezés a takarmányokban**

komoditás	határ- érték	Év					
		1988	1990	1992	1994	1997	2001
növényi eredetű fehérjetakarmány	0.5	-	0.0100	0.0084	-	0.0030	-
állati eredetű fehérjetakarmány	1	0.0946	0.1336	0.1263	0.0067	0.0229	0.0008
kiegészítő takarmánykeverékek	0.5	0.0010	0.0060	0.0094	0.0303	0.0000	-
más takarmányok	1	-	1.2921	6.4137	0.0036	0.0009	0.0002
teljes takarmánykeverékek	0.2	0.0043	0.0069	0.0094	0.0008	0.0019	-
gabonatakar- mányok	0.2	0.0016	0.0153	0.0063	0.0048	0.0017	-
takarmánykeverékek	0.5	-	-	0.0041	-	0.0035	-
ásványi kiegészítők	0.5	-	-	0.0100	-	-	-
tej és tejféle takarmánykeverékek	1	0.0267	0.1281	0.0450	0.0032	0.0006	-
friss takarmány	0.2	0.0018	0.1227	0.0229	4.0037	0.0024	-
szárított takarmány	0.5	-	0.0060	0.0062	-	0.0018	-
siló, széna	0.5	0.0023	0.0174	0.0082	0.0099	0.0001	0.2217

*Forrás: Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike (2003)*

26. táblázat: DDT szennyezés a takarmányokban

Takarmány fajta	határ- érték	év					
		1987	1988	1991	1996	1998	2001
növényi eredetű fehérjetakarmány	0.2	0.005	0.002	-	-	0.001	-
állati eredetű fehérjetakarmány	0.5	0.012	0.024	-	-	0.007	-
kiegészítő takarmánykeverékek	0.2	0.005	0.004	-	-	-	-
teljes takarmánykeverékek	0.1	0.005	0.004	-	-	-	-
gabonatakarományok	0.1	0.003	0.003	0.003	-	0.001	-
takarmánykeverékek	0.5	-	-	-	-	-	-
tej és tejféle takarmánykeverékek	0.5	0.010	0.017	-	0.020	-	-
friss takarmány	0.1	0.006	0.004	-	-	-	-
szárított takarmány	0.2	0.003	0.002	-	-	-	-
siló, széna	0.2	0.005	0.002	-	-	-	-

*Forrás: Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike (2003)*

## 4.5 Az élelmiszerek szennyezése

A POP tartalmú élelmiszerek növelik a daganatos és egyéb veszélyes betegségek kockázatát. Az élelmiszerek minőségét az érvényes higiéniai határértékek alapján határozzák meg. Az élelmiszerminták elemzését a nagymihályi és a besztercebányai Állami Egészségügyi Hivatal<sup>10</sup> végzi. A megfigyelt időszak alatt (1971-2001) a mindennapi élelmiszerek közül 602 mintát vizsgáltak meg.

A 27. táblázat az 1984 óta készült felmérések átlageredményeit tartalmazza. A táblázatból jól látható, hogy az összes megfigyelt POP anyag csökkenő tendenciát mutat. A Stockholmban betiltott POP anyagok

<sup>10</sup> Štátny zdravotný ústav.

közül a legnagyobb figyelmet a PCB, DDT és HCB kapták. Ez nem véletlen, hiszen nemcsak az európai országokban, hanem Szlovákiában is kimutatták, hogy a megfigyelt időszakokban a szennyezőanyagok az esetek többségében határérték feletti értékűek voltak. Határértékekhez közeli vagy határérték alatti értékeket találtak az aldrin, a dieldrin, az endrin és a heptaklór mintákban. A határértékek alatti mérések ellenére az 1996 és 1998 között végzett felmérések során néhány mintában kivételesen magas aldrin, dieldrin, endrin és heptaklór szintet mutattak ki a nagymihályi és szobranci (Sobrance) járásokban.

27. táblázat: Élelmiszerszennyezés

szennyezőanyagok ( µg/kg )	határ- érték	év		
		1984- 1989	1990-1999	2000- 2002
aldrin	0.1	0.132	0.064	0.0052
DDT	20	21.8	25.9	13.7
dieldrin	0.1	-	0.0526	0.0858
endrin	0.2	-	0.00526	0.000857
heptaklór	0.1	0.19	0.048	0.013
HCB	0.17	2.23	1.54	0.96
PCB	0.4	27.4	21.37	7.39

*Forrás: Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike (2003)*

1996-ban az aldrin (357,7%) és a dieldrin (412,34%) esetében mértek határérték (FAO határérték) feletti növekedést, de 1998-ban már határérték alattiak voltak a mérések. Hasonló tendenciát tapasztaltak az endrin (1996 – 0,73 mg/kg, 1998 – 0,00003 mg/kg) és a heptaklór (1996 – 0,68 mg/kg, 1998 – 0,118 mg/kg) esetében.

A szennyezések forrása az esetek többségében az alapanyagokból került az élelmiszerbe. Megállapították, hogy a legtöbb szennyezőanyag a nagyobb zsírtartalmú élelmiszerekben található, amely alátámasztja azt a

nézetet, hogy a perzisztens szennyező anyagok képesek felszívódni az organizmusok zsírszöveteiben.

#### 4.6 Az emberek és érintettségük

A POP szennyezés a legmagasabb értékeket a emberi populációban éri el<sup>11</sup>, amely annak köszönhető, hogy a tápláléklánc tetején az ember áll. Az anyatej is több szennyező anyagot tartalmaz, mint a tehéntej. A szoptatás időszakában a csecsemő többszörösen van kitéve a szennyezésnek, főleg a dioxin és PCB esetében.

Szlovákiában korábban nem folyt POP felmérés az emberek vizsgálatával kapcsolatban. Különböző kutatásoknak köszönhetően azonban készültek terület-specifikus vizsgálatok.

Az emberi szervezetekben található POP-ok megfigyelésével jelenleg a Megelőzési és Klinikai Gyógyászat Hivatala<sup>12</sup> foglalkozik PCB kutatások keretében. A POP szennyezők közül csak a PCB, DDT, HCB, dioxin és furánról vannak adatok. A felmérések kizárólag az anyatejre összpontosítottak, ami azt jelenti, hogy csak nők körében végezték el. A DDT vegyületek 70-es években történő betiltása ellenére továbbra is megtalálhatóak az emberi szervezetekben. A HCB vegyületek 10- és 100-szoros mennyiségben lépik át a szomszédos országok értékeit. A szennyezés forrását egyelőre nem sikerült beazonosítani, viszont feltételezhető, hogy múltbeli szennyezésről van szó. Talán ez az oka annak, hogy a fiatalabbaknál a koncentrációs értékek alacsonyabbak.

Külön fejezetként kell megemlíteni a PCB-ket. Ezek az anyagok a nagymihályi járásban gyártott bitumen keverékekből és kenőanyagokból származnak, amelyeket az egész ország területén használtak. Eredménye,

---

<sup>11</sup> Kivéve a szennyezett vizekben élő halakat.

<sup>12</sup> Ústav preventívnej a klinickej medicíny.

hogy az emeri szervezetekben található PCB-k szinte az egész ország területén magasak. Különösképp a keleti országrészben található nagymihályi járásban, amely jól kivehető a 28. táblázatból.

**28. táblázat: PCB szennyezés az anyatejben**

ország rész	év	koncentráció (ng/g zsiradék)		
		átlag	minimális mért érték	maximális mért érték
Nyugat-Szlovákia	1990-2002	39-1315	21	2027
Közép-Szlovákia	1989-1994	524-1363	249	3024
Kelet-Szlovákia	1997-2001	171-2095	48	8264

*Forrás: Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike (2003)*

A járásban található halastavakban és folyókban élő halak könnyen befogadják a POP-eket, a PCB-t is beleértve. Ennek következménye, hogy a járási halászok között magas értékeket figyeltek meg (a legmagasabb érték 100 000 ng/g az EU átlag néhány száz ng/g).

Ellentétben más európai országokkal, a PCB-nek köszönhetően a furánok körében magasabbak az értékek a furánok és dioxinok közül.

Elmondható, hogy az utóbbi évek szigorításai és betiltásai a POP anyagok csökkenéséhez vezettek az emberi szervezetekben is, amelynek eredményeként a fiatalok körében alacsonyabbak az értékek, mint az idősebbek esetében.

## 4.7 Az élőlények és érintettségük

A bentikus és az alacsonyabb rendű élőlények hozzájárulnak a szennyezőanyagok magasabb koncentrációjához a táplálékláncban magasabban álló élőlények esetében. A szennyezésről a legtöbb információt a bioindikátorként is nevezett szabadon élő állatok és halak adják.

Az 1986 és 2001 közötti időszakban 2752 mintavétel történt (köztük: vaddisznó, ragadozó madarak, szarvas, őz, halak, nyulak, vadnyulak, stb.). A felmérések során a POP anyagok közül nyolccal találkoztak: aldrin, dieldrin, heptaklór, DDT, PCB, HCB, dioxin és furán.

A felméréseket az Állami Állatorvos és Élelmiszer Hivatal<sup>13</sup>, a Szlovák Hidrometeorológiai Hivatal<sup>14</sup>, a Megelőzési és Klinikai Gyógyászat Hivatala<sup>15</sup> és három Állami Egészségügyi Hivatal<sup>16</sup>: Nagymihály, Besztercebánya, Pozsony végezte.

A felmérések eredményeiből következik, hogy az aldrin, dieldrin, és a heptaklór vegyületek az élő szervezetekben nagyon alacsony mennyiségben fordulnak elő. A HCB esetében 1988 és 1989-ben mértek magasabb értékeket: édesvízi növényevő halakban és vaddisznók izomzatában. Az édesvízi növényevő és ragadozó halakban leginkább a DDT és PCB szennyezések voltak megtalálhatók, a sztrázsoi Chemko vállalatnak köszönhetően főleg a kassai és eperjesi kerületekben.

A DDT és a PCB felmérések eredményeit a 29. és 30. táblázatban mutatjuk be.

---

<sup>13</sup> Štátna veterinárna a potravinová správa SR.

<sup>14</sup> Slovenský hydrometeorologický ústav.

<sup>15</sup> Ústav preventívnej a klinickej medicíny.

<sup>16</sup> Štátny zdravotný ústav.



**29. táblázat: DDT szennyezés az élő szervezetekben (mg/kg zsiradék)**

Állatfaj	határérték	év					
		1987	1990	1993	1996	1999	2001
vaddisznó (izomzat)	1-2	0.0825	-	-	-	-	-
ragadozó madarak (izomzat)	1	-	-	-	1.4316	-	-
ragadozó madarak (tojás)	1	-	-	-	-	-	-
nyúl, vadnyúl (izomzat)	1-2	0.0317	0.0100	-	-	0.0368	0.0024
nyúl, vadnyúl (belsősegek)	1	-	-	-	-	-	-
édesvízi ragadozó halak	1-2	0.3300	-	0.0500	0.0383	0.0305	0.0170
édesvízi növényevő halak	1-2	0.5200	0.7567	-	0.0039	0.0232	0.0093
nagy vadak (izomzat)	1-2	0.0686	0.0379	-	-	0.0098	0.0404
nagy vadak (belsősegek)	1-2	-	-	-	-	0.0160	-

*Forrás: Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike (2003)*

30. táblázat: PCB szennyezés az élő szervezetekben (mg/kg zsiradék)

Állatfaj	határérték	év					
		1987	1990	1993	1996	1999	2001
vaddisznó (izomzat)	1,2-2	-	0.0252	0.0253	0.0154	4.0503	-
ragadozó madarak (izomzat)	1,2-2	-	-	-	0.1838	0.0453	-
ragadozó madarak (tojás)	1.2	-	-	0.8400	-	-	-
nyúl, vadnyúl (izomzat)	1,2-2	0.0010	0.0868	-	0.0091	0.4270	0.0091
édesvízi ragadozó halak	0,5-1,4	7.9240	-	33.0145	0.0141	0.0992	11.3541
édesvízi növényevő halak	0,5-1,4	0.2000	0.7088	0.0278	0.0126	0.3422	4.3347
Nagy vadak (izomzat)	1,2-2	-	0.1074	0.0481	0.0266	0.0559	0.1033

*Forrás: Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike (2003)*

Az 1987 óta tartó megfigyelések alátámasztják a DDT és PCB szennyezés csökkenő tendenciáját, viszont gyakoriak a kiugróan magas értékek is, amelyeket gyors csökkenés követ (pl. édesvízi ragadozóhalak, 1993). A magasabb értékek valószínűleg a lokális egyéni szennyezések következményei, amelyek koncentrációja a környezet befogadóképességének köszönhetően folyamatosan csökken.

## 4.8 Összegzés

A POP felmérések eredményeiből megállapíthatjuk, hogy rendszeresen csak a PCB, DDT és a HCB vegyületeket figyelték meg. A többi perzisztens organikus szennyezőt csak különleges megfigyelések keretén belül figyelték.

Kevés az információ a levegő POP szennyezéséről, ezért nehéz megállapítani a nem szándékolt POP szennyezést.

A legmagasabb POP szennyezési adatokat az emberi szervezetben mérték. Szintén magas eredményeket kaptak az állattenyésztésben mért mintákban. A környezeti elemek közül a legnagyobb veszélynek a talaj van kitéve, mivel itt koncentrálnak legnagyobb mennyiségben a POP szennyezők.

A felmérést végző hivatalok és intézmények igazolták, hogy a POP szennyezés csökkent.

A jövőbeli felméréseket célirányosan, a potenciális szennyezést magában hordozó területek felé kell majd irányítani.

## 5. A kutatócsoport által készített kérdőív és következtetései

Magyarországnak a – jogi részben részletesen ismertetett – nemzetközi egyezményekből adódó kötelezettség-vállalásai vannak a POP anyagokkal kapcsolatban. Ezek a megoldandó feladatok kiterjednek a gyártás, forgalmazás és a kibocsátási határértékek csökkentésén túl a társadalmi fogyasztói tudatosság fokozására is. Kutatásunk ez utóbbit célozza. Alaphipotézisünk szerint a POP anyagok által okozott környezetterhelés és az általuk okozott veszélyek csökkentésének szükséges, alapvető feltétele a jól informált környezettudatos fogyasztó. Ehhez az embereknek/fogyasztóknak meg kell ismerniük a környezetben tartósan megmaradó és felhalmozódó szerves szennyezőanyagokat és azok hatásmechanizmusait. Kérdőívünk arra kereste a választ, hogy a mai középiskolások, főiskolások, egyetemisták körében mennyire ismertek ezen anyagok és káros hatásaik. Összehasonlításként vizsgálatunkat Szlovákiára is kiterjesztettük.

A vizsgálatunkban nem törekedtünk a tökéletes reprezentativitásra, bár a szondázott iskolák köre a kutatók kiválasztása miatt sorsolós mintavétellel egyenértékű. Az első 3 kérdés általános ismérvekre vonatkozott (nem, oktatási intézmény típusa, ország, ahol tanul). A megkérdezettek száma összesen 650 fő, melyből 402 nő, 248 férfi, 354 felsőoktatásban, míg 296 középiskolában tanul. Összesen 425 magyarországi és 225 szlovákiai fiatalot vontunk be vizsgálatainkba.

A következőkben az alkalmazott módszer bemutatása után kérdéseinket és azok következtetéseit egyenként ismertetjük. A mintánk segítségével következtetéseket vonunk le az alapsokaságot illetően (5% hibahatár mellett). Elemzéseinkhez az SPSS 11.-t használtuk, a módszer három szempontos variancia-analízis (ANOVA). A három szempont: nem, iskola, ország, ahol az ANOVA változói rendre az egyes kérdések. (Pl.:

Kérdésünk: Az interakciók között van-e szignifikáns? (Nem-iskola-ország, nem-iskola, nem-ország, iskola-ország). A k1 (lásd lejjebb) változó várható értéke az egyes szempontjainknál egyforma-e:

- férfiak-nők,
- középiskola-felsőfokú oktatás és
- Magyarország és Szlovákia várható értéke k1-ben

Amikor nincs szignifikáns interakció, akkor a szempontjainkra adódó szignifikancia adja a pontos választ. Szignifikáns interakció esetén maga az ANOVA modell feltétele sérül, ezért a szempontokra adódó értékek közelítőek. Az átlagokat az egyes szempontok szerint külön táblázatokban adjuk meg a mellékletben. Az egyes kérdéseket számokká alakítottuk át az alábbi táblázat szerint:

31 táblázat: A kérdőív szempontjai

<b>Kérdés betűjele, kérdés célja</b>	<b>kódolás</b>	<b>Lehetséges értékek</b>
A (az illető neme)	Nő=N=1, Férfi=F=2	1, 2
B (az illető oktatási intézményének típusa)	Középiskola=K=1, Felsőfokú=F=2	1, 2
C (ország, ahol tanul)	Magyarország=H=1 Szlovákia=SR=2	1, 2
D: ahány jó válasz a kérdőíven, annyi pontot ér	első kérdés (k1)	0-5
E: a jó válasz +1, a rossz -1.	második kérdés (k2)	(+2 – -3)
F: a kérdőíven, igen=1, nem=2	harmadik kérdés (k3)	1, 2
G: a jó válasz +1, a rossz -1, a nem tudom= 0	negyedik kérdés (k4)	+1, -1, 0
H: a jó mínusz a rossz válaszok szummája	ötödik kérdés (k5)	(+4– -4)
I: ahányról hallott annyi pont	hatodik kérdés (k6)	0–4
J: ahány jó válasz, annyi pont	hetedik kérdés (k7)	0-5
K: a jó mínusz a rossz válaszok szummája	nyolcadik kérdés (k8)	(+5– -3)

**Első kérdés (k1):**

A mindennapi életben hol találkozhatunk szennyező, emberi egészségre ártalmas vegyi anyagokkal? Sorolj fel 5 példát!

Kiértékelés: k1

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. Az egyes szempontok sem adnak szignifikáns eredményt, tehát a két nem, a két iskolatípus és a két ország azonos értékeket mutat az első kérdésben. A férfiak átlagosan 3,2438, a nők 3,3387 jó választ adtak, a középiskolások 3,2119, a felsőoktatási intézményben tanulók 3,3615 helyes választ adtak meg. Az országok között sem találtunk eltérést, a magyarok átlagosan 3,3059, a szlovákok 3,2311 db emberi egészségre ártalmas vegyi anyagot tudott átlagosan felsorolni. A kutatócsoportunk egyöntetű véleménye, hogy ez a szám nagyon alacsony.

**Második kérdés (k2):**

Az alábbi anyagok közül melyek szerves szennyezők? Karikázd be!  
(Több helyes válasz is lehet.)

- a) ólom,
- b) dioxin
- c) cián
- d) nitrogén-dioxid
- e) benzol

Kiértékelés: k2

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. A szempontok közül csak az iskola adott szignifikáns eredményt, tehát a két iskolatípusnál eltér a k2 várhatóértéke. A mintaátlag

a középiskolában alacsonyabb: -0,3362, míg a felsőoktatásban ez az érték: -0,0304. Ez a különbség abból adódott, hogy a benzol mellett a magasabb iskolatípusba járók kevesebb rosszat karikáztak, tehát tudásuk valamivel biztosabb. Azonban kutatócsoportunk egyöntetű véleménye, hogy mindkét átlag nagyon elmarad a 2-es kívánatos átlagtól, azaz a tanulók nem tudják megkülönböztetni a szerves szennyezőket a szervetlenektől ebben a kérdésben.

### **Harmadik kérdés (k3):**

Hallottál-e már valaha a nehezen lebomló (perzisztens) szerves szennyezőkről? Karikázd be!

a) igen

b) nem

Kiértékelés: k3

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. Az egyes szempontok sem adnak szignifikáns eredményt, tehát a két nem, a két iskolatípus és a két ország azonos értékeket mutat a harmadik kérdésben. A vizsgált személyek közül átlagosan 33%-kal többen állították magukról – nemtől, iskolától, országtól függetlenül –, hogy már hallottak a perzisztens szennyezőkről, mint akik nem.

### **Negyedik kérdés (k4):**

Az alábbiak közül mely rövidítést használják a perzisztens szerves szennyezőkre? Karikázd be!

a) PSS

b) PSZSZ

c) POP



d) nem tudom

Kiértékelés: k4

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. A két ország és a két iskola is eltér. A középiskolákban átlagosan -0,3565, a felsőoktatásban 0,0034 az átlagos érték. Ez azt valószínűsíti, hogy a középiskolákban kevesebben ismerik a rövidítést, vagy azt, hogy a fiatalabbak rosszabbul tippelnek. Magyarországon ez az érték -0,1881, Szlovákiában -0,1955 átlagosan. Összességében azonban az adatokból egyértelműen kiderül, hogy a POP rövidítést szinte egyáltalán nem ismerik a tanulók.

#### **Ötödik kérdés (k5):**

A perzisztens szerves szennyezőkre jellemző (több helyes válasz lehetséges):

- a) vízben oldódnak
- b) vízben nem oldódnak
- c) egyesek oldódnak vízben, mások nem
- d) mérgezőek
- e) savas esőt okoznak
- f) zsírszövetben raktározódnak
- g) üvegházhatást okoznak
- h) táplálékláncban felhalmozódnak

Kiértékelés: k5

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. Az egyes szempontok nem adnak szignifikáns eredményt, a nemek, illetve a két ország tekintetében, azonban a két iskolatípus tekintetében igen. A nemek szinte teljesen ugyanúgy teljesítettek. Nők: 0,7910; férfiak:0,8145. Hozzávetőlegesen eggyel több jó választ tudtak

adni, mint ahány rosszat bekarikáztak. Sajnos ez az eredmény (0,8) messze elmarad az ideális (4) állapottól. A középiskolások 0,6186, míg a magasabb iskolába járók lényegében 60%-kal jobban teljesítettek. Azonban még ez az érték is nagyon alacsony (+4-től -4-es) skálán (1,0169 átlagosan). Összegzésként megállapítató, hogy a szerves szennyezők jellemzőit lényegében nem ismerik a tanulók, nemtől, országtól, iskolatípustól függetlenül.

#### **Hatodik kérdés (k6):**

Az alábbiak közül mely anyagokról hallottál?

- a) furán
- b) dioxin
- c) DDT
- d) PCB vegyületek

Kiértékelés: k6

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. Az egyes szempontok csak az iskolatípus tekintetében adnak szignifikáns különbséget. Mindkét iskolatípusban alacsonyak az értékek, de a középiskolákban 0,6638, a magasabb iskolákban 0,7905 átlagosan ez az érték. A legtöbben a dioxint és a DDT-t ismerik, azonban a válaszokból egyértelműen kiderült a média és az iskola szerepe. (Az ukrán miniszterelnök dioxin mérgezése, vagy a dioxinos csirke betiltásáról szóló hírek stb.) A két nem és a két ország azonos értékeket mutat a hatodik kérdésben.

**Hetedik kérdés (k7):**

Sorolj fel 5 példát arra, hogy az ember milyen úton kerül kapcsolatba a perzisztens szennyezőkkel!

Kiértékelés: k7

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. Az egyes szempontok közül a nemek különbsége statisztikailag kimutatható. A nők átlagosan 1,2718, míg a férfiak 0,8145 példát tudtak felsorolni, ahol kapcsolatba kerülhetünk perzisztens szennyezőkkel. (Ez az eredmény azonban inkább a nők kitartását támasztotta alá, a férfiak kevesebb energiát fordítottak erre kérdésre, voltak akik egyszerűen kihúzták. Utólagos beszélgetésekből kiderült, hogy ez inkább a fáradtságnak, és nem a tudásbeli különbségnek volt köszönhető.)

Nagyon hasonló jelenséget mutat a két iskolatípus közötti különbség is. A középiskolások lelkiismeretesebben töltötték ki a teszteket: átlaguk 1,2408, míg a magasabb iskolatípusba járók átlaga 0,9257. Az országok közötti különbségeknél kimutatható, hogy a magyar diákok jobbak voltak szlovák társaiknál (magyar átlag = 1,2264; szlovák átlag = 0,8533), azonban ezek az értékek hozzávetőlegesen 20 %-os teljesítményt jelentenek. Következésképpen a tanulók országtól, iskolatípustól, nemtől függetlenül átlagosan nem tudnak felsorolni két esetet, ahol kapcsolatba kerülhetnek perzisztens szerves szennyezőkkel.

**Nyolcadik kérdés (k8):**

Az alábbiak közül milyen káros hatása lehet az emberre a perzisztens szerves szennyezőknek?

- a) daganatos megbetegedések
- b) immunrendszeri zavarok

- c) AIDS
- d) influenza
- e) allergia
- f) idegrendszeri károsodások
- g) szaporodási rendellenességek
- h) izomláz

Kiértékelés: k8

Az interakciók nem szignifikánsak, így az egyes szempontok külön vizsgálhatóak. Az egyes szempontok sem adnak szignifikáns eredményt, tehát a két nem, a két iskolatípus és a két ország azonos értékeket mutat a nyolcadik kérdésben. A pontok (+5– -3) közötti értéket vehettek fel. Ehhez képest a tanulók ebben a kérdésben adták a viszonylag legjobb eredményeket, mivel átlagosan 2,4-2,6 összesített ponteredményt értek el. Tehát a tanulóknak összességében vannak elképzeléseik a perzisztens szerves szennyezők emberre gyakorolt hatásairól.

A kérdőíves minta alapján a kutatócsoportunk egyöntetű véleménye, hogy a nagy átlagokat tekintve a tanulók nem tudják megkülönböztetni a szerves szennyezőket a szervetlenektől. Vagy az iskolai oktatás, vagy a média útján hallottak már róluk, azonban nem tudják beazonosítani, hogy melyek és milyenek ezek az anyagok és hatásmechanizmusaik, illetve, hogy hogyan kerülhetnek velük kapcsolatba a mindennapi életben. Ez a tudás alapvetően szükséges lenne, hogy a POP-ok okozta veszélyeket mérsékelni lehessen és kialakulhasson egy környezettudatos fogyasztói generáció – mint ahogyan a fejezet elején erre utaltunk. Ennek érdekében – kutatásunk konzekvenciáit levonva – óratervet készítettünk a középiskolai oktatás számára, mely ezeket a hiányokat orvosolná. (Kutatásunk másik fejezete részletesen mutatja be ezt az óratervet, melyet elsősorban középiskolai tanárok számára készítettünk.)

## 6. Összegzés

Kutatásunkban a szakirodalmi adatok alapján mutattuk be a nehezen lebomló, környezetben tartósan megmaradó vagy más néven perzisztens szerves szennyezőket és azok tulajdonságait. Külön kitértünk az ENSZ Környezetvédelmi Bizottsága, az UNEP által 2001-ben kidolgozott Stockholmi POP Egyezmény és az Aarhusi POP Jegyzőkönyv által megjelölt vegyületcsoport(ok) jelentőségére, melynek jogi háttérét külön fejezetben ismertettük. Ennek alapján a következő vegyületek tartoznak a perzisztens szennyezők kategóriájába: aldrin, klórdán, DDT (diklór-difenil-triklór-etán), dieldrin, endrin, heptaklór, mirex, toxafén, hexaklór-benzol (HCB), poliklórozott bifenilek (PCB), poliklórozott dibenzodioxinok (dioxinok), poliklórozott dibenzofuránok (furánok), illetve az aarhusi további 4 vegyületcsoport: klórdekon, hexaklór-ciklohexán (lindán), hexabrom-bifenil, policiklikus aromás szénhidrogének (PAH).

A POP vegyületek tulajdonságai és annak mechanizmusainak megértéséhez külön definiáltuk az alapfogalmakat azért s így ugyanazzal a fogalmi keretrendszerrel dolgozhassunk tovább. Többek között definiáltuk a POP fogalmát, a perzisztenciát, a felezési időt, a bioakkumulációt, a biomagnifikációt, toxicitást stb. A fogalmak tisztázását a vegyületek csoportosítása követte, melyben 3 egymástól jellegzetesen elkülönülő csoport adódott. Ezek a következők voltak:

1. Növényvédő szerek: aldrin, klórdán, DDT, dieldrin, endrin, heptaklór, mirex, toxafén, hexaklór-benzol, hexaklór-ciklohexán, klórdekon.

2. Iparban használt mérgező vegyi anyagok: hexaklór-benzol, poliklórozott bifenilek, hexabrom-bifenil.

3. Ipari melléktermékek: poliklórozott bifénilek, poliklórozott dibenzodioxinok és dibenzofuránok, policiklikus aromás szénhidrogének, hexaklór-benzol.

A POP vegyületek világban betöltött szerepének hangsúlyozására külön táblázatban mutattuk be a perzisztens szerves szennyezők felhasználási területeit; a Stockholmi egyezményben szabályozott 12 perzisztens szerves szennyező szabályozását a világban; illetve a POP hatóanyagok értékesítésének tízévenkénti eloszlását 1950-2000 között. Munkánkban kitekintésképpen a felhalmozódott szerves szennyezőkkel jelentősen szennyezett területeket és a hozzájuk kötődő esettanulmányaikat külön bemutattuk. (Banglades: DDT-hegyek; Japán: A tesimai tragédia; Nepál: Mérgek a Paradicsomban; Fülöp-szigetek: Mérgező örökség az amerikai hadseregtől; Kanada: A látszólagosan megtisztított ország; Brazília: A Rhone-Poulenc mérgező hagyatéka; Csehország: Mérgező hulladék-hagyatékok; Törökország: A Petkim cég sötét oldala; Németország: Veszélyes szennyezők a mélytengeri bálnákban; Japán: Élelmiszereinkbe hormonális hatású mérgező anyag oldódhat ki a műanyag palackok, edények anyagából).

Kutatásunk kiemelt pontja volt a magyarországi és a szlovákiai helyzet bemutatása, összehasonlítása, melynek kettősségét a jogi részben vittük tovább és fejtettük ki. A magyar rész bemutatásánál az egyes környezeti elemek szerint mutattuk be az aktuális helyzetet, külön kitérve az élelmiszerek szennyezettségének problémájára.

A légszennyezést alapvetően az emisszió, transzmisszió és az imisszió határozza meg. A légszennyezettség mértékének növekedésében nagy szerepe van a perzisztens szerves szennyezőknek – PAH, PCB, PCB, HCB, – melyek többnyire magas hőmérsékletű technológiai folyamat melléktermékeként kerülnek a levegőbe. A következőkben csak számokban szeretném érzékeltetni, hogy hogyan változtak a kibocsátások.

A POP leltár alapján az 1980. évi 132,53 t teljes antropogén eredetű PAH kibocsátás 2001-re 55,46 t-ra mérséklődött. A dioxin/furán kibocsátás 199812 t-ról, 73996 t-ra változott, azaz 63%-kal csökkent a kibocsátás 1980–2001 időszak alatt. A 80-as években az égési folyamatok kibocsátásai voltak a meghatározók (60,5%), ezen belül a lakossági fosszilis tüzelőanyag felhasználásából származó kibocsátás volt a döntő (32,6%). Míg 2001-re a technológiákból és a fosszilis tüzelőanyag felhasználásokból származó kibocsátások közel azonosak lettek és napjainkig is folyamatosan csökken a lakosság pirogén kibocsátása.

A vizsgálatok alapján az 1980. évi PCB kibocsátás 200,37 kg volt, míg ez az érték 2001-re mintegy 101,47 kg-ra mérséklődött. 1980-ban a teljes PCB kibocsátásnak 34 %-a az erőművektől, 19 %-a az iparból, 15 %-a pedig a háztartásokból származott. Ez a teljes antropogén eredetű PCB kibocsátásnak mintegy 68 %-át tette ki. 2000-ben a teljes PCB kibocsátásnak 52 %-a származott az erőművektől, 11 %-a az iparból, 10 %-a a közlekedésből.

A teljes HCB kibocsátás 1980-ban 7534 g volt, amely 2001-re 4572 g-ra mérséklődött. 2000-ben a HCB kibocsátás 42 %-a az elektroacél gyártásból, 27 % a szekunder réz feldolgozásból és 16 % a kommunális hulladék égetéséből származott, mely az összes kibocsátásnak 85% -át tette ki.

Munkánkban kiemeltük, hogy jelenleg a POP-ok kibocsátására határérték csak a hulladékégetésnél van előírva, más technológiáknál nincs jogszabályban rögzített kibocsátási határérték, ezért ezekben az esetekben állami forrásból kell alapot képezni a mérések elvégzéséhez. Fontos a Stockholmi és Aarhusi POP Egyezmények végrehajtása, így a mérések elvégzése ma már nem kerülhető el. A mérési költségek csökkenthetők, ha bekapcsolódunk a nemzetközi szervezetek által finanszírozott – elsősorban a dioxinokra vonatkozó - mérési programokba.

A hulladékokkal kapcsolatban európai szintű hiányosságra mutattunk rá, mivel a POP szennyeződésének bemutatására nem állnak rendelkezésre részletes vizsgálati eredmények. Ennek fő oka, hogy sem a hazai, sem a nemzetközi hulladék jegyzékekben eddig nem szerepeltek hangsúlyosan a POP vegyületek. A POP-val szennyezett hulladékok: a halogénvegyületet tartalmazó trafó- és hőközlőolajok, a halogénvegyületet tartalmazó hidraulikaolajok, a poliklórozott bifenilek és terfenilek (PCB/PCT), a halogénezett dioxinok, a POP tartalmú növényvédőszer maradványok és csomagolóeszközök. Azonban feltételezhető, az ipari technológiák maradvány-anyagai, melléktermékei is tartalmaznak POP-okat, de erre kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre (POP leltár).

A PCB-t tartalmazó olajokat különféle – a fentiekben felsorolt – berendezésekben használtuk fel 1983-ig, azóta felhasználásuk is megszűnt hazánkban. Egyes tanulmányok szerint a transzformátorok – akár használatban vannak, akár hulladékká váltak – néhány kivételtől eltekintve nem tartalmaznak olyan olajtöltetet, melynek PCB koncentrációja meghaladja az előírt határértéket.

POP tartalmú növényvédőszer-maradványok és csomagolóeszközök egy részét már ártalmatlanították, azonban jelenleg mintegy 1000 tonna raktárakban gyűjtött csomagoló burkolat vár ártalmatlanításra. Ezek a szermaradványok főleg az egykori termelő szövetkezetek, állami gazdaságok területein találhatóak és az elmúlt években már sikerült pár ilyen helyet felderíteni és ártalmatlanítani őket, de még mindig jelentős mennyiség lehet, amelyet meg kell semmisíteni.

Munkánkban egy 197 magyarországi települést tartalmazó vizsgálatot ismertettünk, mely alapján megállapítható, hogy az átvizsgált kb. 9 tonna szilárd és a kb. 16 m<sup>3</sup> folyékony halmazállapotú növényvédőszer maradványokból mintegy 3 tonna szilárd és csaknem 3 m<sup>3</sup> folyékony POP-val szennyezett szer-maradványt találtak. Ezeknek azonban



csak kisebb hányada bizonyosan POP-tartalmú: a szilárdnál kb. az 1/3-a, a folyékonyánál csak 4-5 %-a, ezekben az esetekben viszont a szer márkanevét és a POP hatóanyagát is feltárták.

A POP talajszennyezés fő forrásai – nem csak Magyarországon, hanem egész Európában – a nem megfelelő műszaki védelemmel ellátott lerakók, az időközben felhagyott ipari vagy mezőgazdasági tevékenységek következtében szénhidrogénekkal szennyezett területek, a levegőből történő ülepedés vagy csapadékkal bemosódás, valamint a szivárgó PCB-t tartalmazó berendezések. A közvetlenül a talajba juttatott növényvédő szerek is nagy károkat okoznak. A talajban a vizsgált klórozott szénhidrogén tartalmú perzisztens rovarirtó szerek: a HCH és a lindán, drinek (aldrin, endrin, dieldrin), endosulfán, DDT, heptaklór és még három nem POP-okhoz sorolt szénhidrogén. Az endosulfán csak potenciális POP vegyületnek számít, de jelentős mennyiségeket használnak fel még napjainkban is. Endosulfánból 1995 és 2001 között 7,5-58,7 tonna/év között volt a hazai hatóanyag felhasználás az Agrárgazdasági Kutató és Informatikai Intézet adatai alapján. (A peszticidek, a PAH-ok, PCB-k, PCDD-k, PCDF-k vizsgálati eredményeit a talajok szennyezettségénél közölük.)

A vizek szennyezését okozó anyagainak csoportosítása után megállapítottuk, hogy Magyarországon a felszíni víz minősége az elmúlt években ellentmondó képet mutatott. A vízminőség romlása talán még nagyobb probléma, mint a légszennyezés, mert Kelet-Európa folyamhálózata, különösen a Duna, a hulladékeltávolítás helye lett. A felszíni vizekben sok a nehézfém, a peszticid és a műtrágya, az öntisztuló folyamatok károsodnak. A vizekben lévő POP-ok közül a lindán, a PCB, a benz(a)pirén, DDT és a hexaklór-benzol előfordulását és mennyiségét vizsgálták meg az elmúlt években. A mérési eredmények egyik mintavételi

helyen sem utalnak jellegzetes PCB szennyezettségre; az adatok többnyire kimutatási határ alatti koncentrációk.

A felszíni vízben a POP anyagok közül közvetlenül csak policiklikus aromás szénhidrogének kibocsátása jelent meg. A közcsatornák esetében a policiklikus aromás szénhidrogéneknél csak potenciális kibocsátó van, az egyéb szerves vegyületek anyagcsoporton belül a poliklórozott dioxinok és furánok-nál van tényleges kibocsátó. A policiklikus aromás szénhidrogének teljes kibocsátása két tevékenységre, a vaskohászatra, illetve a gyógyszergyártásra vezethető vissza, mennyiségét tekintve a vaskohászaté a jelentősebb. A felszín alatti és felszíni vizek POP tartalmáról kevés adat áll rendelkezésre, ezért javasoltuk ezek pótlását, feltérképezését.

Kutatásunkban hangsúlyosan szerepelt az élelmiszerekben előforduló POP-ok ismertetése, mivel a szervezetünkbe kerülő POP-oknak több, mint 90 %-át a táplálékokkal vesszük magunkhoz. Az élelmiszerekbe a táplálékláncon át nagyobb koncentrációban kerülhetnek POP-ok. Ilyenek a tej- és tejtermékek (pl. vaj, sajtok), halak, marha-, sertés- vagy csirkehúsok és zsiradékaik, vagy maga az anyatej. Élelmiszerek vizsgálata elsősorban a poliklórozott vegyületekre (DDT, HCB, PCB, dioxinok/furánok) és a poliaromás szénhidrogénekre (PAH-ok) terjedt ki.

Megdöbbenéssel vontuk le kutatásaink következtetéseit, miszerint a zsíroldható DDT a hatvanas évek végén elsőként történt betiltása ellenére a mai napig jelen van a hazai lakosság zsírszöveteiben, bár a szintek fokozatosan csökkennek. A lakosság zsírszövetében a DDT és metabolitjainak mennyisége az 1960-as években a 15-20 mg/kg-ot, az anyatejben pedig a 340 mg/litert is elérte. A bioszférában történt akkumulációjuk miatt még az évtizedekkel ezelőtt betiltott vagy korlátozott anyagok esetében is ki vagyunk téve ezek hatásának. Az anyatej mintákból kimutatható klórozott szénhidrogén hatóanyagú peszticidek átlagértékeit a nemzetközi adatokkal összehasonlítva a mennyiségük ma már a fejlett ipari

országokból jelentett értékekkel azonos szinten mozog, illetve alacsonyabb annál.

A PCB-k és dioxinok felszívódása a zsírt vagy olajat tartalmazó élelmiszerekből az emberi szervezetben több mint 75%. A teljes napi étrendek összes PCB-tartalma alapján számolt napi bevitel Magyarországon 150 ng/ttkg/nap, tehát alatta marad az ipari országok felnőtt lakosságára vonatkozó becsült értékeknek (200 ng/ttkg/nap), de a szokásos étrendi PCB bevitelnek nincs jelentős kockázata az emberi egészségre.

A dioxinokkal kapcsolatban megállapítottuk, hogy az élelmiszerek szennyezettségét a levegőbe került anyagok kiülepedése okozza. Közvetett forrás lehet az állatok szennyezett takarmánya, vagy a csomagolóanyagokból való kioldódás élelmiszerekbe. A növényi élelmiszerek dioxin tartalma rendkívül kicsi. A dioxinok az átlag lakosság szervezetébe főként az élelmiszerek révén, tehát szájon át kerülnek be, rendkívül kis mennyiségben, de folyamatosan. Veszélyeztetettnek tekinthetők leginkább veszélyeztetettnek tekinthetők azok, akik az átlagosnál több zsíros élelmiszert fogyasztanak, sok májat, halat és tejterméket esznek. Rendkívül jelentős az anyatejjel táplált csecsemők dioxin és PCB bevitel. Az expozíció a szoptatási idő hosszától és az anyatejben lévő dioxin koncentrációtól függ.

Az élelmiszerekbe a PAH-ok több úton juthatnak be: a levegőben lévő füstgázokból, a talajból, mint környezeti eredetű szennyezőanyagok, és az élelmiszeripari feldolgozás során, továbbá egyes PAH-okkal szennyezett csomagoló- és burkolóanyagok révén, mint technológiai eredetű szennyeződések. Az élelmiszerek szárítása szintén jelentős forrása lehet a PAH-oknak. A mesterséges szárítás többféle élelmiszer, így a gabona, zöldségfélék, fűszerek, tea, gyümölcsfélék feldolgozása során alkalmazott művelet.

A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP-ok) jogi szabályozása című részben az egyes jogszabályokat az alábbi szerkezet alapján ismertettük: Nemzetközi egyezmények (Aarhusi POP Jegyzőkönyv, Stockholmi Egyezmény); az Európai Unió POP-okra vonatkozó szabályozása; a hazai szabályozás; szlovák szabályozás, zárszó, jövőbeni lehetőségek, elképzelések.

Időrendi sorrendben haladva az Európai Unió először 1998. június 24-én aláírta az Aarhusi POP Jegyzőkönyvet, majd 2001. május 22-én a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról szóló Stockholmi Egyezményt. 2004 májusában pedig megszületett a fenti két nemzetközi megállapodás főbb követelményeit integráló, illetőleg új, szigorúbb előírásokat is tartalmazó, a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról és a 79/117/EEK irányelv módosításáról szóló 850/2004. számú Európai Parlamenti és Tanácsi Rendelet, mely szabályozza a felsorolt POP-ok gyártását, felhasználását, kibocsátásainak csökkentését, készleteinek és hulladékainak kezelését, ártalmatlanítását. A hatályos Rendelet összefoglalóan úgy rendelkezik, hogy a benne felsorolt anyagok gyártása, forgalomba hozatala és felhasználása akár önmagukban, akár készítményben vagy bármilyen termék összetevőjeként tilos. A hazai szabályozás szerves részét képezi ez az EK Rendelet is, mely 2004. május 20-i hatálybalépésével automatikusan a magyar jog részévé vált.

Hazánkban jelenleg az Országos Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Főigazgatóság végrehajtásával folyik az egységes POP Nemzeti Intézkedési Terv kidolgozása. E projekt biztosít teljes körű szakmai és anyagi segítséget a vállalt kötelezettségek teljesítésében. A Stockholmi Egyezmény ratifikálására így az egységes Nemzeti Intézkedési Terv (NIT) elfogadását követően kerülhet sor.

Kutatásunkban részletesen bemutattuk a hazai szabályozást, melyben sorra vettük a léghő, a hulladékok, illetve növényvédőszer

maradványok, a talaj, a hulladéklerakók, a felszíni és felszín alatti vizek, végül az egészségügy és az élelmiszerek kapcsán a POP-okra vonatkozó hazai jogszabályokat, előírásokat. Szlovákia perzisztens organikus szennyezettségének helyzetének elemzésekor a magyar helyzet bemutatásakor használt szerkezetet tartottuk meg.

A levegő szennyezésével kapcsolatban összegzésként elmondható, hogy a mérésekre Szlovákiában főleg a 90-es évek második felében került sor PHARE támogatással, a HCB, PCB, DDT és DDE perzisztens szerves szennyező anyagokra. A szennyezések koncentrációja közel hasonló az európai országokban megszokott értékekhez képest. Ami a PCB koncentrációját illeti, nyáron valamivel magasabb értéket mutattak, ami az egyes környezeti elemekből történő nagyobb párolgási szint eredménye. Ezzel ellentétben a dioxin és a furán értékek télen voltak magasabbak, ami eddig az energetikai, tüzelőanyagok nagyobb mértékű égetésének a következménye.

Szlovákia különböző vizeiben a perzisztens szerves szennyezők vizsgálata során levont következtetéseink szerint a vizek aldrin, dieldrin, endrin, DDT, heptaklór és HCB tartalmát illetően nem volt jelentősebb szennyezés, és koncentrációjuk is csak néhány alkalommal lépte túl a megengedett határértéket. A PCB esetében azonban a 90-es évek elejétől jelentős szennyezettség mutatható ki, amely bizonyos mértékig napjainkig fennmaradt, főleg a kassai kerületben, köszönhetően a Chemko vegyipari üzem 1984-ig tartó PCB gyártásának. Mivel a PCB képes felhalmozódni az egyes környezeti elemekben, ezért a jövőben mind a talaj, mind pedig a vizek hordalékának a szennyezettségével továbbra is számolni kell.

A mezőgazdasági talaj organikus és anorganikus szennyezőinek a megfigyelését 1991 és 2001 között a Központi Mezőgazdasági Intézet hajtotta végre Szlovákiában. A talaj dieldrin, endrin

és heptaklór tartalmáról elmondható, hogy jóval a megengedett 0,5 mg/kg koncentrációs érték alatt voltak. A DDT-t főleg a mezőgazdasági termelésben hasznosították, mint növényvédő szert, ebből kifolyólag a mezőgazdasági termelésre felhasznált talajban is jelen van.

A HCB esetében a több, mint 800-as nagyságú minta átlagértékei nem haladták meg a megengedett határérték 2 %-át sem, ami gyakorlatilag veszélytelen a talaj minőségére. A mezőgazdasági felhasználásra alkalmas talaj PCB-tartalmának eredményeiről elmondható, hogy az átlagértékek a megengedett határérték közel 14 %-át teszik ki, ami alacsony szennyezettségi szintre utal. Összességében kijelenthető, hogy a talajban található perzisztens szerves szennyezők mértéke fokozatosan csökkenő tendenciát mutat. Ami pedig a PCB-k levegő segítségével történő talajszennyezését illeti, nagy valószínűséggel minimálisnak tekinthető.

A takarmányok perzisztens organikus anyagtartalmát az Állatorvosi Higiéniai Felügyelet végzi az egészségügyi hatásvizsgálatok keretén belül. A megfigyelt időszakban (1986-2001) 12735 mérést hajtottak végre 13 legfontosabbnak megítélt hazai takarmányon. A kimutatott eredményekből kiderült, hogy az aldrin, dieldrin, endrin és a heptaklór nagyon alacsony mennyiségben található meg a takarmányokban. Magasabb értékeket találtak a hexaklór-benzol esetében. A vizsgálatból kiderült, hogy a PCB és DDT mennyisége csökkenő tendenciát mutat, de ez elmondható a takarmányokban megtalálható összes POP vegyületről is. Annak ellenére, hogy az esetek többségében a határértékek alatt maradtak a mérések, meg kell jegyezni, hogy csak a PCB, aldrin, DDT és a HCB-eket figyelték meg rendszeresen, a megfigyelések pedig nem terjedtek ki az egész ország területére.

Kutatásunkban megállapítottuk, hogy az élelmiszerek POP tartalma csökkenő tendenciát mutat. Szlovákiában is kimutatták, hogy a poliklórozott bifenilek, DDT és hexaklór-benzol szennyezőanyagok az

esetek többségében határérték feletti értékűek voltak. Határértékhez közeli vagy határérték alatti értékeket találtak az aldrin, a dieldrin, az endrin és a heptaklór mintákban. 1996-ban az aldrin (357,7%) és a dieldrin (412,34%) esetében mértek határérték (FAO határérték) feletti növekedést, de 1998-ban már határérték alattiak voltak a mérések. Hasonló tendenciát tapasztaltak az endrin (1996 – 0,73 mg/kg, 1998 – 0,00003 mg/kg) és a heptaklór (1996 – 0,68 mg/kg, 1998 – 0,118 mg/kg) esetében. A szennyezés az esetek többségében az élelmiszerbe az alapanyagokból kerül. Megállapították, hogy a legtöbb szennyezőanyag a nagyobb zsírtartalmú élelmiszerekben található, ebből következik, hogy a perzisztens szennyező anyagok képesek felszívódni az organizmusok zsírszöveteiben.

Az emberi szervezetekben található POP-ok megfigyelése jelenleg a Megelőzési és Klinikai Gyógyászat Hivatala foglalkozik PCB kutatások keretében. A POP szennyezők közül adatok csak a PCB, DDT, HCB, dioxinról és furánról vannak. A felmérések kizárólag az anyatejre összpontosít, melynek eredményeképpen kimutatták, hogy a DDT vegyületek 70-es években történő betiltása ellenére továbbra is megtalálhatók az emberi szervezetekben. A HCB vegyületek 10 és 100-szoros mennyiségben lépik túl a szomszédos országok értékeit.

A PCB-k szennyezőforrása a mihályfai járásban gyártott bitumen keverékekből és kenőanyagokból származnak, amelyeket az egész ország területén használtak. Eredménye, hogy az szervezetekben található PCB-k szinte az egész ország területén magasak. A furánok és dioxinok közül más európai országokkal ellentétben a PCB-nek köszönhetően magasabbak az értékek a furánok körében. Elmondható, hogy az utóbbi évek szigorításai és betiltásai a POP anyagok csökkenéséhez vezettek az emberi szervezetekben is, amelynek eredményeként a fiatalok körében alacsonyabbak az értékek, mint az idősebbek esetében.

A szlovákiai helyzet POP felméréseinek eredményeiből következtetve megállapíthatjuk, hogy rendszeresen csak a PCB, DDT és a HCB vegyületeket figyelték meg. Ez az információhiány igaz a levegő POP szennyezésére is. A táplálékláncból adódóan a legmagasabb POP szennyezési adatokat az állattenyésztésben illetve az emberi szervezetben mérték. A környezeti elemek közül a legnagyobb veszélynek a talaj van kitéve, mivel itt koncentrálódnak a POP szennyezők a legnagyobb mennyiségben.

Kutatásunkban vizsgálatot készítettünk a középiskolások és felsőoktatási intézmények tanulói körében. Kérdőívünk arra kereste a választ, hogy a mai középiskolások, főiskolások, egyetemisták körében mennyire ismertek ezen anyagok és káros hatásai. Összehasonlításként vizsgálatunkat Szlovákiára is kiterjesztettük. A megkérdezettek összesen 650 fő, melyből 402 nő, 248 férfi, 354 felsőoktatásban, míg 296 középiskolában tanul. Összesen 425 magyarországi és 225 szlovákiai fiatalot vontunk be vizsgálatainkba.

Az eredményekből kiderült, hogy a tanulók általában nem tudják megkülönböztetni a szerves szennyezőket a szervetlenektől. A perzisztens szerves szennyezőkről leginkább az iskolai oktatás vagy a média útján hallottak már, azonban nem tudják beazonosítani, hogy melyek ezek és milyenek ezek az anyagok és hatásmechanizmusai. Azt sem tudják megállapítani, hogy hogyan kerülhetnek velük kapcsolatba a mindennapi életben. Ez a tudás alapvetően szükséges lenne, hogy a POP-ok okozta veszélyeket mérsékelni lehessen és kialakulhasson egy környezettudatos fogyasztói generáció. Ennek érdekében készítettük el óratermünket, melyet elsősorban a középiskolai oktatók hasznosíthatnak a jövőben.



## 7. Irodalomjegyzék

1. 84/491 EGK irányelv a hexaklór-ciklohexán kibocsátások határértékeiről és minőségi célkitűzéseiről
2. A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP) kibocsátásának országos katasztere, POP leltár
3. A világ helyzete 2000, Föld Napja Alapítvány, 2000.
4. Anne Platt McGinn: A szerves szennyezők kivonása a forgalomból,
5. Az Európai Parlament és a Tanács 850/2004/ek rendelete (2004. április 29.) a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról és a 79/117/EGK irányelv módosításáról – Az Európai Unió hivatalos lapja, 2004. 04. 30., L 158. – <http://ccvista.taix.be/download.asp>
6. Az Európai Parlament és a Tanács 850/2004/ek rendelete (2004. április 29.) a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról és a 79/117/EGK irányelv módosításáról – Az Európai Unió hivatalos lapja, 2004. 04. 30., L 158. – <http://ccvista.taix.be/download.asp>
7. Az Európai Parlament és a Tanács 850/2004/ek rendelete (2004. április 29.) a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagokról és a 79/117/EGK irányelv módosításáról – Az Európai

- Unió hivatalos lapja, 2004. 04. 30., L 158. – <http://ccvista.taie.x.be/download.asp>
8. BAGI Márta et al.(2003): Felszíni és felszín alatti vizek POP-szennyezésének felmérése. 8 p. – In LOTZ Tamás – TÁTRAI Ildikó (szerk.): A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP-ok) országos leltára a Stockholmi Egyezményben előírt intézkedési terv készítéséhez – GEF/UNIDO projekt száma: GF/HUN/01/005. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
  9. Darvas Béla: A Peponen esete a POP-vegyületekkel Kádár Imre: A tápláléklánc szennyeződése nehézfémekkel, mikroelemekkel Kovács Gábor: A POP-ok gyártására, felhasználására és kibocsátására vonatkozó hazai előírások, a jogszabályi háttér bemutatása, Budapest, 2003.
  10. Dési I. (1999): Környezetegészségtan, JGYF Kiadó
  11. Dési I. (2001): Népegészségtan, Semmelweis Kiadó, Budapest
  12. Donáth B. (1990): Környezetgazdálkodás, BME, Budapest
  13. Dr. Nagy G., Dr. Papp Z. (1997): Levegővédelem
  14. Drobná B., Chovancová J., Kočan A., Petrik J., Uhrinová H.(1995): Expozícia obyvat'el'stva vybraných modelovaných ob'lastí SR polychlórovaným bifenylom a niektorým chlórovaným pesticídom. In.: Zborník z 16. konferencie o cudzorodých látkach v požívatínach. ÚPKM, Bratislava.

15. Hegyi L., Mistrík M. (2001): Perzistentné organické polutanty a Slovensko, (Spoločnosť priateľov Země), Košice.
16. Hír Vivő, 2004. 9, 12-13
17. Horecká M., Šimonová K., Dynková J., Daučíková Ž., Lapšanská M., Sirotná Z. (2002): Skúsenosti s analitickými metódami a poznatky zo sledovaniakvality materského mlieka. In.: Chemická analýza pri zabezpečovaní ochrany zdravia obyvateľstva, Donovaly.
18. Jurza S., Chovancová J., Kočan A., Petřík J., Drobná B. (1999): Kontaminácia rýb a voľne žijúcej zveri polychlórovanými bifenyliami v okrese Michalovce. In.: Zborník z 18. konferencie o cudzorodých látkach v požívatinách. ÚPKM, Bratislava.
19. Kobza J., Matúšková L., Makovníková J., Chomaničová A., Došeková A., Styk J., Boroš J. (2000): Súbor účelových máp znečistených oblastí SR, kontaminácia pôd zaťaženého územia Vranov-Strážske-Michalovce. VÚPOP, Bratislava.
20. Kočan A., Magulová K., Súlovec D., Petřík J., Stenhouse I., Klúčovský S., Kočan J., Kohoutek J., Onda J., Burda C., Lombardo P., Paulíková J., Chovancová J., Drobná B., Babušík I. (1997b): Odbery vonkajšieho ovzdušia na analýzu prchavých a semiprchavých organických polutantov a toxických prvkov. [Správa pre SHMÚ Bratislava]. TOCOEN Slovakia s.r.o., Bratislava.

21. Kočan A., Petřík J., Drobná B., Chovancová J., Jursa S., Pavúk M., Kovřížnych J., Langer P., Bohov P., Tajtáková M., Suchánek P. a kollektív autorov (2003): Monitoring perzistentných organických látok v Slovenskej Republike. Názov projektu: Počiatočná pomoc SR pri plnení záväzkov vyplývajúcich zo štokholmského dohovoru o perzistentných organických látkach (POPs). MZP, Bratislava.
22. Kočan A., Petřík J., Uhrinová H., Drobná B., Chovancová J. (1999): The occurrence of semivolatile persistent organic pollutants in ambient air in selected areas of Slovakia. *Toxicol. Environ. Chem.* 68.
23. Kočan A., Violová A., Cremonini M.G., Lombardo P., Stenhouse I.A. (1997a): Projekt PHARE: Organické polutanty a toxické prvky vo vonkajšom ovzduší Slovenskej republiky. I. Ciele projektu, odberové miesta a metodika odberov. In: Zborník z Ovzduší '97, MU Brno
24. Kolektív (2002a): Čiastkový monitorovací systém „Cudzorodé látky v potravinách a krmivách” za rok 2001 – záverečná správa. VÚP, Bratislava, 2002.
25. Kolektív (2002b): Správa z kontroly výskytu cudzorodých látok v potravinovom reťazci v rezorte pôdohospodárstva za rok 2001. VÚP, Bratislava, 2002.
26. KOVÁCS Gábor (összeáll.) (2003): A POP-ok gyártására, felhasználására és kibocsátására vonatkozó hazai előírások, a jogszabályi háttér bemutatása. 11 p. – In LOTZ Tamás – TÁTRAI Ildikó (szerk.): A

- környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP-ok) országos leltára a Stockholmi Egyezményben előírt intézkedési terv készítéséhez – GEF/UNIDO projekt száma: GF/HUN/01/005. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest
- 27.KOVÁCS László – LOTZ Tamás (összeáll.) (2003): Kormányzati és civil szervezetek, jogérvényesítő felügyeleti szervek szerepe és feladatai a POP-okkal kapcsolatosan. 8 p. – In LOTZ Tamás – TÁTRAI Ildikó (szerk.): A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP-ok) országos leltára a Stockholmi Egyezményben előírt intézkedési terv készítéséhez – GEF/UNIDO projekt száma: GF/HUN/01/005. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- 28.Lakos András: Múltunk, jelenünk, jövőnk: peszticidek
- 29.Linkeš V., Kobza J., Švec M., Ilka P., Pavlenda P., Barančíková B., Matúšková L. (1997): Monitoring pôd SR súčasný stav v monitorovaní vlastností pôd, 1992-1996, VÚPÚ, Bratislava.
- 30.LOTZ Tamás (2004): Háttéranyag a POP prioritásokat rögzítő konferenciához. Kézirat, 6 p
- 31.MATYASOVSKY Katalin et al. (2003): A POP-ok környezet-egészségügyi jelentősége, élelmiszerekben mérhető szintjeik és egészségügyi kockázatuk. 5 p. – In LOTZ Tamás – TÁTRAI Ildikó (szerk.): A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok (POP-ok) országos leltára a

- Stockholmi Egyezményben előírt intézkedési terv készítéséhez – GEF/UNIDO projekt száma: GF/HUN/01/005. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
32. Michaličková M. (2001): Sledovanie stavu výživy obyvateľstva SR. In.: Životné podmienky a zdravie.
33. MTA-NKI Ökotoxikológiai Kutatócsoport: POP vegyületek környezeti kémiai és környezetbiológiai sajátosságai, Budapest, 2003.
34. Országos POP kibocsátási leltár,
35. Páldy Anna, Vaskövi Béláné: A perzisztens szerves vegyületek előfordulása és környezetegészségügyi jelentősége, Budapest, 2003.
36. Pethő Ágnes, Ocskó Zoltán: POP hatóanyagot tartalmazó növényvédő szerek hazai felhasználása 1950-2000, Budapest, 2003
37. Petřík J. (1998): Polychlórované bifenyly a vybrané pesticídy vo vonkajšom ovzduší Slovenska. In: Zborník z Ovzdušie '98, SHMÚ Bratislava.
38. Petřík J., Drobná B., Chovancová J., Kočan A., Jursa S. (2000): Polychlórované bifenyly v materskom mlieku na Slovensku. Bulletin potravinárskeho výskumu 39
39. Plošný prieskum kontaminácie pôd. Monitoring pôd SR. Správa za rok 2001.
40. Project SLO/01/G31: „Initial Assistance to the Slovak Republic to Meet its Obligations under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) “

- proposal of the National Implementation Plan under the Stockholm Convention on POPs in Slovakia
41. Rosival L., Trnovec T. (1994): Chemické znečistenie a zdravie človeka. Technická univerzita Zvolen.
42. Se, a.s. (2000): Správa o životnom prostredí 2000, Bratislava.
43. Sohár Pálné, Matyasovszky Katalin: A perzisztens szerves vegyületek jellemzése, előfordulása, élelmiszerekben mérhető szintjeik, étrendi bevitelük és egészségügyi kockázatuk, Budapest, 2003.
44. Szűcs I., Kovács A., Serédi Á., Eröss M. (1993): Ipari környezetvédelem ME, Miskolc
45. Technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated terphenyls (PCTs) or polybrominated biphenyls (PBBs), Basel, 2005.
46. Technical Report No. 5 27 April 2004 (final version). United Nations Development Programme GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY expert Environmental Consulting – Ministry of the Environment, Slovak Hydrometeorological Institute, Bratislava, 31-36., 120-122. p. – nem végleges munkaanyag
47. Tombácz E. (1996): Nemzeti Környezetvédelmi Program, Öko Rt., Budapest
48. Tompa Anna: A környezeti ártalmak és a daganatos betegségek megelőzése
49. Zimles T. (2003): Hulladékgazdálkodás, Tertia Kiadó

## Website-ok:

1. <http://composite.about.com/library/glossary/h/bldef-h2607.htm>
2. <http://ipen.ecz.cz>
3. <http://web.axelero.hu/koszorus/subpages/pops.html>
4. <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>
5. <http://www.eletestudomany.hu/hirek/55.html>
6. <http://www.kornyezetunk.hu/belso/szennyezés.html>
7. <http://www.kornyezetunk.hu/belso/szennyezés.html>
8. [http://www.kvvm.hu/dokumentum.php?content\\_id=758](http://www.kvvm.hu/dokumentum.php?content_id=758)
9. <http://www.kvvm.hu/dokumentum.php?contentid=758>
10. [http://www.npa-pan.ca/issues/pops/faq\\_e.htm](http://www.npa-pan.ca/issues/pops/faq_e.htm)
11. <http://www.ourstolenfuture.org/Basics/chemuses.htm#kepone>
12. [http://www.sulinet.hu/php/zz/fenntarthatóság/index\\_aloldal.php?cikk\\_id=109&szam\\_id=17](http://www.sulinet.hu/php/zz/fenntarthatóság/index_aloldal.php?cikk_id=109&szam_id=17)
13. <http://www.oztoxics.org/cmwg/chemicals/new%20pop.htm>
14. [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68-c7.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp68-c7.pdf)
15. [www.ecy.wa.gov/programs/eap/pbt/rule/docs/14oct04/14oct04\\_chem\\_descriptions\\_100704.pdf](http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/pbt/rule/docs/14oct04/14oct04_chem_descriptions_100704.pdf)
16. [www.europa.eu.int/comm/environment/pops/index\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/environment/pops/index_en.htm)
17. [www.kornyezetunk.hu](http://www.kornyezetunk.hu)
18. [www.ovf.hu/WEB/OVF/OVFWEB.NSF/0/73aabfacf2fdb44c1256d510042974b/\\$FILE/84](http://www.ovf.hu/WEB/OVF/OVFWEB.NSF/0/73aabfacf2fdb44c1256d510042974b/$FILE/84)



## **I. Melléklet: Perzisztens szerves szennyezők óravázlat és előadás fóliák középiskoláknak**

### **Definíció, tulajdonságok:**

- Nehezen lebomló, környezetben tartósan megmaradó vagy perzisztens szerves szennyezők. Erős fizikai és kémiai stabilitással rendelkező vegyületek.

### **Környezeti fogalmak tisztázása:**

- szennyezés,
- perzisztencia,
- bioakkumuláció,
- tápláléklánc,
- a perzisztens szennyezők terjedése:
  - levegőben - emisszió, transzmisszió, imiszió
  - vízben
  - talajban
  - élőlényekben
- toxicitás,
- bioindikátorok.

### **A POP-ok csoportosítása, keletkezésének okai és hatásuk a környezetre**

A „piszkos 12” felsorolása, ismertetése és a Stockholmi POP Egyezmény (2001): Aldrin, Poliklórozott bifenilek (PCB), Klórdán, DDT (Diklór difenil-triklór-etán), Dieldrin, Poliklórozott dibenzodioxinok (PCDD – dioxinok), Heptaklór, Mirex, Toxafén, Hexaklór-benzol (HCB), Poliklórozott dibenzofuránok (PCDF – furánok), Endrin.

**Növényvédő szerek:** Aldrin, klórdán, DDT, dieldrin, endrin, heptaklór, mirex, toxafén, HCB.

**Iparban használt vegyi anyagok:** HCB, PCB

**Ipari melléktermékek:** PCB, dioxin, furán, HCBA **felhalmozódott szerves szennyezőkkel jelentősen szennyezett területek globális példái**

- Banglades: DDT-hegyek
- Japán: A tesimai tragédia
- Nepál: Mérgek a Paradicsomban
- Fülöp-szigetek: Mérgező örökség az amerikai hadseregtől
- Kanada: A látszólagosan megtisztított ország
- Brazília: A Rhóne-Poulenc mérgező hagyatéka
- Csehország: Mérgező hulladék-hagyatékok
- Törökország: A Petkim cég sötét oldala
- Németország: Veszélyes szennyezők a mélytengeri bálnákban
- Japán: Élelmiszereinkbe a hormonális hatású mérgező oldódhat ki a műanyag palackok, edények anyagából

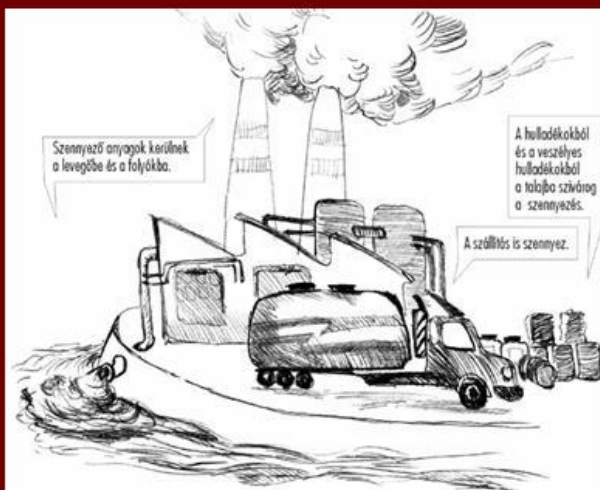
**Helyi és regionális szennyezési problémák megvitatása**

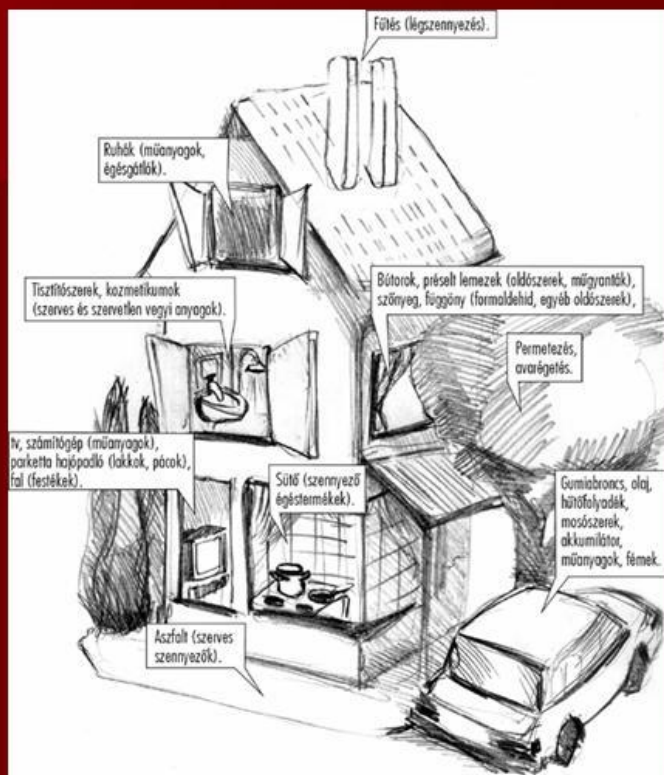
**Előadás fóliák:**

# A PERZISZTENS SZERVES SZENNYEZŐK

**Tudományos és az ipari fejlődés hatása:**

- megnőtt a vegyi anyagok, kemikáliák felhasználása
- káros hatással vannak környezetünkre, amely visszahat az emberi egészségre





### Perzisztens szerves szennyezők = POP (Persistent Organic Pollutants)

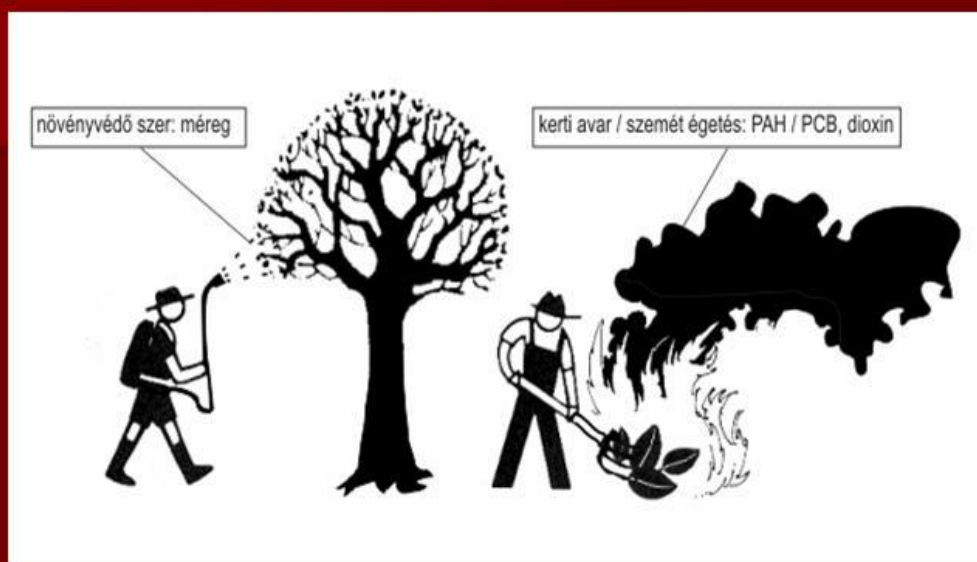
- nehezen lebomló, környezetben tartósan megmaradó vagy perzisztens szerves szennyezők.
- erős fizikai és kémiai stabilitással rendelkező vegyületek



## A „piszkos 12”

A *Stockholmi POP Egyezmény (2001)* tizenkét anyagot sorol a POP vegyületek csoportjába:

1. Aldrin,
2. Poliklórozott bifenilek (PCB),
3. Klórdán,
4. DDT (Diklór-difenil-triklór-etán),
5. Dieldrin,
6. Poliklórozott dibenzodioxinok (PCDD - dioxinok),
7. Heptaklór,
8. Mirex,
9. Toxafén,
10. Hexaklór-benzol (HCB),
11. Poliklórozott dibenzofuránok (PCDF - furánok)
12. Endrin,



**POP-ok levegőbe kerülése**

## A POP vegyületek tulajdonságai

### 1. Perzisztencia

- A környezetben hosszú ideig megmaradnak, mielőtt lebomlanának.

### 2. Bioakkumuláció - biológiai felhalmozódás

- A POP vegyületek az élőlények zsírszöveteiben halmozódnak fel
- Az akkumuláció folyamata a tápláléklánc egészen végigmehet
  - A POP-k a táplálékláncba beépülve több ezerszer nagyobb koncentrációban fordulnak elő az emberi és állati szervezetekben, mint a környezeti közegben

### 3. Terjedés

- A környezeti elemek segítségével (víz, talaj, levegő)

### 4. Toxicitás

- Aldrin, dieldrin erősen mérgező
- DDT közepesen erős mérgező anyag

## A POP-ok csoportosítása

### •Növényvédő szerek

Aldrin, klórdán, DDT, dieldrin, endrin, heptaklór, mirex, toxafén, HCB

### •Iparban használt vegyi anyagok

HCB, PCB

### •Ipari melléktermékek

PCB, dioxin, furán, HCB

