

A Levegő Munkacsoport beltéri porszennyezettség vizsgálati eredményeinek értékelése *Simon Gergely, vegyi anyag szakértő, Greenpeace CEE*

1. Miért házi por?

A körülöttünk, a mindennapi tárgyainkban, a környezetünkben, a levegőben található vegyi anyagok rendszeresen a belső terek (lakás, iroda, iskola) porában kötnek ki. Kutatások szerint¹ egyes anyagok leginkább a házi porból kerülnek a gyermekek szervezetébe.

A lakásunk porában található káros vegyületek elsősorban a műszaki cikkekből, műanyagtermékekből, égésgátlót tartalmazó bútorokból, szőnyegekből, függönyökből származnak. A kockázatokat csökkenthetjük a rendszeres pormentesítéssel, ami különösen fontos, ha kisgyerek is van a lakásban. A sima felületeket is érdemes rendszeresen porszívózni, ecetes vízzel lemosni. Fontos továbbá, hogy a lakásban ne söprögessünk, mert azzal csak felkavarjuk a port, amit így belélegezhetünk. A bútorokról és más felületekről pedig ne tollsöprővel, hanem nedves ruhával távolítsuk el² a port.

2. Mintavétel és elemzés

A mintákat a Bálint Analitika szakértői vették 2010. július 9-e és 18-a között, 10 helyszínen: két óvodában; egy iskolai tornateremben; Jávor Benedeknek, a Fenntartható Fejlődés Parlamenti Bizottság Elnökének a Képviselői Irodaházban található irodájában; a Levegő Munkacsoport irodájában; egy PC bontó üzletben; három magán lakásban és egy autóban.

A pormintákat a Bálint Analitika akkreditált laboratóriumában vizsgálták szerves (fém) és szerves (ftalátok, égésgátlók, PCB-k, peszticidek) anyagokra nézve.

A vizsgált vegyi anyagok és hatásaik:

Azon anyagokat vizsgáltuk, melyek gyakran megtalálhatóak a környezetünkben és rendelkezésre áll tudományos információ ezen anyagok káros hatásairól. Több anyag, melyet kerestünk már régóta, akár évtizedek óta be van tiltva, mégis könnyen fellelhető a környezetünkben. Kiemelten kerestünk olyan anyagokat, melyek beavatkoznak az emberi hormonrendszerbe (endokrin diszruptorok) és ezáltal különös kockázatot jelentenek a gyermekek számára. Több anyagról, mint például a vizsgált ftalátokról, is ismert, hogy felerősítik egymás káros hatásait. A jelenlegi szabályozások nem veszik figyelembe, hogy ha egyszerre többféle különböző anyag kerül a szervezetünkbe, akkor ezek káros hatása nem csak összeadódhat, de fel is erősödhet.

¹ Dust from U.K. Primary School Classrooms and Daycare Centers: The Significance of Dust As a Pathway of Exposure of Young U.K. Children to Brominated Flame Retardants and Polychlorinated Biphenyls; 2010; <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es100750s>

<http://www.stonehearthenewsletters.com/kids-exposure-to-flame-retardants-that-show-up-in-blood-may-be-from-house-dust/environmental-health/>

² <http://www.rodale.com/carpets-and-chemicals?page=0%2C1>

Toxikus fémek

Többféle, például festékekben, műszaki cikkekben de a szennyezett levegőben is megtalálható toxikus fémet kerestünk a pormintákban. Többek között az ólom, a higany, a kadmium és az arzén jelenlétét vizsgáltuk.

A higany sejt- és idegméreg, gátolja egyes enzimek működését, felhalmozódik az emberi szervezetben³. A higany vegyületeit régebben fertőtlenítő, baktériumölő, gombaölő, vetőmagkezelő, vizelethajtó és/vagy katarzist, eufóriát kiváltó tulajdonságuk miatt bőrbetegségek (pl. ekcéma, ótvar) kezelésére, szifilisz ellen, pikkelysömörre, valamint hashajtóként is használták. A higanyvegyületek többségének használata jelenleg tiltott, ill. korlátozott az EU-ban. Higany a szervezetünkbe élelmiszerek elfogyasztásával, sőt magzati korban a placentán keresztül, csecsemőkorban pedig az anyatej közvetítésével is kerülhet, de be is lélegezhetjük, bőrön át is felszívódhat, és az ivóvízben is előfordulhat. Higany lehet továbbá egyes vérnyomáscsökkentő gyógyszerekben, védőoltásokban, ill. kis mennyiségben kijut az amalgámtömésekből is. A lakásokba leginkább eltört hőmérőből kerülhet a környezetbe..

Az ólomot korábban festékekben, illetve üzemanyag-adalékként használták. Az ólom nagyon erős méreg, szinte az összes emberi szervet károsítja. Az emberi szervezetbe jutó ólom kiszorít egyéb, létfontosságú fémekeket, sejtmelegként viselkedik, nagyobb adagban pedig mérgezést okoz.⁴ Hosszabb távú kitettség az idegrendszer és az szellemi képességeket is károsítja.

Az arzén erős méreg, emberen a becsült halálos dózisa 100–300 mg⁵. Az arzén mindenekelőtt a táplálékkal és az ivóvízzel kerül a szervezetbe, de nagy kitettség esetén a bőrön keresztül történő minimális felszívódással is számolni kell. A dohányzás szálanként kb. 0,25 mikrogramm arzénterhelést jelent. A szervetlen arzén ember esetében bizonyítottan rákkeltő, bőr-, hólyag-, vese- és tüdődaganatot okozhat. Kis koncentrációban történő tartós bevétel esetén ezen kívül többféle krónikus, nem-daganatos betegség előidézésében is szerepet játszik. Ilyenek például a bőr elszarusodásával és festékanyagának megváltozásával járó elváltozások, a szív- és keringési megbetegedések, a perifériás és a központi idegrendszer rendellenességei, a máj- és vesebetegségek, a cukorbetegség és az Addison-kór⁶.

A kadmiumot és legtöbb vegyületét rákkeltő anyagként sorolják be⁷. Mérgező hatással van a vesére, a májra, a csontokra és a herékre, és megzavarja a hormonális és az immunrendszer, valamint a szív- és érrendszer működését. A kadmium emellett felhalmozódik az emberi és állati szervezetben, így krónikusan toxikussá válik. A dohányzás növeli a kadmium kitettséget.

A króm nélkülözhetetlen nyomelem, viszont egyes vegyületei toxikus, humán daganatkeltő anyagok (Cr(VI))⁸. Jelen mérés során nem lettek megkülönböztetve a különböző krómvegyületek.

Brómozott égésgátlók

A polibrómozott-difenil (bifenil)-éterek (PBDE, PBBE) égésgátló anyagok magas hőmérsékleten felszabaduló bróm gyökök révén visszaszorítják az égést, illetve megakadályozzák a tűz tovaterjedését⁹. Megtalálhatók műanyag borítású műszaki cikkekben (pl: fénymásoló, számítógépek, tévék, monitorok, nyomtatók), szőnyegekben, függönyökben, autó- és bútorkárpitban, matracok szöveteiben és egyéb műanyag termékekben. A termékekből kijutó PBDE-k a szervezetünkbe kerülhetnek a PBDE-vel szennyezett levegő belégzésével, szennyezett élelmiszer fogyasztásával, bőrrel való érintkezés útján, illetve nagy

³ Higany: <http://www.kockazatos.hu/anyag/higany>

⁴ Az ólom: http://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%93lom#.C3.89lettani_tulajdons.C3.A1gai

⁵ Arzén: <http://www.kockazatos.hu/anyag/arz%C3%A9n>

⁶ <http://www.ffrd.org/Lawsuit/VAVA/tranxuanthu.pdf>

⁷ Kadmium: <http://www.kockazatos.hu/anyag/kadmium>

⁸ Króm: <http://kockazatos.hu/anyag/kr%C3%B3m>

mértékben a házi porból is. Több tudományos kutatás szerint¹⁰ főleg a lakások porából származik a gyermekekben fellelhető brómozott égésgátló. Ezen anyagok nagyon lassan, több mint tíz év alatt bomlanak csak le, és mivel felhalmozódnak az emberi szervezetben, nagyon hosszú időn keresztül fejtik ki károsító hatásukat.

Kutatások bizonyítékot¹¹ találtak arra, hogy brómozott égésgátló anyagok (PBDE-k) befolyásolhatják a hormonrendszert, ami összefügghet rákkeltő, mutagén¹², reprotoxikus, a fejlődést és az idegrendszert károsító hatásukkal. A jelen mintákban is kimutatott DecaBDE-ről is bebizonyosodott, hogy károsíthatja az idegrendszert, az emberi agyat¹³.

2004-ben az EU-ban betiltották¹⁴ a PentaBDE és az OctaBDE felhasználását, 2012-ben pedig a DecaBDE-t vették a különös aggodalomra okot adó anyagok európai listájára¹⁵. 2010-ben ezek a vegyületek felkerültek a nehezen lebomló anyagokat korlátozó Stockholmi Egyezmény listájára is. Sajnos a kivonás alá kerülő PBDE anyagok helyét átvevő brómozott vagy klórozott égésgátlók egy része szintén perzisztens és bioakkumulatív tulajdonságú.

A PBDE-kre nem adtak meg megengedhető napi beviteli értéket. Felhalmozódnak az emberi zsírszövetekben, ezért a hosszú távú kitettség kockázatokat jelent. A vegyületcsoportba tartozó egyes anyagok koncentrációja átlagosan 1–3 év alatt feleződik, de például a BDE-209 és a decaBDE nevű vegyület átlagosan 4–7 napig, míg a BDE-153 és a pentaBDE hét évig is a szervezetben marad¹⁶. Az együttes hatás a brómozott égésgátlók esetén is ismert. A PentaBDE (BDE-99) például metil-higany jelenlétében alacsonyabb koncentrációban is károsítja az idegsejteket¹⁷ (külön-külön ezen koncentrációk még nem lennének károsak).

Poliklórozott-bifenilek

A poliklórozott-bifenileket (PCB) többek között inertségük, hőellenálló képességük, alacsony gőznyomásuk, kis gyúlékonyságuk és elektromos szigetelő képességük miatt széles körben használták. Elterjedtek voltak műszaki berendezésekben, transzformátorokban és kondenzátorokban olajként, hőátadó folyadékként, hidraulikus rendszerekben, kenőanyagokként ill. festékekben, ragasztókban, tömítő- és szigetelőanyagokban, valamint lágyító anyagként műanyagokban, sőt még vízálló és portalanító anyagként is¹⁸.

Később derült ki, hogy a PCB-k nem bomlanak le és felhalmozódnak az élő szövetekben, emellett mérgezőek, mutagének (génkárosítók) valamint károsítják a reprodukciós szerveket és az emberi szervezetbe kerülve valószínűleg rákkeltők. A PCB-k elsősorban szennyezett

⁹ Polibrómozott-bifenilek (PBB) és polibrómozott-difenil (bifenil)-éterek (PBDE, PBBE)

<http://www.kockazatos.hu/anyag/polibr%C3%B3mozott-bifenilek-pbb-%C3%A9s-polibr%C3%B3mozott-difenil-bifenil-%C3%A9terek-pbde-pbbe>

¹⁰ Dust from U.K. Primary School Classrooms and Daycare Centers: The Significance of Dust As a Pathway of Exposure of Young U.K. Children to Brominated Flame Retardants and Polychlorinated Biphenyls; 2010;

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es100750s>

<http://www.stoneearthnewsletters.com/kids-exposure-to-flame-retardants-that-show-up-in-blood-may-be-from-house-dust/environmental-health/>

¹¹ Blum A. Et. All: Children absorb tris-BP flame retardant from sleepwear: urine contains the mutagenic metabolite, 2,3-dibromopropanol. *Science*, 1978 Sep 15;201(4360):1020-3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/684422>

¹² <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/1988.pdf>

¹³ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20870570>

¹⁴ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:223:0029:01:HU:HTML>

Tetra és PentaBDE: a 10 mg/kg-mal egyenlő vagy az az alatti (0,001 tömegszázalék) tetrabrom-difenil-éter-koncentrációkra, ha anyagokban, készítményekben, árucikkekben vagy árucikkek égésgátlóval kezelt részeinek alkotóelemeként fordul elő

¹⁵ <http://www.endseurope.com/29487/echa-puts-forward-svhc-proposals?referrer=search>

¹⁶ D. Trudel et. All: Total Consumer Exposure to Polybrominated Diphenyl Ethers in North America and Europe, *Environ. Sci. Technol.*, 2011, 45 (6), pp 2391–2397, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es1035046>

¹⁷ Fischer, C., Fredriksson, A., Eriksson, P., 2008. Coexposure of neonatal mice to a flame retardant PBDE99 (2, 2', 4, 4', -pentabromodiphenyl ether) and methyl mercury enhances developmental neurotoxic defects. *Toxicological Sciences* 101, 275-285.

¹⁸ PCB-k: <http://www.kockazatos.hu/anyag/polikli%C3%B3mozott-bifenilek-%E2%80%93pcb-k>

levegővel, szennyezett élelmiszerrel valamint bőrön át régi elektronikai cikkek érintése útján kerülhetnek. A PCB-k gyártását és felhasználását világszerte tiltja a Stockholmi Egyezmény.

Klórozott növényvédő szerek:

A legismertebb klórozott növényvédő szert, a DDT-t Magyarország már 1968-ban betiltotta. A DDT és rokonvegyületei viszont nagyon lassan bomlanak le és felhalmozódnak az élő szövetekben, ezért bár évtizedek óta nem használjuk őket, mégis az egyik leggyakrabban kimutatott szennyezők a talajban. Mivel a szülők átadják gyermekeiknek az ilyen jellegű szennyezettségeiket, ezért ilyen vegyületek rendre kimutathatóak az anyatejből is. A DDT durván beleavatkozik az emberi hormonrendszerbe, károsítja az emberi DNS-t és lehetséges rákkeltő anyag¹⁹. A DDT-t és rokon vegyületeinek használatát világszinten a Stockholmi Egyezmény tiltotta be, arra hivatkozva, hogy ezen anyagok felhalmozódnak az emberi szervezetben, nem bomlanak le, ráadásul mérgezőek, lehetséges rákkeltők és magzatkárosító hatásúak. Egyes harmadik világbeli országokban, ennek ellenére a mai napig használnak DDT-t, így termékekkel még mindig bekerülhet hazánkba ez a veszélyes szer.

Ftalátok

A ftalátokat döntően PVC lágyítószerként használják, így megtalálhatóak számos műanyag termékben (PVC-padló, műanyagburkolatok, játékok, flakonok, műanyag nyomatos ruhák, műszaki cikkek, kábelek, számítógép- és autókalkatrészek, zuhanyzó függöny) és a kozmetikumokban is. A ftalátok a termékekből kijutva bekerülnek a szervezetünkbe, és sajnos mindannyiunk véréből kimutathatóak. Több ftalátot a szaporodási képességeket károsító anyagok közé sorolnak, illetve a DEHP lehetséges rákkeltő is. A legtöbb ftalátvegyület endokrin diszruptor hatású, azaz beleavatkozik az emberi hormonrendszer működésébe és ezzel összefüggésben többek között korai pubertást okoz, károsítja a férfiak szaporodási képességét²⁰, sőt hozzájárulhat a mellrák kialakulásához²¹. A DEHP-et emellett asztma és az allergia kialakulásában is felelősnek tartják. Ismert, hogy az anyák a placentán keresztül átadják a testükben lévő DEHP- és egyéb ftalátvegyületeket a magzatjaiknak²². A ftalátok endokrin rendszert károsító, azaz a hormonrendszerbe beavatkozó hatása már egészen alacsony koncentrációban is jelentkezik. A Rochester Egyetem vizsgálatai szerint két gyakran használt ftalát, a DEHP és a DBP magasabb koncentrációja a kisfiúknál együtt járt az olyan „fiús” játékok kevesebb használatával, mint például a kisautó vagy a vonat, míg a kislányoknál nem figyeltek meg eltéréseket²³. A ftalátok emellett nehezen lebomló gyakori vízszennyező anyagok.

Az unió korábban korlátozta számos ftalát felhasználását a gyerekjátékokban²⁴. A REACH²⁵ szerinti különös aggodalomra okot adó anyagok listáján (SVHC)²⁶ többek között négy ftalátvegyület (a DBP, a DIBP a BBP és DEHP) szerepel. Az Európai Vegyianyag-ügynökség szerint ezen anyagok károsítják az emberi nemzőképességet. A REACH szerint

¹⁹ DDT - http://en.wikipedia.org/wiki/DDT#Effects_on_human_health

²⁰ Korai pubertást okoz, károsítja a férfiak szaporodási képességét, csökkenti a serdülő hímek tesztoszteronszintjét, ami alacsony spermaszámhoz vezet, <http://www.zerobreastcancer.org/research/phthalates.pdf>

²¹ <http://www.environmentalhealthnews.org/ehs/newscience/exposure-to-phthalates-higher-breast-cancer-risk>

²² http://www.epitesportal.hu/cikkek/rejtett-ellensegeink_200.php#ixzz0vYJEaklB

²³ Az International Journal of Andrology nyomán a [BBC](http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/8361863.stm); <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/8361863.stm>

²⁴ A 2005/84 EK irányelv három egészségkárosító ftalát, a DEHP, a DBP és a BBP jelenlétét a játékszerekben és egyéb termékekben 0,1 tömegszázalék alatt korlátozta, három másik ftalát, a DINP, DIDP és DNOP pedig egyáltalán nem lehet olyan termékben, amely 36 hónaposnál fiatalabb gyermekek szájába kerülhet.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:344:0040:0043:HU:PDF>.

²⁵ A REACH az uniós vegyi anyag szabályozás, REACH: Registration, Evaluation, Administration and Restriction of Chemicals – Vegyi anyagok regisztrálása, értékelése, engedélyezése és korlátozása -

<http://www.kockazatos.hu/hatteranyag/reach>

²⁶ Substances of Very High Concern – különös aggodalomra okot adó anyagok

<http://www.kockazatos.hu/hatteranyag/svhc-lista>

2011 januárja után 48 hónappal három ftalátvegyület (DEHP, BBP és DBP) lesz engedélyköteles anyag Európában. A cégeknek másfél évvel a határidő előtt engedélyért kell folyamodni, ha tovább akarják használni ezeket az anyagokat²⁷. Dánia négy gyakran használt ftalátvegyület, a DEHP, a BBP, a DBP és a DIBP teljes mértékű korlátozásáról döntött 2012 közepén²⁸.

A Greenpeace egyik tanulmánya szerint, ha pormintában 210 mg/kg felett mérünk ftalátot, az már aggodalomra ad okot, hiszen az ekkor veszélyes mértékben felhalmozódik az emberi szervezetben²⁹. A ftalátok koktéllhatása ismert, azaz különböző ftalátok keveréke növelheti a kockázatokat, például komolyan károsítják a fejlődő fiúgyerekek szaporodási képességeit³⁰. Állatkísérletek szerint³¹ a DEHP, a DBP, a BBP, a DiBP és a DPP keveréke például akadályozta a tesztoszteron-képződést.

3. Expozíció - kockázat számítás

Kitettség számítása:

A számítás során megvizsgáltuk, hogy mennyi por kerülhet egy gyermek szervezetébe, és ez alapján kiszámítottuk, hogy mennyi szennyezőanyag jut egy-egy gyermekbe. A nemzetközi kutatások igen eltérő eredményeket adnak arról, hogy mennyi por jut egy gyermek szervezetébe normális életvitel mellett. Egy összesítés szerint, egy gyermek 20–200 mg port nyel le naponta³², a különböző porbevitel becsléseket az 1-es táblázat tartalmazza.

Type of exposure	Unit [mg dust/day]	Reference
Unintentional ingestion, children	20-200	See references in Oomen et al., 2008
Unintentional ingestion, adults	0.56-100	See references in Oomen et al., 2008
Inhalation, children	0.15- 0.34	Maertens et al., 2004
Inhalation, adults	0.81	Maertens et al., 2004

1. táblázat: kitettség típusa, por napi bevitel és referenciák (Swedish Society for Nature Conservation's, 2011)³³

Az értékelések során a Svéd Természetvédelmi Szövetség tanulmányát követve a maximális expozícióval, napi 200 mg por fogyasztásával kalkuláltunk. Azért maximális expozícióval számolunk, mert mindig lesz olyan gyerek, akibe a maximálisan számított pormennyiség jut be, így ezen értéket kell figyelembe venni, ha meg akarjuk védeni a gyerekek egészségét. Ez alapján számítjuk a por toxikus elem-koncentrációja alapján a tényleges napi beviteli értéket (DI – Daily Intake) és hasonlítjuk a TDI (Tolerable Daily Intake - tolerálható napi bevitel) értékkel, egy 13 kg-os óvodásra és az iskola esetén egy 20 kg-os kisiskolás gyermekre

²⁷ Ftalátok, <http://kockazatos.hu/anyag/ftal%C3%A1tok>

²⁸ Denmark goes it alone with phthalates ban, <http://cphpost.dk/news/national/denmark-goes-it-alone-phthalates-ban>

²⁹ <http://www.greenpeace.org/raw/content/belgium/fr/press/reports/hazardous-chemicals-in-belgian-2.pdf>

³⁰ Swedish Society for Nature Conservation's: Save the Men

http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/engelska/Report_save%20the%20men.pdf

³¹ Howdeshell KL, Wilson VS, Furr J, Lambright CR, Rider CV, Blystone CR, Hotchkiss AK, Gray LE Jr. A mixture of five phthalate esters inhibits fetal testicular testosterone production in the sprague-dawley rat in a cumulative, dose-additive manner. Toxicol Sci. 2008 Sep;105(1):153-65.

³² Oomen et al., 2008

³³ Home Sweet Home - dusty surprises under the bed

http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/Dammrapport_eng_klar_lowres.pdf.

számolva. A TDI az a maximálisan egy nap alatt a szervezetbe vihető szennyező mennyiség, aminek még nincs káros egészségügyi hatása. A TDI értéket egy testsúly-kilogramorra adják meg. TDI értéket különböző hatóságok, illetve tudományos kutatóintézetek is meghatároznak. Jelen számítások során a legalacsonyabb TDI értéket vettük figyelembe. A különböző források szerint egy kezdő iskolás körülbelül 15–22 kg³⁴, mi az iskolára vonatkozó számításokban egy 20 kg-os gyerekkel kalkulálunk. Ez alapján tudjuk eldönteni, hogy az adott por szennyezettsége jelent-e kockázatot a gyerekre nézve. Az összehasonlíthatóság kedvéért a táblázatban bemutatjuk a hatályos hazai talajra vonatkozó határértékeket is, hogy látszódjon, ahhoz képest mennyire magas a porban a káros elem koncentráció.

Ftalátok és PCB-k esetén összegezni lehet a különböző ftalátok és PCB-k koncentrációját. Az additív értékre is lehet kockázatot számolni. PCB-knél összegzik a koncentrációkat, míg ftalátoknál a különböző TDI-k százalékát lehet összegezni. A Svéd Természetvédelmi Szövetség számítása szerint a BBP, DBP, DEHP és DINP összegezhető a következő képlet szerint: $TDI_{összes\ ftalát} = (\sum (DI/TDI)) * 100$. Jelen mérés során DINP-et nem mértünk, így a másik három ftalát bevitt összegezzük. Táblázatban összegezzük azt, hogy a bevitt érték a TDI hány százaléka egy 13 kg-os, illetve egy 20 kg-os gyerek esetén.

4. Eredmények

Mind a 10 mérési helyszínen találtunk kockázatos anyagokat a háziporban. A szennyezők mennyisége azonban eltérően alakult. A TDI és gyermek porfogyasztást figyelembe véve a 10 helyszín közül két helyen, egy általános iskola tornatermében valamint egy óvodában a káros anyagok koncentrációja kimagasló volt, míg további 3 helyen haladta meg a szennyezettség mértéke a bevihető mennyiség 50 százalékát. Így elmondható hogy a felmért helyek fele nem tekinthető teljesen biztonságosnak. A mérési eredményeket az 1. Mellékletben mutatjuk be. A 13 kg-os gyermekre, illetve ahol releváns 20 kg-os gyerekre számított bevitt értékeket a TDI százalékában a 2. Melléklet mutatja be. Itt a 100% azt jelenti, hogy a porban értékelt anyag önmagában kockázatot jelenthet egy gyermekre nézve.

Az összes mintában találtunk ólmot. A 10 helyből három helyen a mérgező ólom mennyisége a porban sokkal több volt, mint egy maximális porbejutás esetén a tolerálható napi bevihető mennyiség. Kimagaslóan szennyezett volt ólommal egy iskolai tornaterem, ahol 994 mg/kg volt az ólom koncentráció a porban. Ez egy 20 kg-os gyermek esetén kifejezetten komoly veszélyt jelent, hiszen így egy ott játszó gyerekbe közel háromszor annyi ólom juthat, mint amennyi a megengedhető napi bevitt. Egy óvodában illetve a Levegő Munkacsoport Károly körúti irodájában is a tolerálható szint közelében volt az ólomszennyezettség. Szintén több helyszínen, egy óvodában, az iskolai tornateremben, a Képviselői Irodaházban és két magánlakásban jelentős volt a króm koncentrációja a háziporban. A legelterjedtebb króm toxicitása kisebb, ám a mérés során nem vizsgáltuk, hogy milyen krómvegyületek voltak jelen a porban, így akár toxikus is lehetett ez a krómkoncentráció. Kiemelten veszélyes arzént, kadmiumot és higanyt szerencsére csak igen alacsony, a kockázatos szint alatti koncentrációban találtunk a mintákban.

A Levegő Munkacsoport irodájában nagyobb, míg Jávor Benedeknek a Fenntartható Fejlődés Parlamenti Bizottság Elnökének a Képviselői Irodaházban található irodájában pedig kisebb

³⁴ 1. <http://ovoda.info.hu/index.php?x=az-iskolaerettseg-kriteriumai-081023>

2. <http://www.life.hu/anyaskodj/ovisoklettetek/20110602-igy-allapitsd-meg-hogy-iskolaerette-a-gyerek-a-4.html>

3. <http://www.gekkonet.hu/fejlodes/gyermekek-fizikai-fejlodes.html>

mennyiségben évtizedek óta betiltott DDT rovarirtó szert is találtunk a porban. Ez korábbi rovarirtásokból maradhatott vissza. A Levegő Munkacsoport irodájában a DDT-t meghaladó mértékben volt jelen szintén veszélyes DDD, ami a DDT bomlásterméke, jelezve hogy régről maradhatott itt ez a szennyezés. A mintákban szerencsére más klórozott, régi, veszélyes növényvédő szer nem volt kimutatható.

Az összes vizsgált mintában találtunk kisebb-nagyobb mértékben főleg műanyag lágyítóként használt, hormonkárosító ftalátokat. Szintén az általános iskola tornatermében volt kimagasló a ftalátok szintje (a DEHP esetén 1,75g/kg). A lehetséges rákkeltőnek is besorolt Dániában már betiltott, az EU-ban csak gyerekjátékokból kitiltott DEHP szintje 20 kg-os gyerekre számítva megközelítette a biztonságos szintet. Ugyanezen veszélyes anyag a kimagaslóan szennyezett óvodában (13 kg-os gyermeket figyelembe véve) az általunk biztonságosnak tartott szint kétharmada volt. A Levegő Munkacsoport irodájában, a PC bontóban illetve egy másik óvodában is elérte a porban a ftalátok mennyiség a napi biztonságosan bevihető szint negyedét, ami szintén magasnak tekinthető, hisz sajnos nem a por az egyetlen forrása a napi ftalátbevitelnek.

A 10 helyszínből 7 helyen találtunk évek óta kivont veszélyes PCB-eket a porban. A PC bontóban kifejezetten magas volt a PCB-k koncentrációja. Ha egy kisgyerek játszana a PC bontóban, több PCB-ből külön-külön a megengedhető szint mintegy 5 százalékát is bevinné szervezetébe. Mivel a PCB-k nem bomlanak le és felhalmozódnak az emberben, ezért ez a PCB-szennyezettség felnőtt ember számára sem tekinthető kellően biztonságosnak.

A brómozott égésgátlók közül az EU-ban már különös aggodalomra okot adó anyagnak minősített DecaBDE-t találtuk meg 10-ből négy helyszínen. A Levegő Munkacsoport irodájában (7 kg-os gyerekre nézve) a bevihető szint mintegy felét találtuk. Az általános iskolai tornateremben a bevihető mennyiség közel tizede juthat a porból egy kisiskolás szervezetébe.

1. Melléklet: A mérési eredmények táblázatos összefoglalása

A mért eredmények mellett feltüntetjük az összehasonlíthatóság érdekében a 6/2009 KVVVM Rendelet szerinti talaj határértékeket az adott anyagra, az irodalomból ismert koncentrációkat, valamint a TDI értékeket.

<i>Porminták fém- és félfém-tartalom vizsgálata (mg/kg szá)</i>													
Minta	Iskolai tornaterem	Óvoda I.	LMCS iroda	Lakás I.	ÓvodaII .	PC bontó	Jávor, Fehér Ház	Lakás II.	Lakás III.	Autó	6/2009 KVVVM Talaj B határérték ³⁵	Irodalomból ismert koncentrációk ³⁶	TDI mg/kg BW ³⁷
A minta beérkezése:	2012.07.09.		2012.07.12.				2012.07.18.						
Ag	0,32	0,13	1,75	0,12	0,89	1,13	0,27	0,56	1,12	0,84	2		
As	21,1	14,8	18,9	21,0	11,6	19,7	15,4	14,4	12,4	19,1	15		
B	18,8	10,8	20,6	12,9	10,9	23,9	27,9	36,8	23,8	13,5	-		
Ba	1160	1590	935	634	683	833	1030	130	259	59,0	250		
Br	13,7	14,8	16,9	13,3	12,3	16,9	17,8	14,7	14,4	20,7	-		
Cd	4,45	2,75	2,76	0,76	3,66	1,26	4,46	0,38	1,44	0,42	1	1,9 – 4,4	0.0005 ³⁸
Co	23,3	9,73	6,14	6,00	6,00	6,21	4,81	4,28	4,47	3,32	30		
Cr	145	69,3	52,1	35,1	406	162	68,5	77,6	70,8	57,1	75		0.0026 ³⁹
Cu	50,4	39,5	525	110	48,	102	49,3	24,8	148	35,7	75		0.091-0.141 ⁴⁰
Hg ⁴¹	0,15	0,10	0,29	0,11	0,11	0,17	0,10	0,05	0,11	0,15	0,5	5	0.002 ⁴² 0.0003 ⁴³
Mo	3,51	0,92	3,20	2,00	2,73	1,84	2,46	0,53	4,70	3,07	7		
Ni	67,5	35,5	25,6	29,6	179	86,1	34,3	31,2	27,2	36,0	40		
Pb	□	166	227	89,6	95,8	36,1	121	13,9	105	24,1	100	85,2 – 573 ⁴⁴	0.0036 ⁴⁵ , 46

³⁵ http://www.geo-log.hu/uploads/docs/6_2009_kvvm.pdf

³⁶ [Home Sweet Home - dusty surprises under the bed](http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/Dammrapport_eng_klar_lowres.pdf)

http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/Dammrapport_eng_klar_lowres.pdf

³⁷ mg/kg BW – bevíhető szennyezőanyag milligrammban, testsúly-kilogrammonként

³⁸ De Winter-Sorkina et al.. 2003 http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/Dammrapport_eng_klar_lowres.pdf

³⁹ http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/chromium_old_approach_2028660.pdf

⁴⁰ http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

⁴¹ Széleskörű tilalom világszerte

⁴² De Winter-Sorkina et al.. 2003 - http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/Dammrapport_eng_klar_lowres.pdf

⁴³ http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

Sb	138	8,70	10,1	2,35	10,0	11,3	3,39	1,51	94,6	7,24	-		
Se	0,54	0,42	0,88	0,81	0,46	0,44	2,00	0,78	0,88	1,31	1		
Sn	6,51	4,32	24,7	3,49	5,48	10,8	6,12	2,45	20,2	4,87	30		
Zn	2240	1820	1890	870	800	1220	1810	281	989	360	200		
Por minták kémiai vizsgálata, PCB mérési eredményei (Száranyag tartalomra vonatkoztatva) mg/kg A módszer kimutatási határa (nd): 0,0001 mg/kg komponensenként													
Minta	Iskolai tornaterem	Óvoda I.	LMCS iroda	Lakás I.	ÓvodaII .	PC bontó	Jávor, Fehér Ház	Lakás II.	Lakás III.	Autó	6/2009		TDI mg/kg BW
PCB 28 (2,4,4'-trichlorobiphenyl)	0,0018	0,0008	0,0019	nd	nd	0,0136	nd	0,0012	nd	0,0048			0.00002 ⁴⁷
PCB 52 (2,2',5,5'-tetrachlorobiphenyl)	0,0010	0,0004	0,0012	nd	nd	0,0147	nd	nd	nd	nd			0,00002
PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentaCB)	0,0007	0,0005	0,0042	nd	nd	0,0620	0,0036	nd	nd	nd			0.00002
PCB 118 (2,3',4,4',5-pentaCB)	0,0014	nd	0,0048	nd	nd	0,0594	nd	nd	nd	nd			0,00002
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexaCB)	0,0009	0,0009	0,0075	nd	nd	0,0569	0,0043	nd	nd	nd			0,00002
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexaCB)	0,0010	0,0011	0,0087	nd	nd	0,0732	0,0050	nd	nd	nd			0,00002
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptaCB)	0,0005	0,0006	0,0048	nd	nd	0,0293	0,0027	nd	nd	nd			0,00002
Szumma(28-180):	0,0073	0,0043	0,0331	nd	nd	0,309	0,0156	0,0012	nd	0,0048	0,1		0,00002 ⁴⁸ 0.00013 ⁴⁹
PDE mérési eredményei (Száranyag tartalomra vonatkoztatva) mg/kg A módszer kimutatási határa (nd): 0,001 mg/kg komponensenként													

⁴⁴ Az EU-felmérészerint 57 mg/kg az átlagos ólom szint házi porban - SCIENTIFIC COMMITTEE ON TOXICITY, ECOTOXICITY AND THE ENVIRONMENT (CSTEE): Opinion on the Report on "Risks to Health and the Environment Related to the Use of lead in products" ec.europa.eu/food/fs/sc/sct/out182_en.pdf

⁴⁵ De Winter-Sorkina et al.. 2003 -

⁴⁶ http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

⁴⁷ EFSA – minden PCB-re

⁴⁸ <http://www.greenfacts.org/en/pcbs/figtableboxes/table-a.htm>

⁴⁹ http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

TriBDE-1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
TriBDE-2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
TetraBDE-1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
TetraBDE-2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
TetraBDE-3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
PentaBDE-1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
PentaBDE-2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
PentaBDE-3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
HexaBDE-1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
HexaBDE-2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
HexaBDE-3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
HeptaBDE-1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
HeptaBDE-2	nd	nd	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
DecaBDE ⁵⁰	1,34	0,24	4,30	nd	0,36	nd	nd	nd	nd	0,17			0,00015 ₅₁
Szumma BDE:	1,34	0,24	4,31	nd	0,36	nd	nd	nd	nd	0,17	1		0,00015 ₅₂ 0,15 ⁵³
Oktil- és nonil-fenol ^{NA} mérési eredményei / mg/kg A módszer kimutatási határa (nd): 0,005 mg/kg													
Oktil-fenol	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Nonil-fenol	0,0485	0,102	0,0086	0,0346	nd	nd	0,0100	nd	nd	0,0128			
Peszticid tartalmának mérési eredményei Klórozott szénhidrogének / mg/kg A módszer kimutatási határa (nd): < 0,001 mg/kg komponensenként											6/2009 KVVM		
Minta jele	Iskolai tornaterem	Óvoda I.	LMCS iroda	Lakás I.	ÓvodaII .	PC bontó	Jávor, Fehér Ház	Lakás II.	Lakás III.	Autó			TDI
α,β,δ-HCH	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
γ-HCH/Lindán	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Heptachlor	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			

⁵⁰ EU tilalom 2009-ben, US-ban kivonták önkéntesen, http://www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/ECL/upload/ECL_Presentation_Liver-Microsomes.pdf

⁵¹ http://www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/ECL/upload/ECL_Presentation_Liver-Microsomes.pdf

⁵² http://www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/ECL/upload/ECL_Presentation_Liver-Microsomes.pdf

⁵³ http://www.elsevier.com/author/subject_sections/P09/pdf/E1-cited-100-times.pdf

^{NA} : A NAT által nem akkreditált tevékenység.

Heptachlore poxid	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
p,p'-DDD	nd	nd	0,413	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,1		0,02 ⁵⁴
o,p'-DDD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
cisz- Chlordan	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Endosulfan- I	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
transz- Chlordan	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
o,p'-DDE	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
p, p'-DDE	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Endrin	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Endosulfan- II	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
o,p'-DDT	nd	nd	0,254	nd	nd	nd	0,06	nd	nd	nd	0,1		0,005 ⁵⁵ 0,02 ⁵⁶
p,p'-DDT	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			0,01 ⁵⁷
Endrin- aldehyde	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Aldrin	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Dieldrin	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Endosulfan- sulfat	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Endrin- keton	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
Metoxichlor	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			

⁵⁴ Total DDT + DDD TDI - <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim127.htm>

⁵⁵ US EPA, <http://www.mfe.govt.nz/publications/land/draft-toxicological-intake-values/page2.12.html>

⁵⁶ <http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v00pr03.htm>

⁵⁷ http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

Ftalátok mérési eredményei (Száranyag tartalomra vonatkoztatva) mg/kg													
A módszer kimutatási határa (nd): < 0,001 mg/kg													
Minta jele	Iskolai tornaterem	Óvoda I.	LMCS iroda	Lakás I.	ÓvodaII .	PC bontó	Jávor, Fehér Ház	Lakás II.	Lakás III.	Autó		Ismert konc.	TDI mg/kg BW
di-metil-ftalát (DMP)	4,01	0,20	0,20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd		0.61 - 1.42	-
di-etil-ftalát (DEP)	11,1	5,03	1,04	3,28	2,65	27,4	4,98	0,87	5,32	2,99		3.7 - 12	0.037 ⁵⁸
di-isobutil-ftalát (DIBP) ⁵⁹	11,1	5,37	12,3	4,56	8,70	7,54	7,79	3,88	14,5	11,3		15-180	0.01 ⁶⁰
di-butil-ftalát (DBP) ⁶¹	23,3	7,05	17,1	8,29	9,72	56,2	12,8	2,27	17,7	4,40		45-150	0.01 ⁶²
bis-metoxietil-ftalát (DMEP)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			-
di-isohexil-ftalát (DIHP)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,33	nd	nd			-
di-isohexil-ftalát II	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			-
di-etohexil-ftalát	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			-
di-amil-ftalát	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			-
di-hexil-ftalát (DHP)	30,5	0,37	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,65	nd			-
butil-benzil-	8,52	0,58	1,56	nd	15,8	2,61	6,27	0,17	1,21	1,88		0.0152	0,2 ⁶⁴

⁵⁸ SCTEE - http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/Dammrapport_eng_klar_lowres.pdf

⁵⁹ SVHC toxic to reproduction

⁶⁰ Nincs TDI – az izomer di-n-butilftalát értéke (DnBP) http://www.bfr.bund.de/cm/349/di_isobutyphthalate_in_food_contact_paper_and_board.pdf

⁶¹ SVHC.; tiltott játékokban (A 2005/84 EK irányelv három egészségkárosító ftalát, a DEHP, a DBP és a BBP jelenlétét a játékszerekben és egyéb termékekben 0,1 tömegszázalék alatt korlátozta, három másik ftalát, a DINP, DIDP és DNOP pedig egyáltalán nem lehet olyan termékekben, amely 36 hónaposnál fiatalabb gyermekek szájába kerülhet.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:344:0040:0043:HU:PDF.>), REACH: 2015-től, csak engedéllyel használható

⁶² EFSA

ftalát (BBP) ⁶³												- 0.135	0.5 ⁶⁵
decil-hexil-ftalát	63,3	nd	0,35	nd	0,86	1,15	nd	nd	nd	nd			
di-butoxietyl-ftalát	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd			
bis-ciklohexil-ftalát	1500	736	269	45,1	298	151	138	45,2	55,9	96,8			
bis-2-etyl-hexil-ftalát (dioktilftalát) (DEHP) ⁶⁶	1750	857	313	52,5	347	176	161	52,7	65,1	113		195 - 996	0,02 ⁶⁷ 0,037 ⁶⁸ 0,05 ⁶⁹
di-oktil-ftalát (DOP)	407	7,62	3,22	nd	14,0	7,86	2,92	0,82	2,13	3,21			0.037 ⁷⁰

⁶³ SVHC

⁶⁴ http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

⁶⁵ EFSA

⁶⁶ SVHC toxic to reproduction, R2, IARC 2B, EU tiltott játékkban

⁶⁷ http://www.popstoolkit.com/tools/HHRA/TDI_HealthCanada.aspx

⁶⁸ CSTE - <http://www.thefreelibrary.com/Integrating+biomonitoring+exposure+data+into+the+risk+assessment...-a0160532393>

⁶⁹ EFSA

⁷⁰ CSTE - http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/Dammrapport_eng_klar_lowres.pdf

2. Melléklet: A gyermekekbe bejutó szennyezés a TDI százalékában

Sötét vörössel és pirossal kiemelve a kiemelkedően magas szennyezettségek, sárgával a jelentős szennyezettségek

	Iskolai tornaterem	Iskolai tornaterem 2. számítás	Óvoda I.	LMCS iroda	Lakás I.	ÓvodaII.	PC bontó	Jávor, Fehér Ház	Lakás II.	Lakás III.	Autó
	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 20kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os	bevitel TDI % -a 13kg-os
Cr	86	56	41	31	21	240	96	41	46	42	34
Pb	425	276	71	97	38	41	15	52	6	45	10
PCB 101							4,8				
PCB 118							4,6				
PCB 153							4,4				
PCB 138							5,6				
Szumma PCB(28-180):							2,3				
DecaBDE	13,74	8,93	2,46	44,10		3,69					1,7
p,p'-DDD				0,03							
o,p'-DDT				0,08				0,02			
Szumma DDT				0,05				0,00			
DEP	0,5	0,3	0,2	0,0	0,1	0,1	1,1	0,2	0,0	0,2	0,1
DIBP	1,7	1,1	0,8	1,9	0,7	1,3	1,2	1,2	0,6	2,2	1,7
DBP	3,6	2,3	1,1	2,6	1,3	1,5	8,6	2,0	0,3	2,7	0,7
BBP	0,1	0,0	0,0	0,0		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DEHP	134,6	87,5	65,9	24,1	4,0	26,7	13,5	12,4	4,1	5,0	8,7
DOP	16,9	11,0	0,3	0,1		0,6	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1
Szumma ftalát (BBP, DBP, DEHP)	138,3	89,9	67,0	26,7	5,3	28,3	22,2	14,4	4,4	7,7	9,4