

Transzformátor- és épülettűzben keletkező PCB-k vizsgálata

Tárgyszavak: munkabiztonság; tüzeset; károsanyag-kibocsátás; PCB; káros hatások; transzformátor.

A vizsgálat körülményei

2002-ben az egyik német autóiipari konszern telephelyén nagy tűz keletkezett. A tűzben tönkrement a csarnokban tárolt egyik leselejtezett és elszállításra váró transzformátor is. A policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) és szerves klórvegyületek tüzesetet követő rutinszerű helyszíni vizsgálatát kiegészítették a poliklórozott bifenilek (PCB) vizsgálatával. A szakemberek elsősorban arra voltak kíváncsiak, hogy a tűzfészek közvetlen közelében található autójavító műhely két dolgozóját milyen PCB-expozíció érte, illetve a műhelyben kondenzálódott füstből milyen vegyületek mutathatók ki.

A transzformátorok szigetelésében és hűtőközegében égésgátló adalékként PCB vegyületeket alkalmaznak az 1930-as évektől kezdődően. A halogénezett szénhidrogénekhez tartozó PCB-nek elméletileg 209 izomerje, illetve származéka lehetséges. A környezetünkben ma már mindenütt kimutatható vegyületekről időközben megállapították, hogy májkárosító, rákkeltő és teratogén hatásúak. A vegyületek felezési ideje több évtized, és a lipofil karakterű származékok a zsírszövetben halmozódnak fel.

A PCB-k legnagyobb mennyiségben a táplálékkal kerülnek be a szervezetbe, de bőrön át is felszívódnak, sőt belégzéssel a tüdőn keresztül is bejutnak a véráramba. A transzformátortüzekről számtalan beszámoló született, amelyek között a PCB-tartalmú transzformátorokra vonatkozó leírások is megtalálhatók. Bár maga a PCB nem éghető és nem illó vegyület, a tűzben keletkező egyéb anyagok magukkal ragadják, és az időjárási körülményektől függően különböző mértékben szennyezhetik a környezetet.

A szóban forgó németországi tüzeset után két héttel vettek először mintát a kiégett transzformátorból. A kondenzálódott füstből vett kenetben meghatározták a hat indikátor PCB-t (28, 52, 101, 138, 153, 180), hexa- és pentaklór-benzolt. Az autójavító műhelyt és környékét két hónap múlva vizsgálták. A mintavétel itt is kenet formájában történt két különböző alkalommal, a vizsgálat során a PAH, hexa- és pentaklór-benzol mellett meghatározták a hat indikátor PCB-t is. Az autójavító műhely tényleges terheléséről a levegőminta PCB-tartalma alapján tájékozódtak.

A tüzesetkor az autójavító műhelyben egy 49 és egy 48 éves férfi tartózkodott. A két alkalmazottat az eset után 3 hónappal vizsgálták meg, ami klinikai, fizikális vizsgálatból és vérvételből áll. A vérmintákból meghatározták a hat indikátor PCB-t.

A vizsgálati eredmények

Az eredmények alapján megállapították, hogy a transzformátortűz területén kondenzálódott füstben a PCB-28 és a PCB-52 koncentrációja emelkedett meg. Ezek a transzformátorban alkalmazott PCB kisebb mértékben klórozott származékai. A hat származék teljes mennyisége $270 \mu\text{g}/\text{m}^2$ volt, ezen belül a PCB-28 koncentrációja $170 \mu\text{g}/\text{m}^2$, a PCB-52-é $24 \mu\text{g}/\text{m}^2$. A hexaklór-benzolra $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^2$, a pentaklór-benzolra $0,71 \mu\text{g}/\text{m}^2$ érték adódott.

Az autójavító műhely környezetében a 16 PAH-származék teljes mennyisége $93 \mu\text{g}/\text{m}^2$ volt, amihez még korom is járult. A műhely belsejében vett kenetben a 16 PAH-származék együttes koncentrációja $13\text{--}52 \mu\text{g}/\text{m}^2$ között mozgott, és a kritikus tartományon kívül esett. A hexa- és pentaklór-benzol-tartalom valamennyi kenetben $< 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^2$ volt. A műhely belsejében vett mintákban a hat PCB-származék teljes mennyisége $100\text{--}160 \mu\text{g}/\text{m}^2$ között mozgott, a környezetben található koncentráció $25 \mu\text{g}/\text{m}^2$ volt.

A mérési adatokból kiderült, hogy a PCB-terhelésen belül – ellentétben a transzformátorban mért értékekkel – a legnagyobb növekedés a közepesen és nagymértékben klórozott vegyületekre adódott. Hasonló eloszlást mutattak a belső légtérből vett minták is:

PCB-28	$1,1 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-52	$3,0 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-101	$9,4 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-138	$4,2 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-153	$5,0 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-180	$0,86 \text{ ng}/\text{m}^3$

Az autójavító műhelyben tartózkodó személyek klinikai és fizikális vizsgálatai nem mutattak semmilyen eltérést, és PCB-mérgezésre utaló tünetet sem találtak. A dolgozók nem említettek olyan panaszt, amelyből mérgezésre lehetett volna következtetni. A vérszérum eredményei a normál tartományon belül maradtak. Érdeemes viszont megemlíteni, hogy a hat PCB-származék megoszlásánál ugyanazt tapasztalták, mint a műhely belsejében vett és a légtéri mintáknál, azaz a közepes és nagymértékben klórozott PCB-k által előidézett terhelés volt a legnagyobb.

Értékelés és kitekintés

A 2002-es németországi nagy csarnoktűzzel kapcsolatban végzett vizsgálatok jól egyeztek a hasonló tüzesetekről készült jelentésekkel. Az autójavító műhelyből és környezetéből vett minták nem utaltak fokozott veszélyre.

Az alacsony környezeti PCB-koncentráció értékek korreláltak a műhelyben dolgozó személyek vérében talált kis koncentrációkkal, valamint a klinikai tünetek hiányával. Egyúttal fel kell hívni a figyelmet, hogy a tüzeset és a vérvétel között 3 hónap telt el.

Egy másik transzformátortűz kapcsán az oltást végző tűzoltókon végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a környezeti terhelés, a klinikai tünetek és a helyszínen véletlenszerűen található személyek szérumának PCB-koncentrációja között nincs szoros összefüggés. Ugyanakkor a tűzfészek közvetlen közelében és a tűzoltók védőruháján jelentős PCB-terhelést mértek.

Egy további eset kapcsán arról számoltak be, hogy még 9-12 hónappal a tüzeset után is egyértelmű összefüggés állt fenn a tünetek, a klinikai eredmények és a szérum PCB-koncentrációja között. Még az 1980-as évek elején japán szerzők arról számoltak be, hogy a foglalkozás eredetű PCB-expozíció ritkábban idéz elő hasi panaszokat, mint az étel-miszerrel felvett PCB-származékok. A panaszokat valószínűleg a májtoxikus poliklórozott dibenzo-furánokkal szennyezett étel-miszerek váltják ki.

A németországi csarnoktűz vizsgálata arra hívta fel a figyelmet, hogy a szérumban a közepes és nagymértékben klórozott PCB-származékok koncentrációja nőtt meg, míg a sérült transzformátorban alacsonyan klórozott PCB-származékok találhatóak. Ebből arra lehet következtetni, hogy a szérumban, a levegőben és a kenetben található PCB-származékok más, eddig még azonosítatlan forrásból származhatnak.

Összeállította: Haidekker Borbála

Wussow, A.; Weiler, S. W. stb.: PCB-Serumspiegel und Innenraumbelastung durch Rauchkondensat nach Transformator- und Gebäude-Grossbrand. = Zentralblatt für Arbeitsmedizin Arbeitssicherheit und Ergonomie, 54. k.1. sz. 2004. p. 19–23.

Carpenter, D. O.: Polychlorinated biphenyls and human health. = International Journal of Occupational and Environmental Health, 11. k. 2. sz. 1998. p. 291–303.

Sala, M.; Sunyer, J. stb.: Organochlorine in the serum of inhabitants living near an electrochemical factory. = Occupational and Environmental Medicine, 56. k. 2. sz. 1999. p. 152–158.