

Azbest v budovách a vonkajšom prostredí

E. Reichrtová.: Asbestos in Buildings and Environment. Život. Prostr., Vol. 31, No. 3, 139–142, 1997.

Asbestos is not one material. Six minerals with that name have been used commercially. The best known is called chrysotile (white asbestos), which is mineralogically serpentine. The others are all amphibole minerals, the best known of which is the crocidolite (blue asbestos). It is important to differentiate between the different types because the amphiboles, particularly the blue asbestos, seem to be far more toxic than the white asbestos. In the Slovak Republic, the products containing asbestos have been used up to now, and they are predominantly included in the building materials. The older, impaired surfaces of asbestos materials are sources of fine fibers, polluting both the indoor and outdoor air. The health effects that turned people away from using asbestos were first seen in populations which were occupationally exposed. These included the excessive deposition of collagen (fibrosis) at various thoracic sites, lung cancer and malignant tumours of pleura (mesothelioma). The demolition of old buildings, the traffic, waste sites, the reconstruction of roofs, etc. may contribute to human non-occupational asbestos exposure as well. For example, mesothelioma can occur also in young children who are unlikely to have had fibre exposure. World Health Organization advised to decrease the use of asbestos because of its hazardous properties for human health, and to substitute asbestos with other materials.

Azbest je veľmi rozšíreným izolačným materiálom, ktorý sa vyskytuje v domácnostiach, pracovnom prostredí, rekreačných zariadeniach a pod. Pojmom *azbest* sa označuje skupina prirodzene sa vyskytujúcich vláknitých minerálov (serpentinov a amfibolov) s vysokou odolnosťou voči teplu, inertnosťou voči chemikáliám a dobrými elektroizolačnými vlastnosťami. Ide o šesť prírodných silikátov s rôznym chemickým zložením a vlastnosťami – **chryzotil** (biely azbest) a **5 amfibolov** – *krocidolit* (modrý azbest), *amozit*, *tremolit*, *antofylit* a *aktinolit*. Všetky tieto minerály majú spoločné to, že sa z nich uvoľňujú jemné vláknité častice (pričom za "vlákno" sa považujú všetky častice s pomerom dĺžky a šírky väčším než 3:1). Vlákna sa uvoľňujú do ovzdušia pri všetkých procesoch týkajúcich sa ťažby a spracovania azbestu, resp. už z hotových výrobkov (Fischer, Meyer, 1993).

Kryštalická štruktúra azbestu je určujúca pre tvorbu jemných vláknitých prachov pozdĺžnym štiepením. Všetky znalosti o vláknach azbestových aerosólov, ich forme a veľkostnej distribúcii pochádzajú z elektrónovomikroskopického vyhodnocovania zo špeciálnych fil-

trov, ktoré zachytávajú aj najjemnejšie azbestové vlákna či už v ovzduší, alebo vo vode.

Karcinogénny potenciál azbestových vlákien závisí od ich dĺžky a priemeru. Preto na určenie rizika nestačí údaj o celkovej koncentrácii azbestu. Medzinárodná konvencia ukladá počítať iba tie vlákna, ktoré sú dlhšie ako 5 μm a priemer majú 3 μm (v pomere 3:1). Prach z ovzdušia sa zachytí na filtri, ktorý sa po spriehľadnení hodnotí vo svetelnom mikroskope pri predpísanom zväčšení. Zo známeho množstva prefiltrovaného vzduchu sa vypočíta koncentrácia vlákien v cm^3 . Asbestos International Association (AIA) dáva k dispozícii štandardné testovacie preparáty a usporadúva pravidelné medzinárodné porovnania výsledkov meraní medzi laboratóriami (AIA Fiber Counting Trial). Zodpovedajúca koncentrácia v ovzduší sa potom vyjadří ako $\text{F} \cdot \text{cm}^{-3}$. Počet najjemnejších vlákien možno určiť iba transmisnou alebo rastrovacou elektrónovou mikroskopiou, keďže svetelným mikroskopom sa nezachytia. Iná situácia je pri určovaní vlákien v ovzduší pracovného prostredia, kde sa spracúva azbest. Tam sa môže použiť aj svetelný mikroskop. Metódy svetelnej mikroskopie sú

štandardizované a na nich sú založené aj epidemiologické štúdie o výskyte ochorení po expozícii azbestu.

Zdravotné riziká azbestu

Azbest je primárnou škodlivinou v pracovnom prostredí – pri dobývaní minerálov a ich spracúvaní v rôznych typoch priemyslu. Dlhodobá expozícia človeka (v priemere viac než 20 rokov) aerosólom obsahujúcim azbest vedie ku vzniku **azbestózy**, čo je zaprášenie pľúc azbestovými časticami so špecifickou dlhotrvajúcou zápalovou reakciou pľúcneho tkaniva, ktoré vyúsťuje do charakteristickej difúznej fibrózy pľúc a pohrudnice. Tým sa redukuje zdravé tkanivo pľúc a začínajú funkčné poruchy dýchania.

Okrem fibrogénneho účinku má azbest známy karcinogénny účinok v dýchacích cestách, kde vyvoláva **bronchiálny karcinóm** a zhubný nádor **mezotelióm** v pohrudnici. Počet profesionálnych ochorení v dôsledku účinkov azbestu je v celosvetovom meradle vysoký, a preto je napr. v USA jeho používanie už zakázané. V SRN sa napr. u profesionálne exponovaných osôb registruje približne 1000 prípadov za obdobie 9 rokov.

Pri enviromentálnej expozícii nehrozí vznik azbestózy, tu prichádza do úvahy výlučne karcinogénne pôsobenie azbestu. Azbestóza však nie je nevyhnutným predpokladom na vznik bronchiálneho karcinómu. Zistilo sa, že fajčenie má s azbestom synergický účinok pri vzniku rakoviny pľúc. Doba latencie sa uvádza ca 20 rokov. Mezotelióm je relatívne zriedkavá forma zhubného nádoru. Iné lokalizácie rakoviny (žalúdok, črevný trakt, obličky, hrtan a hltan) po expozícii azbestu sú podľa nových epidemiologických štúdií pochybné. Karcinogénny účinok azbestu sa vysvetľuje genotoxickým účinkom na úrovni chromozómov. Pri posudzovaní rizika vzniku rakoviny sa berú do úvahy aj iné vlastnosti minerálnych vlákien, ako napr. ich dlhodobé pretrvávanie v tkanive, štiepavosť, povrchové vlastnosti a chemické zloženie. V tomto sa umelé minerálne vlákna odlišujú od azbestových. I v rámci azbestových typov vlákien sú potenciálne riziká vzniku rakoviny rozdielne, čo možno nazvať ich biologickou dispozíciou. Z tohto pohľadu sa považuje chryzotil za menej nebezpečný. Iné epidemiologické štúdie potvrdili, že v kolektívoch s amfibolovou expozíciou je vyššia potenciálna možnosť vzniku mezoteliómov v porovnaní s podobnou skupinou s chryzotilovou expozíciou. Všeobecne sa predpokladá, že je to spojené s trvácnosťou, resp. odolnosťou amfibolových vlákien. Žiaľ, prachové analýzy nestačujú na to, aby sa táto otázka celkom jasne rozhodla. Ale pri posudzovaní rizika sa musia vziať do úvahy aj tieto faktory. Azbest patrí do malej skupiny látok s potvrdenými karcinogénnymi účinkami priamo na človeka aj v životnom prostredí (mezoteliómové prípady v okolí

juhoafrických krocidolitových baní, v prevádzkach kde sa spracúva azbest, napr. v Hamburgu, resp. u žien v domácnostiach, ktoré prali azbestové odevy).

Zdroje azbestu v ovzduší

Prírodné zdroje sú dôležité, pretože azbest sa hojne vyskytuje v zemskej kôre a jeho výskyt nie je obmedzený iba na niekoľko banských lokalít. Chryzotil sa najčastejšie vyskytuje v mineráloch serpentínového typu. Emisie vznikajú ich prirodzeným zvetrávaním a zvyšujú sa ľudskou činnosťou, ako je ťažba minerálov alebo stavba ciest. O množstve emisií z prírodných zdrojov nie je dostatok poznatkov.

Emisie azbestu v dôsledku ľudskej činnosti možno rozdeliť do nasledujúcich kategórií:

- ťažba a mletie,
- produkcia azbestových výrobkov,
- stavebná činnosť,
- doprava a používanie výrobkov obsahujúcich azbest,
- skládky odpadov.

Pre výhodné technické vlastnosti našiel azbest široké uplatnenie (obsahuje ho asi 3000 rôznych výrobkov). Vďaka legislatívnym obmedzeniam a úspešnému nahradeniu inými materiálmi v brzdovom obložení, izoláciách, strešných krytinách, stavebných materiáloch a pod., očakáva sa v budúcnosti zníženie výskytu azbestu v ovzduší.

Dobré stavebné vlastnosti azbestových materiálov a ich cenová dostupnosť spôsobili, že v Slovenskej republike existuje veľa budov, najmä starších neudržiavaných, kde je potenciálne riziko expozície človeka azbestu. Azbestovo-cementové dosky obsahujú až 40 % azbestu, časť z toho pripadá aj na krocidolit. Vyrábali sa z nich aj bytové jadrá a rôzne úžitkové predmety, strešné krytiny na chatky a pod. Použili ich ako priečky medzi miestnosťami vo verejných budovách, napr. rozhlasu, televízie, výpočtového a tlačového strediska v Bratislave (Juck, Cambelová 1991). Azbestové vlákna s respirabilnou veľkosťou tvoria časť fibrogénneho aerosólu v nižšej vrstve atmosféry. Môžu sa pohybovať na veľké vzdialenosti vďaka svojim aerodynamickým vlastnostiam. Pretože sa chemicky nerozkladajú, z ovzdušia ich odstraňuje iba dážď a sneh. Azbestové vlákna sú iba malou súčasťou celkového fibrogénneho materiálu v ovzduší.

Neprofesionálnej expozícii azbestu je človek vystavený všade tam, kde povrchová úprava azbestových materiálov nie je dokonale zabezpečená proti narušeniu otieraním a manipuláciou a sekundárnemu uvoľňovaniu vlákien do ovzdušia vnútorných priestorov budov (Bencko, 1991). V súčasnosti sa tejto otázke venuje mimoriadna pozornosť v súvislosti so "syndrómom chorých budov". Prispievajú k tomu nové výskumy, ktoré

poukazujú na starnutie a opotrebovanie azbestovo-cementového materiálu v budovách.

Spôsoby expozície a mechanizmus účinku azbestu

Najčastejším spôsobom je inhalácia pri profesionálnej i neprofesionálnej expozícii. Podľa údajov Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO, 1987) inhalácia počas 0,24 hodín denne môže prispieť významne k záťaži pľúc inhalovanými vláknami, ak ide o krátkodobé vysoké koncentrácie. Po inhalácii azbestového aerosólu sa dostávajú do hlbokých partií pľúc iba jemné vlákna s priemerom menším ako 3 μm . Predpokladá sa, že karcinogénny účinok tkvie viac vo fyzikálnych vlastnostiach azbestových vlákien než v ich chemickom zložení. Chryzotil sa vo väčšej miere než amfibol deponuje v horných dýchacích cestách. Chryzotil sa okrem toho efektívnejšie eliminuje z pľúc, zatiaľ čo amfibol má vyššiu retenciu v pľúcach. Dĺžka vlákna je dôležitým determinantom samoočisťovacích procesov pľúc, kratšie vlákna sú eliminované rýchlejšie. Cigaretový dym ovplyvňuje elimináciu z hlbokých častí pľúc, ale nezasahuje do tracheobronchiálneho očisťovania. Symetrické vlákna majú nižšiu pravdepodobnosť depozície v horných dýchacích cestách než nesymetrické vlákna, ako napríklad vlnitý chryzotil. Podstatný počet vlákien sa deponuje priamo na riasinkách dýchacieho epitelu, odkiaľ sa môžu odstrániť očisťovacím mechanizmom. Chryzotilové vlákna sa môžu štiepiť na fibrily a čiastočne rozpustiť v pľúcach. Amfiboly sa neshtiepia na fibrily s menším priemerom, sú oveľa menej rozpustné v pľúcnych tekutinách a majú dlhší čas depozície v respiračnom systéme.

Pitná voda a potraviny môžu obsahovať azbestové vlákna z prírodných aj antropogénnych zdrojov (azbestovo-cementové potrubie), ale iné cesty expozície sú relatívne nevýznamné v porovnaní s inhalačnou expozíciou.

Na základe sledovania rôznych zdrojov uvoľňovania azbestových vlákien do životného prostredia sa zdá, že existujú určité situácie potenciálneho zdravotného rizika nechránených robotníkov cestnej údržby, obyvateľov v blízkosti chátrajúcich budov s drobiacim sa azbestom, resp. búranísk starých budov, alebo osôb manipulujúcich s azbestovým odpadom. Každé z týchto rizík sa vzťahuje primárne na expozíciu amfibolovým formám azbestu. Nezanedbateľným rizikom je ďalej expozícia azbestu vyplývajúca z jeho uvoľňovania z brzdového obloženia (v servisoch motorových vozidiel, na zákrutách frekventovaných ciest a pod.).

Zaujímavý je údaj, že koncentrácia azbestu vo voľnom ovzduší a vnútri budov sa podstatne neodlišuje (Cestone a kol., 1993). Marconi a kol. (1989) zistili v ovzduší jednej administratívnej budovy rôzne koncentrácie azbestu na jednotlivých poschodiach.

Brackett, Clark a Powers (1993) zistili uvoľňovanie azbestových vlákien do ovzdušia počas odstraňovania vinyl-azbestových dlaždíc a mastixového lepidla s obsahom azbestu. Uvoľňovanie azbestu do ovzdušia zo skorodovaného povrchu azbestocementových výrobkov sa už potvrdilo, ale v novej štúdiu sa uvádza, že azbestové vlákna, ktoré boli narušené, boli aj veľmi kontaminované inými znečisťujúcimi látkami z ovzdušia. Korózia a opotrebovanie krytiny nastáva nepretržitým vplyvom počasia a kyslého dažďa. Cementové častice, azbestové vlákna a aglomeráty častíc a vlákien sa v dôsledku toho uvoľňujú z povrchu materiálu a prenikajú do ovzdušia a vody (Spurny, 1989). Iní autori poukázali na adsorpciu aromatických uhľovodíkov (naftalénu a fenantrénu) na štyri typy azbestových a dva typy minerálnych vlákien v plynnej fáze. Chryzotilové vlákna sú mimoriadne dobrým adsorbentom polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAH) v suchom plyne. Azbestový materiál adsorbuje PAH oveľa viac než umelé minerálne vlákna.

Azbest je prirodzeným kontaminantom talku (masťenca) a reprezentuje približne jedno percento testovaných vzoriek v kozmetickom priemysle.

Pracovná skupina odborníkov zo SRN "Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen" zaradila azbest medzi znečisťujúce látky voľného ovzdušia, ktoré majú karcinogénny potenciál (LAI, 1992). Odporúčajú sledovať jeho koncentráciu na rizikových miestach, ktoré sme spomínali.

Keďže azbest je dokázaným ľudským karcinogénom, neexistuje žiadna jeho bezpečná limitná koncentrácia. Expozíciu človeka azbestovým vláknám treba udržiavať na najnižšej možnej úrovni.

Svetová zdravotnícka organizácia vypracovala tieto odporúčania: Riziko vzniku mezoteliómu a bronchiálneho rakoviny po neprofesionálnej expozícii je síce relatívne nízke, ale nie je vylúčené. Preto odporúča zintenzívniť výskum mechanizmu účinkov azbestu a náhradných materiálov a úlohy pre výskum formulovala takto:

- Molekulovo-bunkové mechanizmy, ktoré hrajú úlohu pri vzniku fibrogénneho a karcinogénneho účinku azbestu, význam fyzikálnych a chemických vlastností azbestu a iných minerálnych vlákien (rozmery vlákna, povrchové vlastnosti a kontaminanty) vo vzťahu k biologickým účinkom.
- Biologický význam pretrvávania minerálnych vlákien v organizme.
- Rozdiely, ktoré existujú medzi typmi azbestu vo vzťahu k indukcii zhubných nádorov.
- Indukcia zhubných nádorov dobre charakterizovanými vzorkami iných prírodných minerálnych vlákien (náhradné materiály za azbest).
- Imunologické, bunkové a biochemické odpovede na prirodzene sa vyskytujúce vlákna.

- Zlepšenie a medzinárodná štandardizácia metód monitoringu azbestu a iných fibrogénnych vlákien v bytových priestoroch a vo vonkajšom prostredí.

Literatúra

- Bencko, V., 1991: Chemické složky mikroklimatu a zdravotní aspekty syndromu nemocných budov. In Zborník Vnútná klíma budov – syndróm chorých budov. Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia Bratislava, p. 23–35.
- Brackett, K. A., Clark, P. J., Powers, T., 1993: Transmission Electronmicroscope Observation of Airborne Asbestos Structure During the Removale of Vinyl-asbestos Tiles and Mastic Adhesive. Govt Reports Announcements & Index, Issue 5.
- Bragg, G. M., Carothers, R. G., 1986: The Control of Asbestos Dust. Report. The Asbestos Institute, Montreal, Quebec, 290 pp.
- Cestone, P. a kol., 1993: Asbestos Air Monitoring Results at Eleven Family Housing Areas Throughout the United States. Versar, Inc., Springfield, VA, USA.
- Fischer, M., Meyer, E., 1993: Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes, Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Band 1, p. 1–42.
- Juck, A., Cambelová, M., 1991: Riziko azbestu v budovách. In Vnútná klíma budov – syndróm chorých budov. Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia Bratislava, p. 84–93.
- LAI, 1992: Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes, Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, p. 49–53.
- Marconi, A. a kol., 1989: Airborne Mineral Fibre Concentrations in an Urban Area near an Asbestos-cement Plant. IARC Sci. Publ., 90, p. 336–346.
- Spurny, K. R., 1989: Asbestos Fibre Release by Corroded and Weathered Asbestos-cement Products. IARC Sci. Publ., 90, p. 367–471.
- WHO, 1987: Asbest. In Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publ. Europe. Series 23, Copenhagen, p. 182–199.

