

Alena Boriková, Marie Nakládalová, Ladislav Štěpánek

Azbest v pracovním prostředí a jeho zdravotní účinky





Alena Boriková, Marie Nakládalová, Ladislav Štěpánek

Azbest v pracovním prostředí a jeho zdravotní účinky

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Automatizovaná analýza textů nebo dat ve smyslu čl. 4 směrnice 2019/790/EU a použití této knihy k trénování AI jsou bez souhlasu nositele práv zakázány.

MUDr. Alena Boriková, Ph.D.; doc. MUDr. Marie Nakládalová, Ph.D.;
doc. MUDr. Ladislav Štěpánek, Ph.D.

Azbest v pracovním prostředí a jeho zdravotní účinky

Autoři:

MUDr. Alena Boriková, Ph.D. (editorka)

Klinika pracovního lékařství Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci
a Fakultní nemocnice Olomouc

doc. MUDr. Marie Nakládalová, Ph.D.

Klinika pracovního lékařství Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci
a Fakultní nemocnice Olomouc

doc. MUDr. Ladislav Štěpánek, Ph.D.

Klinika pracovního lékařství Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci
a Fakultní nemocnice Olomouc

Recenzentka:

prof. MUDr. Daniela Pelclová, CSc.

Klinika pracovního lékařství 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné
fakultní nemocnice v Praze

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

Obrázky a fotografie dodali autoři.

Cover Photo © iStock.com, 2026

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2026

© Grada Publishing, a.s., 2026

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 10 657. publikaci

Šéfredaktorka lékařské literatury MUDr. Michaela Lízlerová

Odpovědná redaktorka BcA. Radka Jančová, DiS.

Jazyková korektura a redakce Jitka Štěrbová

Sazba a zlom Zdeněk Staňka

Počet stran 140

1. vydání, Praha 2026

Vytiskla TISKÁRNA V RÁJI, s.r.o., Pardubice

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNOL, 00098892); IGA UP: LF_2026_001.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-271-8575-7 (ePub)

ISBN 978-80-271-8574-0 (pdf)

ISBN 978-80-271-5850-8 (print)



Obsah

O knize...	2
Předmluva	3
1 Historie užití azbestu	4
2 Azbest a jeho druhy	8
2.1 Skupina serpentínů (hadcové azbesty)	8
2.1.1 Krystalická struktura a polytypy	8
2.1.2 Fyzikální a chemické vlastnosti	9
2.1.3 Geologický výskyt a těžba	9
2.1.4 Průmyslové využití a produkty	9
2.1.5 Zdravotní rizika a regulace	10
2.2 Skupina amfibolů (amfibolové azbesty)	10
2.2.1 Krystalická struktura a chemické složení	10
2.2.2 Společné morfologické a fyzikální vlastnosti	11
2.2.3 Přehled hlavních zástupců amfibolové skupiny	12
2.2.4 Zdravotní rizika a bioperzistence	12
2.3 Krocidolit (modrý azbest)	13
2.3.1 Krystalická struktura	13
2.3.2 Fyzikální a chemické vlastnosti	13
2.3.3 Geologický výskyt a těžba	13
2.3.4 Průmyslové využití a produkty	14
2.3.5 Zdravotní rizika a regulace	14
2.4 Amosit (hnědý azbest)	15
2.4.1 Krystalická struktura	15
2.4.2 Fyzikální a chemické vlastnosti	15
2.4.3 Geologický výskyt a těžba	15
2.4.4 Průmyslové využití a produkty	16
2.4.5 Zdravotní rizika a regulace	16
2.5 Tremolit a aktinolit	16
2.5.1 Krystalická struktura	16
2.5.2 Fyzikální a chemické vlastnosti	17
2.5.3 Geologický výskyt a těžba	17
2.5.4 Průmyslové využití a produkty	17
2.5.5 Zdravotní rizika a regulace	17
2.6 Antofylit	18
2.6.1 Krystalická struktura	18
2.6.2 Fyzikální a chemické vlastnosti	18
2.6.3 Geologický výskyt a těžba	19

2.6.4	Průmyslové využití a produkty	19
2.6.5	Zdravotní rizika	19
3	Působení azbestu na organismus	21
3.1	Chronický zánět	22
3.2	Schopnost azbestových vláken migrovat	23
3.3	Genetická predispozice a individuální citlivost	24
3.4	Synergie azbestu a kouření tabáku	25
3.5	Diagnostické biomarkery a detekce v těle	26
3.5.1	Přímá detekce expozice (biomarkery expozice)	26
3.5.2	Zobrazovací a funkční diagnostika (biomarkery účinku)	27
3.5.3	Molekulární a biochemické markery	27
4	Nenádorová onemocnění způsobená expozicí azbestu	29
4.1	Azbestóza	29
4.1.1	Azbestové tělísko	30
4.2	Pleurální hyalinoza	34
4.3	Akutní pleuritida	37
5	Nádorová onemocnění způsobená expozicí azbestu	40
5.1	Maligní mezoteliom	40
5.2	Bronchogenní karcinom	47
5.3	Karcinom hrtanu	53
5.4	Karcinom ovaria	56
5.5	Karcinom žaludku	59
5.6	Kolorektální karcinom	63
6	Měření a limitní hodnoty azbestu v pracovním prostředí	70
6.1	Expoziční limity a nové definice vláken	70
6.2	Analytické metody a jejich limity	71
6.2.1	Fázová kontrastní mikroskopie	71
6.2.2	Skenovací elektronová mikroskopie	71
6.2.3	Transmisní elektronová mikroskopie	72
6.2.4	Strategie měření v pracovním prostředí	72
6.2.5	Problémy interpretace a zajištění kvality	72
6.2.6	Technické limity a subjektivita v optické mikroskopii	72
6.2.7	Problém analytických interferencí	73
6.2.8	Konverzní faktory: PCM versus elektronová mikroskopie	73
6.2.9	Praktické aspekty měření při sanaci a odpadovém hospodářství	73
7	Ochrana zdraví při práci s azbestem v legislativě	76
7.1	Klíčová ustanovení EU a jejich transpozice v českých předpisech	76
7.1.1	Povinnost oznamovat práce s azbestem	76

7.1.2	Plán prací před odstraňováním azbestu, technická opatření	77
7.1.3	Expoziční limity a pravidla měření	77
7.1.4	Zákaz uvádění do oběhu a používání azbestu, klasifikace azbestu	77
7.1.5	Nakládání s odpady obsahujícími azbest	77
7.1.6	Zdravotní dohled a evidenční povinnosti	78
7.2	České hygienické legislativní předpisy týkající se ochrany zdraví při práci s azbestem	78
7.3	Zdravotní dohled	85
7.3.1	Pracovnílékařské služby	85
7.4	Kontrolní činnost	95
8	Strategie eliminace onemocnění z azbestu ve světě	99
8.1	Příklady opatření k eliminaci onemocnění způsobených azbestem v zemích mimo Evropskou unii	100
8.2	Příklady opatření k eliminaci onemocnění způsobených azbestem v zemích Evropské unie	101
8.3	Vize a strategie v oblasti eliminace onemocnění z azbestu v ČR – příspěvek	105
	Obrazová příloha	113
	Zkratky	121
	Souhrn	126
	Summary	127
	Rejstřík	128

*Monografie je vydána u příležitosti 50. výročí založení
Kliniky pracovního lékařství v Olomouci*

O knize...

Autoři se pustili do velmi náročného díla – popisují a vysvětlují nejen geologicky složité téma azbestu a jemu velmi blízkých minerálů se stejným chemickým složením, ale ne-sktečně rozdílných svými účinky na člověka. Seznamují své čtenáře s historií použití azbestu od antiky i dříve, s jeho skvělými technickými vlastnostmi a použitím, ale posléze i s těžkými následky, které jeho zpracovávání lidstvu přineslo.

Téma azbestu je vysoce aktuální. Azbest, původně skvělý nehořlavý, odolný, vláknitý materiál s možností sprádkání do ochranného textilu a řadou technicky vynikajících vlastností, se s odstupem let stal zákeřnou hrozbou, zabíjející své oběti často velmi ne-čekaně a zpočátku nenápadně. Mezoteliom, nádor vznikající téměř výhradně v souvislosti s kontaktem s azbestem, může své oběti usmrctvat až do vysokého věku, nejspíše i do 100 a více let.

Autoři pečlivě popsali fyzikální a chemické vlastnosti jednotlivých typů azbestu a názorně vysvětlili, proč mají vlákna chryzotilu strukturu podobnou mikroskopickému svitku papíru, naproti tomu vlákna amfibolových azbestů tvar ostrých jehliček. Povedlo se jim odborně popsat, proč a jak azbest působí na makrofágy, buňky, které s ním chtějí bojovat a z těla jej odstranit.

Detailně také popsali, jak světová legislativa proti používání azbestu již řadu let zasahuje – například v EU je zpracování a používání azbestu zakázáno od roku 2005. Zákeřnost azbestu spočívá v tom, že všechna onemocnění z azbestu – od zhoubného mezoteliomu přes karcinom hrtanu a plic, vaječníků i trávicího traktu po relativně nejlehčí onemocnění, hyalinózu pohrudnice – vznikají po podstatně nižší expozici. Významným zdrojem expozice je zejména likvidace starých izolací, eternitových střeš a dalších stavebních materiálů v současných podmínkách.

Téma likvidace azbestu je nanejvýš aktuální a týká se téměř každého z nás. Ještě v 70. a 80. letech se azbest ve stavbách běžně používal ve městech i na vesnici a při přestavbách se na něj může narazit. Monografie podrobně popisuje příznaky a diagnostické a léčebné postupy všech onemocnění z azbestu a pečlivě shromažďuje předpisy, jak s ním správně zacházet. Důležitou roli zde hraje čas – všechny nádory z azbestu lze vyléčit, pokud se na ně přijde včas.

Cenný je rovněž přehled preventivních aktivit WHO, ILO, Collegium Ramazzini i vybraných evropských států. Monografie přináší čtenářům velmi komplexní pohled na problematiku azbestu, včetně doporučení a přehledu předpisů, jak správně azbest likvidovat.

Tuto vysoce odbornou, ale i praktickou monografii doporučuji ke čtení všem, kteří se o azbestu chtějí něco dozvědět a vyhnout se rizikům, která z něj mohou plynout pro nás všechny.

(z recenzního posudku)

prof. MUDr. Daniela Pelclová, CSc.

Předmluva

Azbest – nerost, jehož název je odvozen z řeckého slova *asbestos*, tedy „neuhasitelný“ či „nezničitelný“ – provází lidskou civilizaci po tisíciletí. Po dlouhou dobu byl považován za téměř ideální surovinu pro svou mimořádnou odolnost a pevnost. Teprve zkušenost 20. století však ukázala, že právě tyto vlastnosti představují závažné zdravotní riziko, a azbest je dnes řazen mezi nejvýznamnější lidské karcinogeny.

Cílem této publikace je přehledně a srozumitelně shrnout základní poznatky o historii využívání azbestu, jeho mineralogii a mechanismech jeho působení na lidský organismus. Součástí je rovněž systematické zpracování onemocnění souvisejících s expozicí, postupů hodnocení koncentrací vláken, stanovených limitních hodnot, legislativního rámce i dlouhodobých opatření k regulaci rizik.

Text je určen lékařům pracovního lékařství, praktickým lékařům, pneumologům, onkologům a odborníkům v oblasti hygieny práce, stejně jako studentům medicíny a dalším odborníkům, kteří se ve své praxi setkávají s následky dřívější či současné expozice azbestu. Přínosný však může být i pro širší veřejnost, která se chce o azbestu dozvědět více a lépe porozumět rizikům, která z něj mohou plynout.

Azbest není pouze kapitolou minulosti. Vzhledem k dlouhé latenci onemocnění souvisejících s jeho expozicí zůstává trvale aktuální medicínskou i společenskou výzvou.

Věříme, že tato monografie se stane užitečným zdrojem odborných informací a přispěje k prevenci, včasné diagnostice i odpovědnému rozhodování v oblasti ochrany zdraví.

Autoři

1 Historie užití azbestu

Alena Boriková

Historie používání azbestu sahá až do starověku, kdy byl tento přírodní minerál obdivován pro svou nehořlavost, mechanickou pevnost a mimořádnou odolnost vůči vysokým teplotám. Již v antickém světě, zejména u Řeků, Egypťanů a Peršanů, byl azbest využíván k výrobě knotů do lamp, ohniodolných textilií, ubrusů a pohřebních rouch určených pro společenské elity. Jeho název je odvozen z řeckého slova *asbestos* („neuhasitelný“, „nezničitelný“) a systematický popis jeho vlastností se objevuje v encyklopedickém díle *Historia naturalis* autora jménem Plinius starší [1,2].

Praktické využití azbestu je doloženo i ve středověku, například z doby Karla Velikého, který měl vlastnit oděv obsahující azbestová vlákna. Nejstarší známé použití azbestu ve stavebnictví pochází z 1. století n. l., kdy byl přidáván do stavebních materiálů zejména pro zvýšení jejich požární odolnosti. Ještě výrazně starší jsou však archeologické doklady použití azbestu v keramice – v oblasti dnešního jihovýchodního Finska byly nalezeny fragmenty nádob s příměsí antofylitového azbestu, datované až do 4. tisíciletí př. n. l., což představuje nejstarší známý doklad technologického využití azbestu člověkem [3–5].

Již antické civilizace si zároveň začaly všimnout zdravotních rizik spojených s expozicí azbestu. Strabón (64 př. n. l. až 24 n. l.) ve svých spisech popisoval špatný zdravotní stav otroků pracujících v azbestových dolech a při zpracování azbestu, zejména častý výskyt plicních onemocnění a dechových obtíží. Uváděl, že tito otroci byli prakticky neprodejní, neboť umírali v mladém věku. Již v této době se objevují i první úvahy o ochraně pracovníků, například návrh používat primitivní respirátory z rybích měchýřů k omezení vdechování azbestového prachu [1,6].

Skutečně průmyslové využití azbestu nastalo s nástupem průmyslové revoluce v 19. století. V první polovině 19. století se azbest začal používat zejména jako tepelná izolace v parních strojích, kotlích a potrubí, přičemž jeho nehořlavé a izolační vlastnosti byly ceněny v rychle se industrializujících odvětvích. Na severu Itálie se v této době těžily amfibolové azbestové minerály pro průmyslové účely. Velkým milníkem bylo zavedení azbestocementové směsi, kterou kolem roku 1900 vyvinul rakouský průmyslník Ludwig Hatschek (rodák z Těšetic u Olomouce). Smísl přibližně 90 % portlandského cementu s 10 % azbestových vláken a výslednou směs zpracoval na lisované desky, které byly lehké, nehořlavé a odolné vůči povětrnostním vlivům. Tento výrobní postup si v roce 1900 patentoval jako „výroba desek z umělého kamene s hydraulickými pojivky“ a v roce 1903 dal novému materiálu obchodní jméno „Eternit“ (latinsky *aeternus* – věčný). Eternit se brzy stal globálně úspěšným stavebním materiálem a licence na jeho výrobu byly prodány do řady zemí v Evropě i mimo ni již během prvního desetiletí 20. století. V Československu se výroba azbestocementových výrobků rozběhla v roce 1921, kdy byly zřízeny první továrny na jejich produkci, zejména pro střechy, fasády a další stavební komponenty [3,7,8].

Masové rozšíření použití azbestu ve stavebních materiálech v Československu nastalo koncem 60. let 20. století a kulminovalo v 70.–80. letech 20. století. V této době se azbest díky svým izolačním, protipožárním a mechanickým vlastnostem začal intenzivně uplatňovat v řadě stavebních produktů, zejména v azbestocementových střešních krytinách, deskách, trubkách pro kanalizace a vodovodní přípojky, v sendvičových prvcích, podhledových deskách a protipožárních prvcích. Podle odborných průzkumů a historických dat bylo v letech 1975–1990 do tehdejší ČSSR dovezeno až 40–50 000 tun čistého azbestu ročně (převážně chrysotilu), především z bývalého SSSR, ale i z dalších zemí. Tento objem dovozu a spotřeby odpovídal období největšího rozmachu výroby a použití azbestocementových výrobků ve stavebním sektoru, kdy se azbest stal běžnou složkou konstrukčních materiálů v rezidenční i průmyslové výstavbě [8].

Na území Československa se azbest ve významném průmyslovém měřítku netěžil, s výjimkou lokálního ložiska v oblasti Dobšíně na Slovensku, kde se historicky vyskytoval převážně chrysotil. Z tohoto důvodu byla expozice azbestu v Československu spojena především s jeho dovozem a následným zpracováním, zejména v azbestocementovém průmyslu, stavebnictví, při montážních a izolačních pracích a při údržbě a demolcích staveb. Nejvyšší profesní expozice se týkala pracovníků výrobních závodů, stavebních profesí a údržbářských činností, zatímco expozice v obecné populaci byla převážně environmentální a sekundární [2–4,9].

Obrázek 1.1 ukazuje místa v České republice s největším objemem výroby produktů s obsahem azbestu v minulosti.

Zdravotní rizika spojená s expozicí azbestu začala být odborně popisována již na konci 19. století. V roce 1898 byla v britském parlamentu zveřejněna zpráva hlavního inspektora továren upozorňující na závažné poškození zdraví pracovníků vystavených azbestovému prachu. Již v roce 1899 byla v lékařské literatuře popsána plicní fibróza u pracovníků zpracovávajících azbest, později označovaná jako azbestóza. V průběhu první poloviny 20. století se postupně hromadily důkazy o souvislosti mezi expozicí azbestu a vznikem zhoubných nádorů, zejména karcinomu plic a maligního mezoteliomu, přičemž kauzální vztah byl jednoznačně potvrzen v 50. a 60. letech 20. století. Zásadní význam měla práce Selikoffa a spolupracovníků z roku 1964, která poskytla přesvědčivé epidemiologické důkazy vztahu mezi profesní expozicí azbestu a vznikem nádorových onemocnění [10–14].

Navzdory jednoznačně prokázané karcinogenitě pro člověka není azbest celosvětově eliminován ani v současnosti. Jeho produkce kulminovala v 70. letech 20. století, kdy přesahovala 4,5 milionu tun ročně, avšak v důsledku legislativních zákazů a restriktivních opatření zavedených v Evropě, Severní Americe a dalších vyspělých regionech postupně poklesla na přibližně 1,1–1,3 milionu tun ročně. Těžba a využívání azbestu však nadále přetrvávají v řadě zemí, přičemž významná část současné světové produkce pochází z Ruské federace a spotřeba zůstává patrná zejména v některých státech Asie, Afriky a Jižní Ameriky [15–17].

Ani v zemích, kde je používání azbestu již dlouhodobě zakázáno, nedošlo k odstranění jeho zdravotních dopadů. Ty jsou podmíněny jak dlouhou latencí azbestem indukovaných onemocnění, tak dědictvím z minulosti – přítomností tzv. *legacy asbestos*,