

Krystalický křemík – nebezpečí a expozice.

Úvod

Krystalický křemík představuje nebezpečné riziko na pracovišti a v průběhu tisíciletí zabil tisíce pracovníků. Onemocnění dýchacích cest spojená se stavebnictvím a kamenictvím byla zaznamenána před stovkami let^[1, 2], ale až ve třicátých letech 20. století byla rizika související s křemíkem rozpoznána v řadě různých odvětví a procesů^[3]. Krystalický křemík dodnes představuje riziko pro pracovníky ve stavebnictví, kde se začínají používat nové materiály, stavební techniky a vybavení.

Oxid křemičitý

Silika neboli oxid křemičitý (SiO_2) je jedním z nejběžnějších přírodních minerálů na této planetě. Průmyslově se vyrábí řada různých typů oxidu křemičitého, jelikož má jedinečné chemické, fyzické a elektrovedivé vlastnosti (jde o převážně inertní, silný avšak křehký materiál s relativně vysokým bodem tání). Intramolekulární polární kovalentní vazby vytvářejí tetrahedricky uspořádané molekulární struktury, které lze seskupit takto:

Amorfní oxid křemičitý

Molekuly mají omezené vzájemné uspořádání, takže má tato forma podobu průhledné pevné látky. Amorfní oxid křemičitý se v přírodě vyskytuje vzácně. Široce se používá v průmyslu – především jako hlavní složka skla a také elektronických součástek^[4].

Krystalický křemík

Molekuly jsou uspořádány vzájemně neurčitě, díky čemuž vznikají bílé nebo nažloutlé krystalické struktury. Existuje devět různých krystalických strukturních (polymorfních) forem, z nichž nejběžnější je křemen, následovaný kristobalitem a tridymitem. Krystalický křemík je klíčovou složkou půdy, písku, žuly a dalších přírodních minerálů^[4].

Vdechovatelný prach krystalického křemíku

Vdechovatelný prach krystalického oxidu křemičitého představuje miniaturní částice (přinejmenším stokrát menší než běžná zrnka písku) krystalického oxidu křemičitého, které nejsou viditelné lidským okem. Ty mohou delší dobu zůstat ve vzduchu a následně být vdechnuty hluboko do plic. Tyto částice vznikají při manipulaci, používání, řezání, broušení nebo tvarování materiálů obsahujících krystalický křemík^[5, 6].

Podle Britského vládního úřadu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (HSE) představuje krystalický křemík vzhledem k přítomnosti v běžně používaných stavebních materiálech (viz tabulka 2) druhé nejvyšší zdravotní riziko pro stavební dělníky hned po azbestu^[7]. Úřad HSE odhaduje, že nadměrná expozice krystalickému křemíku byla příčinou 10 až 20 úmrtí ročně za posledních 10 let^[8].

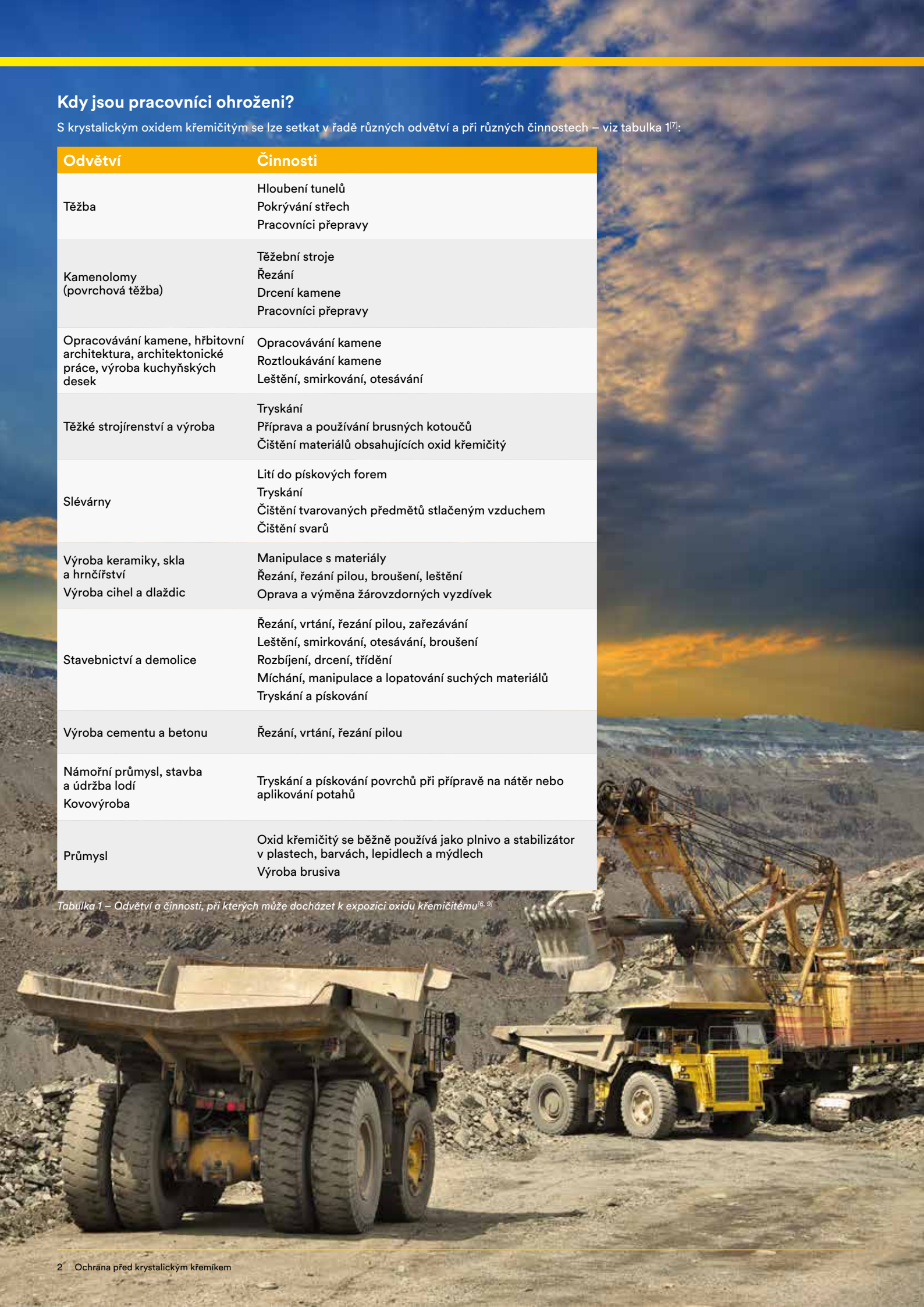


Kdy jsou pracovníci ohroženi?

S krystalickým oxidem křemičitým se lze setkat v řadě různých odvětví a při různých činnostech – viz tabulka 1^[7]:

Odvětví	Činnosti
Těžba	Hloubení tunelů Pokrývání střech Pracovníci přepravy
Kamenolomy (povrchová těžba)	Těžební stroje Řezání Drcení kamene Pracovníci přepravy
Opracovávání kamene, hřbitovní architektura, architektonické práce, výroba kuchyňských desek	Opracovávání kamene Roztloukávání kamene Leštění, smírkování, otesávání
Těžké strojírenství a výroba	Tryskání Příprava a používání brusných kotoučů Čištění materiálů obsahujících oxid křemičitý
Slévárny	Lítí do pískových forem Tryskání Čištění tvarovaných předmětů stlačeným vzduchem Čištění svarů
Výroba keramiky, skla a hrnčířství Výroba cihel a dlaždic	Manipulace s materiály Řezání, řezání pilou, broušení, leštění Oprava a výměna žárovzdorných vyzdívek
Stavebnictví a demolice	Řezání, vrtání, řezání pilou, zařezávání Leštění, smírkování, otesávání, broušení Rozbíjení, drcení, třídění Míchání, manipulace a lopatování suchých materiálů Tryskání a pískování
Výroba cementu a betonu	Řezání, vrtání, řezání pilou
Námořní průmysl, stavba a údržba lodí Kovovýroba	Tryskání a pískování povrchů při přípravě na nátěr nebo aplikování potahů
Průmysl	Oxid křemičitý se běžně používá jako plnivo a stabilizátor v plastech, barvách, lepidlech a mýdlech Výroba brusiva

Tabulka 1 – Odvětví a činnosti, při kterých může docházet k expozici oxidu křemičitému^[6, 9]



Krystalický křemík ve stavebnictví

Jak jste viděli na předchozí stránce, ve stavebnictví se běžně používají materiály, které obsahují vysoký podíl oxidu křemičitého. Pracovníci ve stavebnictví se do kontaktu s těmito materiály dostávají při mnoha činnostech. Nejčastěji k expozici dochází během pískování při odstraňování nátěru z betonových konstrukcí a jiných povrchů. Další stavební činnosti, při kterých může potenciálně docházet k vystavení: používání pneumatických vrtáků, vrtání hornin, míchání betonu, vrtání betonu, (pilové) řezání cihel a tvárnic a hloubení tunelů.

Materiál	Přibližný obsah krystalického oxidu křemičitého
pískovec	70-90 %
beton, malta	25-70 %
dlaždice	30-45 %
žula	20-45 %, obvykle 30 %
břidlice	20-40 %
cihla	< 30 %
vápenec	2 %
mramor	2 %

Tabulka 2 – Obsah krystalického oxidu křemičitého v běžných stavebních materiálech^[6]

Jaká jsou rizika opakované nadměrné expozice krystalického křemíku?

Povědomí o nebezpečí vdechování krystalického křemíku roste, nicméně mnoho pracovníků stále plně nerozumí zdravotním rizikům spojeným s expozicí RCS. Vdechovatelný prach krystalického křemíku může způsobit nevratné kardiovaskulární nemoci, jako jsou^[6, 9]:

- Silikóza,
- Rakovina plic,
- Chronická obstrukční plicní nemoc,
- Bronchitida a emfyzém,
- Další účinky včetně autoimunitních, imunologických a renálních onemocnění. Kromě toho existuje silná vazba mezi expozicí krystalického křemíku, silikózou a zvýšeným rizikem tuberkulózy.

Silikóza

Silikóza je forma pneumokoniózy, obvykle s dlouhým latentním obdobím mezi prvotní expozicí a nástupem symptomů. Částice krystalického oxidu křemičitého vstupují do plic, přetěžují obranné mechanismy těla a způsobují podráždění a poškození plicích sklípků. Tělo reaguje tvorbou vláknité tkáně kolem zachycených částic oxidu křemičitého a dochází ke zjizvení plic. Zjizvení se postupně rozšiřuje, snižuje se účinnost plic a začínají se vyvíjet příznaky silikózy. Bohužel nejsou známy žádné intervenční postupy, které by dokázaly postup silikózy zastavit – silikóza je nevyléčitelná a může vést ke značnému poškození zdraví a dokonce i ke smrti.

Existují 3 typy silikózy^[10]:

1. **Akutní silikóza:** Vyskytuje se typicky u jednotlivců, kteří byly vystaveni velkému množství křemičitého prachu. Příznaky se objeví v řádu týdnů nebo měsíců.
2. **Zrychlená silikóza:** Po řadě let vystavení středně velkému až velkému množství křemičitého prachu dochází k postupnému nástupu dechové nedostatečnosti a suchému kašli.
3. **Chronická silikóza:** Nejběžnější typ silikózy, ke kterému obvykle dochází po více než 10 letech vystavení nízkému množství křemičitého prachu.

Příznaky silikózy

Příznaky silikózy se mohou projevit až za mnoho let. Je důležité, aby si těchto příznaků byli pracovníci vědomi a věděli tak, čemu se vyvarovat^[11]:

- vysilující dechová nedostatečnost,
- hlasitý kašel,
- malátnost,
- úbytek hmotnosti,
- bolest na hrudi,
- noční pocení.

Minimalizace expozice vdechovatelnému prachu krystalického oxidu křemičitého

Existuje mnoho způsobů, jak minimalizovat expozici zaměstnanců. Nejdůležitější je používat osvědčené postupy v oblasti hygieny práce, které jsou v souladu se všemi relevantními nařízeními a předpisy. Tyto způsoby obvykle zahrnují následující klíčové prvky^[6, 12], vhodnost každého z nich se však může lišit podle odvětví a činnosti^[13]:

1. Identifikace nebezpečí a posouzení rizik.
2. Implementace vhodných kontrolních opatření pro minimalizaci expozice pracovníků.
 - a) **Potlačení:** je možné materiály získávat v podobě, která nevyžaduje řezání nebo opracovávání?
 - b) **Nahrazení:** je možné použít alternativní materiály, které neobsahují krystalický oxid křemičitý, nebo lze použít alternativní postupy, které nepředstavují takové riziko?
 - c) **Technická opatření:** je možné implementovat opatření vedoucí ke snížení expozice, jako je například místní odsávání, odsávání od nástrojů, rozprašování vody, uzavření nebo vakuové čištění?
- d) **Administrativní opatření:** je možné vysoce rizikové činnosti provádět ve větší vzdálenosti od ostatních pracovníků?
- e) **Použití OOP:** volba a použití přiměřených a vhodných ochranných dýchacích přístrojů v případech, ve kterých ostatní opatření neumožňují adekvátní omezení expozice.
3. Vzdělávání a školení pracovníků ohledně účinků vystavení prachu oxidu křemičitého, osvědčených postupů a kontrolních opatření.
4. Průběžná kontrola rizik a účinnosti opatření.

Použití vhodných OOP

Přestože se tento dokument zaměřuje na rizika dýchacích cest, na pracovišti bude pravděpodobně nutné zajistit řadu dalších zdravotních a bezpečnostních rizik, k čemuž bude zapotřebí kombinace různých kontrolních opatření a řady osobních ochranných prostředků. Doporučení a předpisy se v jednotlivých zemích liší, proto vždy postupujte podle předpisů platných ve vaší zemi.

Společnost 3M nabízí řadu jednorázových a opakovatelně použitelných polomasek i celoobličejových masek, filtroventilačních jednotek či jednotek s přívodem vzduchu a také samostatných dýchacích přístrojů. Mezi nimi najdete přístroj vhodný pro vaše prostředí na základě úrovně ochrany dýchacích orgánů, která byla identifikována při hodnocení rizik v souladu s předpisy platnými ve vaší zemi a vhodností pro daný úkol.

Reference

- [1] G. Agricola, *De natura fossilium*, 1556.
- [2] B. Ramazzini, *De Morbis Artificum Diatriba*, 1713.
- [3] G. Markowitz a D. Rosner, „Workers, Industry, and the Control of Information: Silicosis and the Industrial Hygiene Foundation“, *Journal of Public Health Policy*, vol. 16, no. 1, pp. 29-58, 1995
- [4] The European Association of Industrial Silica Producers, „What is Silica?“, 26. března 2018 [Online] K dispozici na: <https://www.eurosil.eu/what-silica>.
- [5] Occupational Safety and Health Administration (OSHA), „Safety and Health Topics – Silica“, [Online] K dispozici na: <https://www.osha.gov/dsg/topics/silicacrystalline>. [cit. 26. března 2018]
- [6] Health and Safety Executive (HSE), INDG463 – *Control of exposure to silica dust – A guide for employees*, 2014
- [7] Health and Safety Executive, „Cancer and construction: Silica“, [Online] K dispozici na: <http://www.hse.gov.uk/construction/healthrisks/cancer-and-construction/silica-dust.htm>. [cit. 26. března 2018]
- [8] Health and Safety Executive, „Silicosis and coal workers' pneumoconiosis“, [Online] K dispozici na: <http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/pneumoconiosis/pneumoconiosis-and-silicosis.pdf>. [cit. 26. března 2018]
- [9] J. Smedley, F. Dick and S. Sadhra, *Oxford Handbook of Occupational Health*, 2nd Edition, 2013.
- [10] American Lung Association, „Silicosis – Learn About Silicosis“, [Online] K dispozici na: <http://www.lung.org/lung-health-and-diseases/lung-disease-lookup/silicosis/learn-about-silicosis.html>. [cit. 28. března 2018]
- [11] „Silicosis Symptoms“, [Online] K dispozici na: <http://www.silicosis.com/symptoms/index.php>. [cit. 26. března 2018]
- [12] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), „Hierarchy of Controls“, [Online] K dispozici na: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>. [cit. 26. března 2018]
- [13] Evropská komise, *Pokyny pro vnitrostátní inspektory práce k řešení rizik vyplývajících z expozice pracovníků vdechovatelnému prachu krystalického oxidu křemičitého (RCS) na staveništích*, 2016.

3M Divize ochrany zdraví a bezpečnosti při práci

3M Česko, s.r.o.
V Parku 2343/24
Praha 4, 148 00
Tel: +420 261 380 111
www.3m.cz/oopp

3M Ireland Limited
The Iveagh Building
The Park, Carrickmines
Dublin 18
Tel: 1 800 320 500

Recyklujte. Vytisknuto v České republice. © 3M 2018. 3M je ochranná známka společnosti 3M. Všechna práva vyhrazena. J426984

